

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO

Viadotti ferroviari

Impalcato a struttura mista acc.-cls L=45m (Lc=43.00m) doppio binario: Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

I F 0 H 0 2 D 0 9 C L V I 0 0 0 7 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Auto. Data
A	Emissione Esecutiva	G. Grimaldi 	Dic. 2017	F. Bonifacio 	Dic. 2017	F. Cerrone 	Dic. 2017	

U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
Dott. Ing. Angelo Vitozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N° A20781
ITALFERR S.p.A.

INDICE

1	PREMESSA	5
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	9
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	10
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	12
4.1	CALCESTRUZZO	12
4.2	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA	12
5	ANALISI DEI CARICHI.....	13
5.1	PESI PROPRI	13
5.2	PERMANENTI PORTATI.....	13
5.3	EFFETTI DINAMICI.....	14
5.4	CARICHI VIAGGIANTI.....	14
5.5	CARICHI SUI MARCIAPIEDI.....	17
5.6	FRENATURA E AVVIAMENTO DEI TRENI	17
5.7	AZIONE CENTRIFUGA	18
5.8	SERPEGGIO.....	21
5.9	RITIRO CALCESTRUZZO	22
5.10	VARIAZIONI TERMICHE	25
5.11	TERMICA UNIFORME (E3)	25
5.12	VENTO	25
5.13	AZIONI SISMICHE.....	29
5.14	RESISTENZE PARASSITE NEI VINCOLI	30
5.15	DERAGLIAMENTO	31
6	COMBINAZIONI.....	32
7	IMPALCATO: EFFETTI GLOBALI.....	39
7.1	MODELLI DI CALCOLO	39
7.2	DETERMINAZIONE DELLA PRIMA FREQUENZA PROPRIA.....	44
7.3	ASSEGNAZIONE CARICHI.....	45

7.3.1	Pesi propri (g1).....	45
7.3.2	Permanenti portati (g2).....	45
7.3.3	Carichi viaggianti: treni (q1, q2).....	49
7.3.4	Carichi viaggianti: frenatura ed avviamento (q3, q4).....	51
7.3.5	Carichi viaggianti: azione centrifuga (q5, q6).....	53
7.3.6	Carichi viaggianti: serpeggio (q7, q8).....	55
7.3.7	Variazioni termiche (q9, q10, q11, q12).....	55
7.3.8	Ritiro calcestruzzo (q13).....	56
7.3.9	Vento (q14, q15, q16).....	57
7.4	VERIFICHE DI RESISTENZA.....	60
7.4.1	Geometria impalcato.....	66
7.4.2	Calcolo delle tensioni.....	69
7.4.3	Verifica sezione non composta - flessione.....	73
7.4.4	Verifica sezione non composta – taglio.....	78
7.4.5	Verifica sezione composta SLU – flessione.....	82
7.4.6	Verifica sezione composta SLU – taglio.....	86
7.5	VERIFICHE ASTE ACCIAIO.....	90
7.5.1	Traversi a “X” – 2L 120x120x10.....	90
7.5.2	Briglie orizzontali – 2L 120x120x10.....	92
7.5.3	Controventi superiori – 2L 120x120x10.....	94
7.5.4	Controventi inferiori – 2L 150x150x15.....	96
7.6	VERIFICA DIAFRAMMI DI TESTATA.....	98
7.6.1	Diaframma testata lato trave H = 2.75 m – Sezione PIENA.....	100
7.6.2	Diaframma testata lato trave H = 2.75 m – Sezione PASSO D’UOMO.....	105
7.6.3	Diaframma testata lato trave H = 4.15 m – Sezione PIENA.....	109
7.6.4	Diaframma testata lato trave H = 4.15 m – Sezione PASSO D’UOMO.....	113
7.7	VERIFICHE A FATICA.....	117
7.7.1	Sezione di mezzzeria.....	120
7.7.2	Sezione di giunto conci 1-2.....	121

7.7.3	Sezione di giunto conci 3-4	123
7.7.4	Sezione di appoggio	125
7.8	VERIFICA SISTEMA DI CONNESSIONE.....	125
7.8.1	Resistenza a taglio del singolo connettore	125
7.8.2	Calcolo numero totale pioli	126
7.9	SCARICHI APPARECCHI D'APPOGGIO	128
7.10	VERIFICA DI DEFORMABILITÀ DELL'IMPALCATO	130
7.10.1	Stati limite di esercizio per la sicurezza del traffico ferroviario.....	130
7.10.2	Stati limite per il comfort dei passeggeri.....	130
7.11	CONTROFRECCIA DI MONTAGGIO	131
8	IMPALCATO: EFFETTI LOCALI	132
8.1	MODELLO DI CALCOLO	132
8.2	DESCRIZIONE CONDIZIONI DI CARICO	134
8.2.1	Carichi permanenti strutturali (DEAD)	134
8.2.2	Carichi permanenti non strutturali.....	134
8.2.3	Carichi viaggianti.....	135
8.2.4	Forza centrifuga.....	137
8.2.5	Carico variabile sui marciapiedi (q_{folla})	139
8.2.6	Serpeggio (q_5).....	139
8.2.7	Vento (q_6).....	140
8.2.8	Deragliamenti (deragliamenti)	142
8.3	COMBINAZIONE AZIONI.....	143
8.4	VERIFICHE	146
8.4.1	Verifiche a flessione (SLU - SLE).....	147
8.4.2	Verifica a taglio (SLU).....	167
8.5	VERIFICA DALLES IN FASE DI GETTO.....	170
8.5.1	Modalità di esecuzione del getto	170
8.5.2	Carichi considerati	170
8.5.3	Verifiche.....	170

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 5 di 172

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) delle sovrastrutture di un impalcato tipologico da ponte ferroviario.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le disposizioni vigenti in Italia e con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, secondo il DM 14 gennaio 2008.

In particolare l'opera in oggetto è relativa al viadotto ferroviario *VI05* per cui sono stati assunti i parametri di sito relativi.

1.1 Descrizione dell'opera

Il ponte in oggetto è realizzato in sistema misto acciaio-calcestruzzo con schema statico di trave appoggiata a singola campata di luce in asse appoggi 43.00 m e lunghezza complessiva 45.00 m.

La travata è costituita dalla successione di 4 conci (C1, C2, C3, C4), di lunghezza rispettivamente pari a 10.30 m, 10.80 m, 12.60 m, 11.30 m.

La struttura è costituita da due travi a U disposte a interasse di 5.60 m e una soletta in calcestruzzo armato di larghezza complessiva pari a 13.70 m che sarà gettata in opera.

La soletta presenta un'altezza variabile da un minimo di 38 cm circa ad un massimo di 47 cm circa, incluso lo spessore delle lastre predalle. È resa collaborante con la sottostante porzione in acciaio mediante pioli Nelson.

Nei primi tre conci le travi in acciaio hanno un'altezza costante pari a 2.75 m. All'interno dell'ultimo concio le travi rastremano fino a raggiungere un'altezza di 4.15 m.

Tra le anime di una stessa trave sono presenti superiormente controventi orizzontali a "X".

Oltre a questi, sono presenti controventi orizzontali superiori e inferiori che collegano tra di loro le due travi nei tratti in prossimità degli appoggi.

Sono presenti diaframmi di testata e traversi costituiti da diagonali a "X" e briglie orizzontali posizionati a passo 4.20 m nel tratto in cui le travi sono alte 2.75 m e passo variabile nei restanti 10.40 m.

Per quanto riguarda i dispositivi di vincolo dell'impalcato alle sottostrutture, a un estremo si prevede il blocco di tutte le componenti di traslazione in corrispondenza dei due appoggi centrali e la possibilità di traslazioni trasversali e longitudinali per i due appoggi esterni (multidirezionali). All'altro estremo, invece, i dispositivi sono tali da consentire il libero scorrimento longitudinale in corrispondenza dei quattro appoggi, mentre un unico appoggio interno impedisce le traslazioni in direzione trasversale.

L'andamento planimetrico dell'asse di progetto dei due binari si trova su tratti a curvatura variabile; si è pertanto assunto come valore del raggio di curvatura quello minimo corrispondente al tratto di tracciato a curvatura costante e pari a 1550 m.

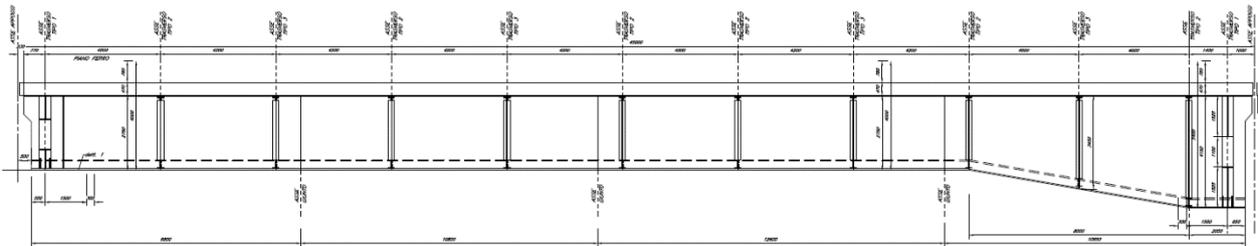


Figura 1: Prospetto longitudinale impalcato

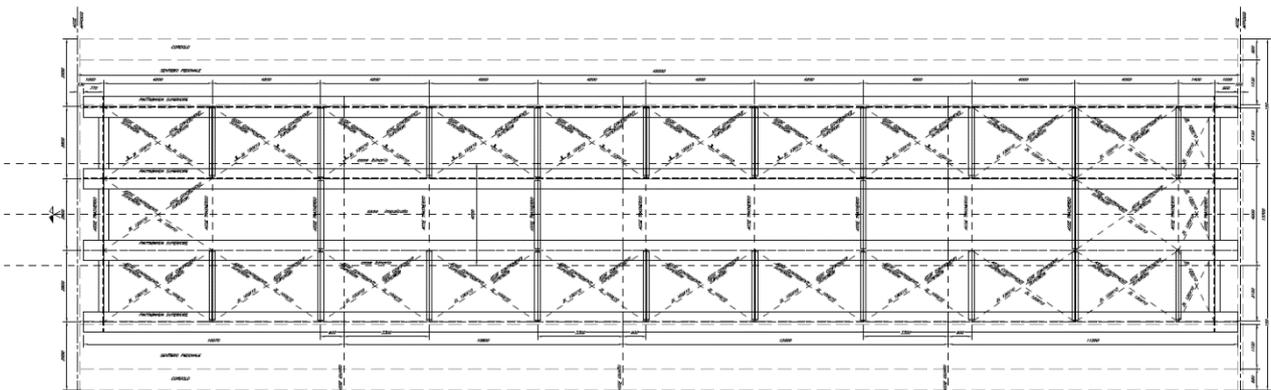


Figura 2: Carpenteria estradosso travi

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	7 di 172

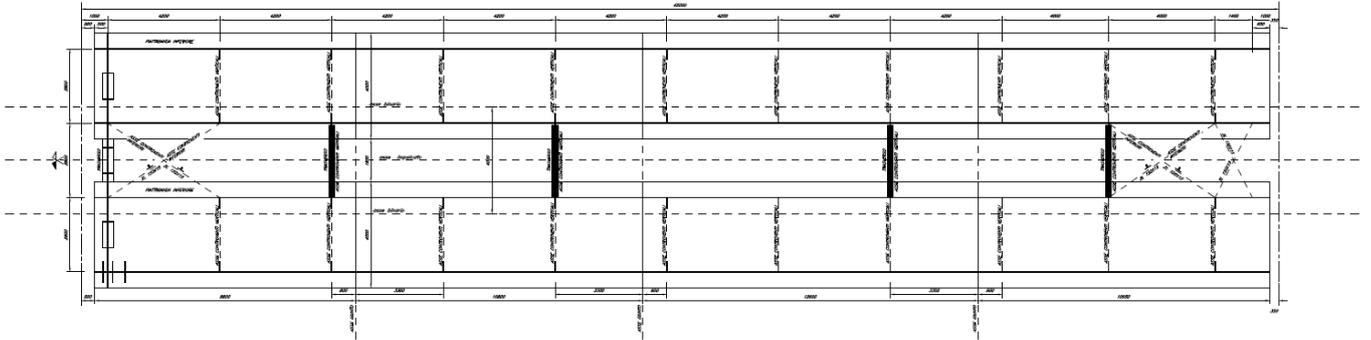


Figura 3: Carpenteria intradosso travi

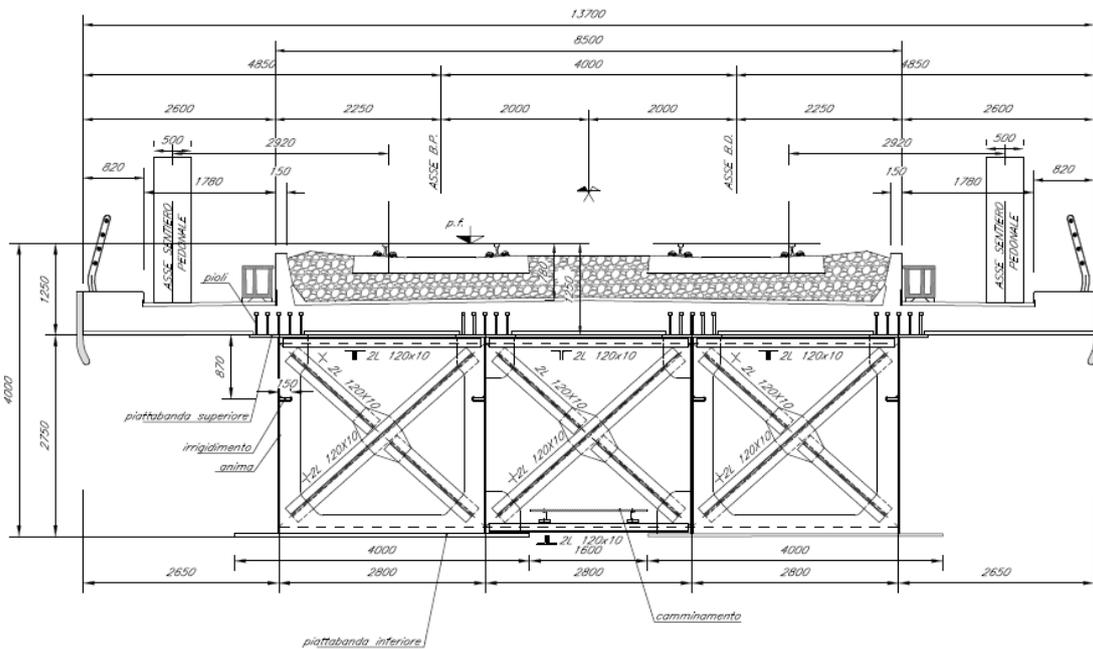


Figura 4: Sezione trasversale tipo (H travi = 2.75 m)

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	8 di 172

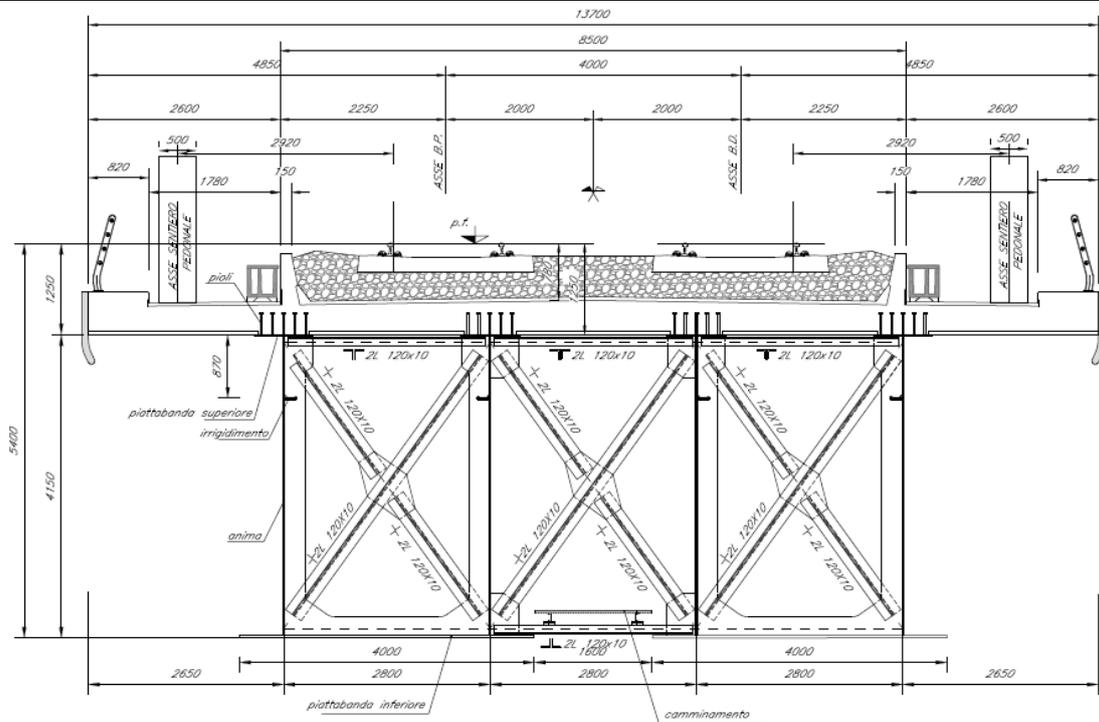


Figura 5: Sezione trasversale tipo (H travi = 4.15 m)

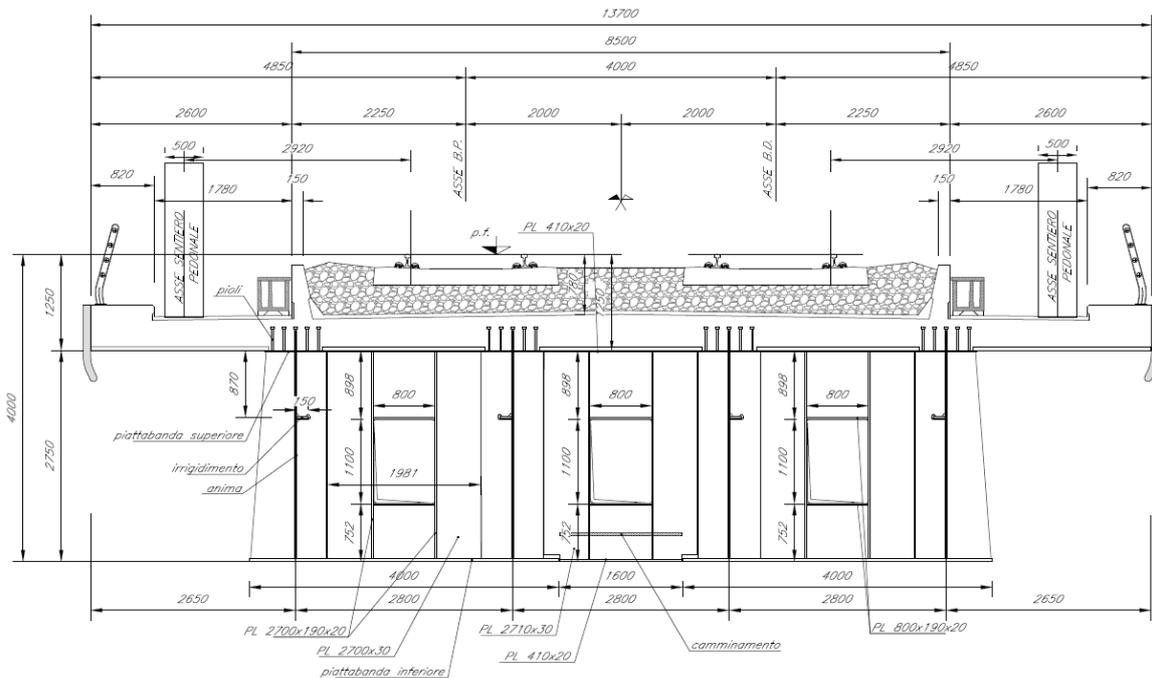


Figura 6: Diaframma di testata

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 9 di 172

Come detto sopra lo schema dei vincoli prevede per ogni campata:

- due appoggi fissi e due mobili su un lato;
- un appoggio unidirezionale (scorrevole in senso longitudinale) e tre multidirezionali sul lato opposto.

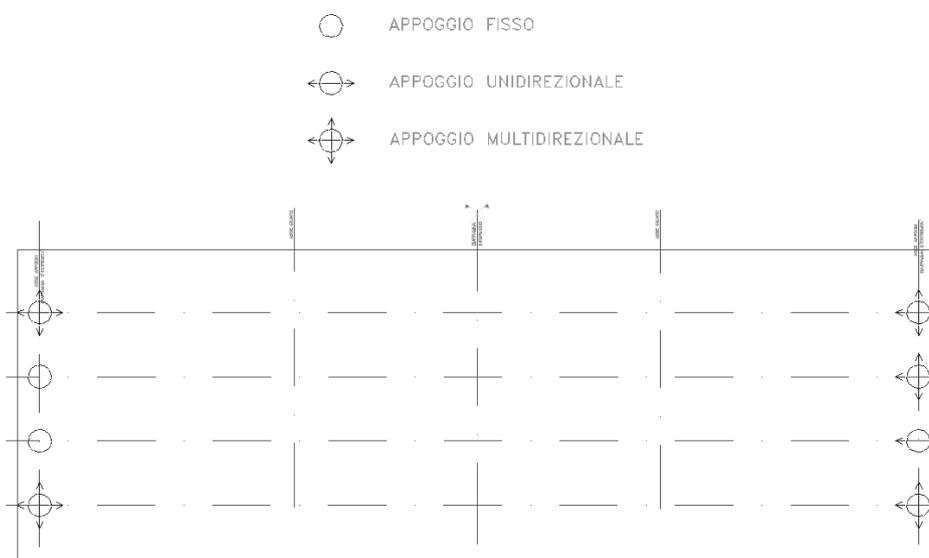


Figura 7: Schema appoggi

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento tratta le verifiche strutturali dell'Impalcato per l'opera di cui alla premessa.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 10 di 172

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

- [N1] Legge 05/01/1971 n°1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- [N2] Legge 02/02/1974 n°64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- [N3] D.M. del 14 Gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- [N4] C.M. 02/02/2009 n.617: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- [N5] RFI DTC SI PS MA IFS 001 A del 30/12/2016: Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;
- [N6] RFI DTC SI PS SP IFS 001 A del 30/12/2016: Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;
- [N7] UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- [N8] UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- [N9] UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;
- [N10] UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- [N11] UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;
- [N12] UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- [N13] UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;
- [N14] STI 2014 – REGOLAMENTO UE N.1299/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 11 di 172

[N15] Tutti gli elementi lavorati dovranno essere controllati ed accettati in accordo al [N6] ed alla UNI EN 1090-2 (classe di esecuzione exc4 eccetto camminamenti e grigliati per i quali, come previsto sull'appendice b, si può utilizzare la classe di esecuzione exc2).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 Calcestruzzo

CALCESTRUZZO PER SOLETTA

Classe	C32/40		
$R_{ck} =$	40.00	N/mm^2	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	33.2	N/mm^2	resistenza caratteristica cilindrica
$E_c =$	33346.0	N/mm^2	modulo elastico
$\gamma_M =$	1.5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18.81	N/mm^2	resistenza di progetto
$c =$	35	mm	copriferro minimo
	XF3	-	Classe di esposizione

4.2 Acciaio da Carpenteria Metallica

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

	S355J2		controllato in stabilimento
$f_{yk} =$	355.0	N/mm^2	Resistenza di calcolo ($t \leq 40$ mm)
$f_{yk} =$	335.0	N/mm^2	Resistenza di calcolo ($t > 40$ mm)
$E_s =$	210000	N/mm^2	modulo elastico

ACCIAIO PIOLI NELSON

	St 37-3K DIN 17100		
$f_y \geq$	355.00	N/mm^2	tensione caratteristica di snervamento
$f_t \geq$	450	N/mm^2	tensione di rottura
$E_s =$	210000	N/mm^2	modulo elastico

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO</p>					
<p>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</p>	<p>COMMESSA IF0H</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI 00 07 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 13 di 172</p>

5 ANALISI DEI CARICHI

5.1 Pesi propri

Si considerano i seguenti pesi per unità di volume:

- calcestruzzo $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/mc}$;
- acciaio per carpenteria metallica $\gamma_s = 78.5 \text{ kN/mc}$.

Il peso proprio dell'impalcato è costituito da:

- il peso proprio delle 2 travi;
- il peso della soletta.

5.2 Permanenti portati

Si considera per il ballast un peso specifico $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ e un'altezza convenzionale pari a 0.80 m, da cui

$0.80\text{m} \cdot 18 \text{ kN/m}^3 = 14.4 \text{ KN/m}^2$, agenti sulla larghezza della vasca portaballast.

Altri permanenti portati:

$$\text{Massetto sp.} = 5 \text{ cm} \qquad 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.05\text{m} \qquad = \qquad 1.25 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Lastre predalle sp} = 5 \text{ cm} \qquad 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.05\text{m} \qquad = \qquad 1.25 \text{ kN/m}^2$$

(agente sulla larghezza di piattaforma di 13.70 m)

$$\text{Cavidotti e impianti FFP}^1 \qquad = \qquad 2 \cdot 11.20 \text{ kN/m}$$

$$\text{Cordoli laterali 20x82 cm} \qquad [(0.20\text{m} \cdot 0.82\text{m}) \cdot 25 \text{ kN/m}^3] \cdot 2 \qquad = \qquad 2 \cdot 4.10 \text{ kN/m}$$

¹ Ai fini del dimensionamento strutturale viene comunque previsto il carico corrispondente alla presenza dei marciapiedi per *Fire Fighting Point (FFP)* anche se non presenti in corrispondenza del V105 – Viadotto Calore Torallo unicamente nell'ambito del quale è previsto, per il II° Lotto Funzionale Frasso Telesino-Vitulano, l'impiego della tipologia di impalcato oggetto del presente documento.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 14 di 172

Velette = 2 · 1.50 kN/m

Barriere antirumore (*) = 2 · 16.0 kN/m

(*) si considera un carico per ciascuna barriera di 16kN/ml, con altezza di 4,00 m rispetto al piano del ferro.

5.3 Effetti dinamici

Il coefficiente dinamico adottato è:

analisi globale

$$F_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_F - 0.2}} + 0.73 = 1.07$$

essendo $L_\phi = 43$ m, come indicato nella tabella 1.4.2.5.3-1 per il caso 5.1:

Travi e solette semplicemente appoggiate $\rightarrow L_\phi =$ luce nella direzione delle travi principali.

5.4 Carichi viaggianti

Le azioni variabili verticali sono state definite in accordo con il Manuale di progettazione RFI.

Treno LM71

- Distribuzione longitudinale dei carichi assiali Q_{vk}

$$q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$$

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

$$\alpha = 1.1 \text{ (coefficiente di adattamento)}$$

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

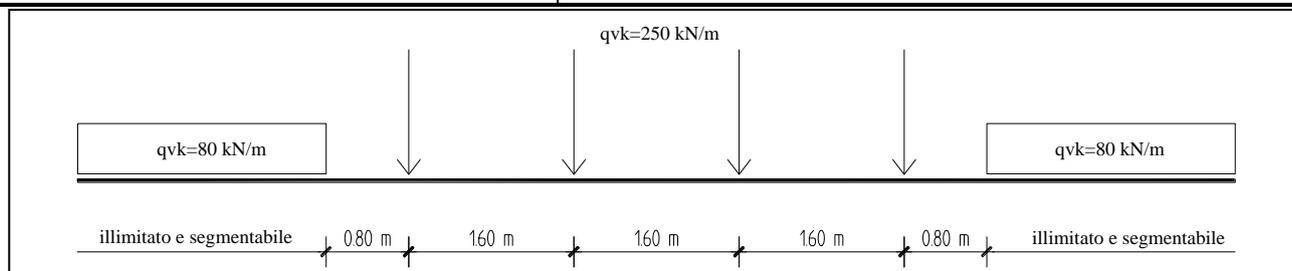


Figura 8 – Treno di carico LM71

- Distribuzione trasversale dei carichi

Eseguendo a partire dalla traversina di larghezza 2.40 m una diffusione del carico 1/4 attraverso la massicciata ed 1/1 fino al piano medio di soletta, si ottiene una dimensione b su cui ripartire il carico pari a 3.10 m, da cui:

$$\alpha \cdot q_{vk} = 1.1 \cdot 80 \text{ kN/m} / 3.10 \text{ m} = 28.4 \text{ kN/m}^2$$

$$\alpha \cdot Q_{vk} = 1.1 \cdot 250 \text{ kN} / 3.10 \text{ m} = 88.7 \text{ kN/m}$$

Considerando l'incremento di tali carichi per tener conto dell'effetto dinamico si ha:

analisi globale

$$q_{vk} = \Phi_3 \times 26.3 \text{ kN/m}^2 = 1.07 \times 28.4 \text{ kN/m}^2 = 30.4 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{vk} = \Phi_3 \times 82.1 \text{ kN/m}^2 = 1.07 \times 88.7 \text{ kN/m}^2 = 94.9 \text{ kN/m}^2$$

Treno SW/ 2

- Distribuzione longitudinale dei carichi

$$q_{vk} = 150 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = 1.0 \text{ (coefficiente di adattamento)}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

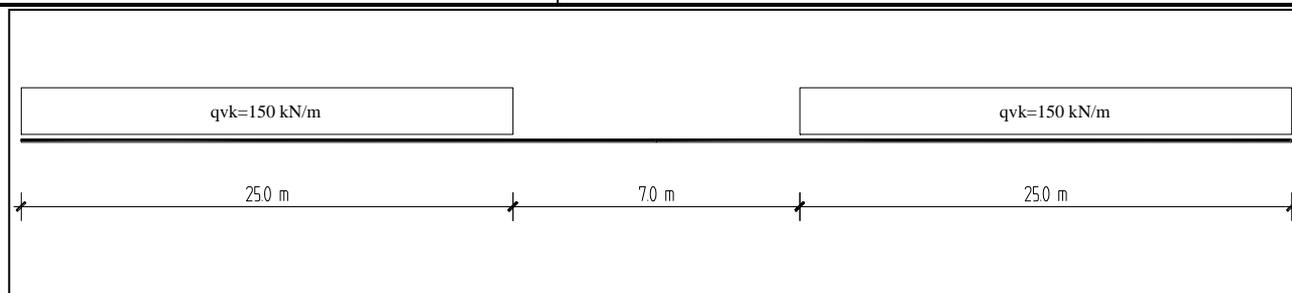


Figura 9 – Treno di carico SW/2

- Distribuzione trasversale dei carichi

Per $b = 3.10 \text{ m}$ (come da precedente paragrafo “Treno LM71”) si ha:

$$\alpha \cdot q_{vk} = 1 \cdot 150 \text{ KN/m} / 3.10 \text{ m} = 48.4 \text{ kN/m}^2$$

Considerando l’incremento di tali carichi per tener conto dell’effetto dinamico si ha:

analisi globale

$$q_{vk} = \Phi_3 \times 49.26 \text{ kN/m}^2 = 1.07 \times 48.4 \text{ kN/m}^2 = 51.8 \text{ kN/m}^2$$

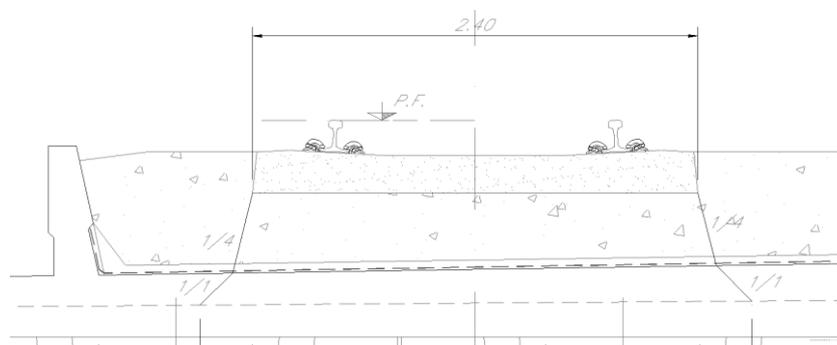


Figura 10 – Distribuzione trasversale dei carichi

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 17 di 172

Nell'applicazione dei vari modelli di carico dei treni, sia per la determinazione degli effetti globali che degli effetti locali, si terrà conto dell'eccentricità geometrica, determinata dalla non coincidenza dell'asse rettilineo dell'impalcato metallico e di quello curvilineo del tracciato ferroviario, e quella accidentale, per i treni di carico LM71, prescritta dalla normativa e pari ad un diciottesimo dello scartamento. Tali valori delle eccentricità sono riportati di seguito:

e_g = eccentricità geometrica

L = luce dell'impalcato = 43 m

R = raggio di curvatura in pianta = 1550 m

$$e_g = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2} = 0.163 \text{ m}$$

e_a = eccentricità accidentale

$$e_a = s/18 = \pm 0.078 \text{ m}$$

5.5 Carichi sui marciapiedi

Il carico sui marciapiedi è definito

$$q_{vk} = 10.0 \text{ kN/m}^2$$

Per questo tipo di carico, che non deve considerarsi contemporaneo al transito dei convogli ferroviari, non deve applicarsi l'incremento dinamico.

5.6 Frenatura e avviamento dei treni

Le azioni di frenatura ed avviamento dei treni sono definite secondo quanto riportato nel Manuale di progettazione RFI.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 18 di 172

Tali forze agiscono sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso. La normativa italiana [5.2.2.4.3 – D.M. 14.01.2008] indica quali sono i valori caratteristici da considerare:

Avviamento:

$$Q_{la,k} = 33 \text{ KN/m} \cdot L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ KN} \quad \text{per LM71, SW/0, SW/2}$$

Frenatura:

$$Q_{lb,k} = 20 \text{ KN/m} \cdot L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ KN} \quad \text{per LM71, SW/0}$$

$$Q_{lb,k} = 35 \text{ KN/m} \cdot L \text{ [m]} \quad \text{per SW/2}$$

I valori caratteristici devono essere moltiplicati per α e non per Φ .

Le azioni di avviamento e frenatura saranno combinate con i relativi carichi verticali. Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento, l'altro in fase di frenatura. Nel caso in esame si considera in fase un LM71 in fase di avviamento e un SW/2 in fase di frenatura:

$$q_{AVV,LM71} = 33 \text{ KN/m, applicato su una lunghezza di } 30.3 \text{ m}$$

$$q_{FREN,SW/2} = 35 \text{ KN/m.}$$

5.7 Azione centrifuga

L'azione centrifuga è definita in funzione del raggio di curvatura, assunto pari a 1550 m.

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	19 di 172

Il valore caratteristico della forza centrifuga si determinerà in accordo con la seguente espressione:

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot Q_{vk})$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot q_{vk})$$

dove:

Q_{tk} - q_{tk} = valore caratteristico della forza centrifuga [kN - kN/m];

Q_{vk} - q_{vk} = valore caratteristico dei carichi verticali [kN - kN/m];

v = velocità di progetto espressa in m/s;

V = velocità di progetto espressa in km/h;

f = fattore di riduzione (definito in seguito);

g = accelerazione di gravità in m/s²;

r = è il raggio di curvatura in m.

Nel caso di curva policentrica come valore del raggio r dovrà essere assunto un valore pari al più piccolo raggio di curvatura reale che interessa la campata in esame.

La forza centrifuga sarà sempre combinata con i carichi verticali supposti agenti nella generica configurazione di carico, e non sarà incrementata dai coefficienti dinamici.

$$f = \left[1 - \frac{V-120}{1000} \left(\frac{814}{V} + 1,75 \right) \right] \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{2,88}{L_f}} \right]$$

f è un fattore di riduzione dato in funzione della velocità V e della lunghezza L_f di binario carico.

dove:

L_f = lunghezza di influenza, in metri, della parte curva di binario carico sul ponte, che è la più sfavorevole per il progetto del generico elemento strutturale;

$f = 1$ per $V \leq 120$ km/h o $L_f \leq 2,88$ m;

$f < 1$ per $120 \leq V \leq 300$ km/h e $L_f > 2,88$ m;

$f(V) = f(300)$ per $V > 300$ km/h.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

Per il modello di carico LM71 e per velocità di progetto superiori ai 120 km/h, saranno considerati due casi:

- (a) Modello di carico LM71 e forza centrifuga per $V=120$ km/h in accordo con le formule precedenti dove $f=1$;*
- (b) Modello di carico LM71 e forza centrifuga calcolata secondo le precedenti espressioni per la massima velocità di progetto.*

Per i modelli di carico LM71 e SW/0 l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dall'espressione generale $Q_{tk} = V^2 (f \times \alpha Q_{vk}) / (127 \times R)$ associando i valori di V , α , e f in base al contenuto della tabella 1.4.3.1-1 seguente.

Valore di α	Massima velocità della linea [Km/h]	Azione centrifuga basata su:				traffico verticale associato
		V	α	f		
SW/2	≥ 100	100	1	1	$1 \times 1 \times SW/2$	$\Phi \times 1 \times SW/2$
	< 100	V	1	1	$1 \times 1 \times SW/2$	
LM71 e SW/0	> 120	V	1	f	$1 \times f \times (LM71'' + SW/0)$	$\Phi \times 1 \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$
		120	α	1	$\alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$	$\Phi \times \alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$
	≤ 120	V	α	1	$\alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$	

Tab. 1.4.3.1-1 - Parametri per determinazione della forza centrifuga

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

$V = 100$ km/h (la velocità di progetto della linea è di 200 km/h);

$\alpha = 1$

$f = 1$

$Q_{tk} = 0$ perché $Q_{vk} = 0$

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 21 di 172

$$q_{tk} = V^2 / (127 \times r) \times f \times q_{vk} = 7.6 \text{ kN/m}$$

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

Per il treno di carico tipo LM71 occorre considerare due casi:

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

$$\alpha = 1.1$$

$$f = 1$$

$$Q_{tk} = V^2 / (127 \times r) \times f \times Q_{vk} = 18.3 \text{ kN}$$

$$q_{tk} = V^2 / (127 \times r) \times f \times q_{vk} = 5.9 \text{ kN/m}$$

(b) $V = 200 \text{ km/h}$

$$\alpha = 1$$

$$f = 0.65 \text{ (considerando } L_f = 45 \text{ m)}$$

$$Q_{tk} = V^2 / (127 \times r) \times f \times Q_{vk} = 33.1 \text{ kN}$$

$$q_{tk} = V^2 / (127 \times r) \times f \times q_{vk} = 10.6 \text{ kN/m}$$

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

I valori di carico ottenuti devono essere moltiplicati per il coefficiente di adattamento dell'LM71 $\alpha = 1.1$.

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

5.8 Serpeggio

L'azione laterale associata al serpeggio è definita al par. 1.4.3.2 delle *Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari*, che riprende il par. 5.2.2.4.2 del DM 14.1.2008, ed equivale ad una forza concentrata agente

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 22 di 172

orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario, del valore di 100 kN.

Tale valore è considerato distribuito su una lunghezza di 2 m in direzione longitudinale:

$$q_{SERP} = 100 \text{ KN} / 2 \text{ m} = 50 \text{ KN/m}$$

Il carico deve essere moltiplicato per il coefficiente di adattamento α .

5.9 Ritiro calcestruzzo

Si calcola una variazione di temperatura equivalente alla deformazione da ritiro della soletta in c.a., tenendo conto dell'influenza del fenomeno della viscosità.

Cls a t=0

$f_{ck} =$	32 Mpa
$f_{cm} =$	40 MPa
$\alpha =$	0.00001
$E_{cm} =$	33345764 kN/m ²
cls tipo =	N
$k =$	1 coef. di correzione di E_{cm}

$$E_{cm} = 33345764 \text{ kN/m}^2$$

Tempo e ambiente

$t_s =$	2 gg	età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccaamento
$t_o =$	28 gg	età del calcestruzzo in giorni al momento del carico
$t =$	25550 gg	età del calcestruzzo in giorni
$h_o = 2A_c/u =$	460 mm	dimensione fittizia dell'elemento di cls
$A_c =$	5734000 mmq	sezione dell'elemento
$u =$	24940 mm	perimetro a contatto con l'atmosfera
$RH =$	75 %	umidità relativa percentuale

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	23 di 172

Coefficiente di viscosità $\phi(t, t_0)$ e modulo elastico ECt a tempo "t"

$$\phi(t, t_0) = \phi_0 \beta_c(t, t_0) = 1.650$$

$$\phi_0 = \phi_{RH} \beta_\chi(f_{cm}) \beta_\chi(t_0) = 1.670 \text{ coefficiente nominale di viscosità}$$

$$\phi_{RH} = 1 + \left[\frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \right] \alpha_1 \alpha_2 = 1.29 \text{ coefficiente che tiene conto dell'umidità}$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.7} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.911 \text{ coeff. per la resistenza del cls}$$

$$\alpha_2 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.2} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.974 \text{ coeff. per la resistenza del cls}$$

$$\beta_c(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = 2.656313 \text{ coefficiente che tiene conto della resistenza del cls}$$

$$\beta_c(t_0) = \frac{1}{(0.1 + t_0^{0.20})} = 0.488 \text{ coefficiente per l'evoluzione della viscosità nel tempo}$$

$$t_0 = t_0 \left(\frac{9}{2 + t_0^{1.2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0.5 = 28.00 \text{ tempo } t_0 \text{ corretto in funzione della tipologia di cemento}$$

$$\alpha = 0 \text{ coefficiente per il tipo di cemento (-1 per Classe S, 0 per Classe N, 1 per Classe R)}$$

$$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.3} = 0.988 \text{ coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo}$$

$$\beta_H = 1.5 \left[1 + (0.012 \cdot RH)^{18} \right] h_0 + 250 \cdot \alpha_3 \leq 1500 \cdot \alpha_3 = 1027.1 \text{ coefficiente che tiene conto dell'umidità relativa}$$

$$\alpha_3 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.5} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.935 \text{ coeff. per la resistenza del calcestruzzo}$$

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	24 di 172

Il modulo elastico al tempo "t" è pari a:

$$E_{cm}(t, t_0) = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_0)} = 12581003 \text{ kN/m}^2$$

Deformazione di Ritiro

$$\varepsilon_s(t, t_0) = \varepsilon_{cd}(t) + \varepsilon_{ca}(t) = 0.000273 \text{ deformazione di ritiro } \varepsilon(t, t_0)$$

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) K_b \varepsilon_{cd,0} = 0.000218 \text{ deformazione dovuta al ritiro per essiccamento}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \left[\frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0.04 \sqrt{h_0^3}} \right] = 0.984797$$

Kh = 0.71 parametro che dipende da h₀ secondo il prospetto seguente

Valori di k_b

h ₀ (mm)	k _b
100	1,0
200	0,85
300	0,75
≥500	0,70

Valori di Kh intermedi a quelli del prospetto vengono calcolati tramite interpolazione lineare.

$$\varepsilon_{cd,0} = 0.85 \left[(220 + 110 \alpha_{ds1}) \cdot \exp\left(-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}\right) \right] 10^{-6} \beta_{RH} = 0.000311 \text{ deformazione di base}$$

$$\beta_{RH} = 1.55 \left[1 - \left(\frac{RH}{RH0} \right)^3 \right] = 0.896094$$

$$f_{cm0} = 10 \text{ MPa}$$

$$RH0 = 100 \%$$

$$\alpha_{ds1} = 4 \text{ coefficiente per il tipo di cemento (3 per Classe S, 4 per Classe N, 6 per Classe R)}$$

$$\alpha_{ds2} = 0.12 \text{ coefficiente per il tipo di cemento (0.13 per Classe S, 0.12 per Classe N, 0.11 per Classe R)}$$

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \varepsilon_{ca,0} = 0.000055 \text{ deformazione dovuta al ritiro autogeno}$$

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO</p>					
<p>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</p>	<p>COMMESSA</p> <p>IF0H</p>	<p>LOTTO</p> <p>02</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>VI 00 07 002</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>25 di 172</p>

$$\beta_{az}(t) = 1 - \exp(-0.2t^{0.5}) = 1$$

$$\varepsilon_{caoo} = 2.5 (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 0.000055$$

Variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{ritiro} = - \frac{\varepsilon_s(t, t_0) \cdot E_{cm}}{(1 + \varphi(t, t_0)) \cdot E_{cm} \cdot \alpha} = -10.28 \text{ } ^\circ\text{C}$$

5.10 Variazioni termiche

In accordo con le normative sui ponti e sulle strutture d'acciaio, si applica un carico termico differenziale pari a $\pm 5^\circ$ fra soletta e travi in acciaio. Si è inoltre considerata un gradiente termico di $\pm 5^\circ$ tra estradosso ed intradosso impalcato.

5.11 Termica uniforme (e3)

Viene considerata una variazione termica uniforme pari a $\pm 15 \text{ } ^\circ\text{C}$ applicata agli elementi trave e trasversi dell'impalcato.

5.12 Vento

Il calcolo dell'azione del vento è stato condotto secondo quanto riportato al par. 3.3 del DM 2008 e si riportano di seguito i principali parametri di calcolo:

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	26 di 172

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
3	27	500	0.02
a_s (altitudine sul livello del mare [m])	50		
T_R (Tempo di ritorno)	100		
$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$ $v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
v_b ($T_R = 50$ [m/s])	27.000		
α_R (T_R)	1.03924		
v_b (T_R) = $v_b \times \alpha_R$ [m/s]	28.059		



p (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$
q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
C_e (coefficiente di esposizione)
C_p (coefficiente di forma)
C_d (coefficiente dinamico)

Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_b [N/mq]	492.08
--------------	--------

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

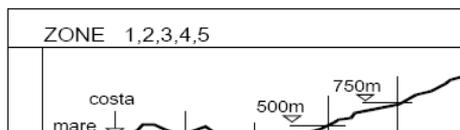
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	27 di 172

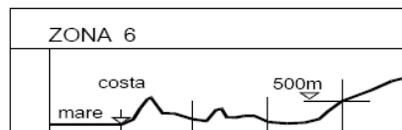
Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

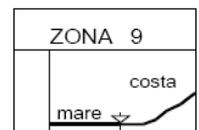
D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,....)

Categoria di esposizione

ZONA 1,2,3,4,5						
						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
			
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
		
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

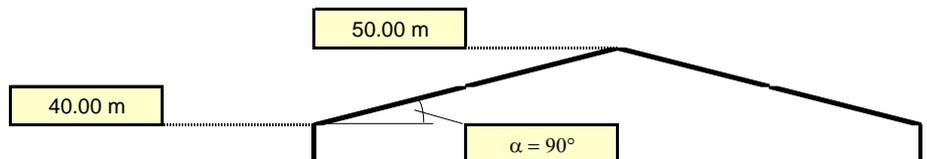
Zona	Classe di rugosità	a _s [m]
3	D	50

$$c_e(z) = k_r \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Cat. Esposiz.	k _r	z ₀ [m]	z _{min} [m]	c _t
II	0.19	0.05	4	1

z [m]	c _e
z ≤ 4	1.801
z = 40	3.302
z = 50	3.468



Calcolo del coefficiente di forma:

- Vento su prima trave

Indicate con

S = superficie delimitata dal contorno della trave;

S_p = superficie della parte piena della trave;

$$\phi = S_p / S = 1$$

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO</p>					
<p><i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i></p>	<p>COMMESSA</p> <p>IF0H</p>	<p>LOTTO</p> <p>02</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>VI 00 07 002</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>28 di 172</p>

La pressione si valuta utilizzando $c_p = 2.4 - \phi = 1.4$

$$q_{v,1} = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 492.1 \text{ N/m}^2 \cdot 3.468 \cdot 1.4 \cdot 1 = 2389 \text{ N/m}^2$$

- Vento su seconda trave

Nel caso di più travi disposte parallelamente a distanza d non maggiore del doppio dell'altezza h , il valore della pressione sull'elemento successivo sarà pari a quello sull'elemento precedente moltiplicato per un coefficiente di riduzione dato da $\mu = 0.2$.

$$q_{v,1} = 2389 \text{ N/m}^2 \cdot 0.2 = 478 \text{ N/m}^2$$

- Vento su spessore soletta + barriera antirumore

L'altezza investita dal vento è data dalla somma dell'altezza della soletta all'estremità pari a 0.40 m, l'altezza del cordolo pari a 0.20 m e l'altezza delle barriere antirumore pari a 4 m, per un totale di 4.60 m.

Si determinano le forze complessive agenti sul piano medio della soletta:

$$Q_y = 2.39 \text{ KN/m}^2 \cdot 4.60 \text{ m} = 10.99 \text{ KN/m} \quad \text{forza distribuita trasversale all'impalcato}$$

$$M_x = 2.39 \text{ KN/m}^2 \cdot 4.20 \text{ m} \cdot (4.20\text{m}/2 + 0.20 \text{ m}) = 23.09 \text{ KNm/m} \quad \text{momento distribuito intorno all'asse longitudinale dell'impalcato}$$

- Vento su convoglio ferroviario

Il treno viene individuato come una superficie piana continua convenzionalmente alta 4 m dal piano del ferro, che a sua volta è alto 1.03 m rispetto al piano medio della soletta.

Si determinano le forze complessive agenti sul piano medio della soletta:

$$Q_y = 2.39 \text{ KN/m}^2 \cdot 4.00 \text{ m} = 9.56 \text{ KN/m} \quad \text{forza distribuita trasversale all'impalcato}$$

$$M_x = 9.56 \text{ KN/m} \cdot 5.03 \text{ m} = 48.09 \text{ KNm/m} \quad \text{momento distribuito intorno all'asse longitudinale dell'impalcato}$$

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 29 di 172

5.13 Azioni sismiche

L'azione sismica risulta non essere dimensionante per l'impalcato; pertanto è stata considerata solo al fine di determinare le azioni sugli apparecchi d'appoggio con fattore di struttura assunto $q = 1$.

Gli spettri di progetto definiti sono stati determinati a partire dalle coordinate, la vita nominale, la classe d'uso, le categorie topografiche e di sottosuolo e in base allo stato limite da considerare. In particolare:

Long = 14.474; Lat = 41.184238

$V_n = 75$ anni

$C_u = 1.5$

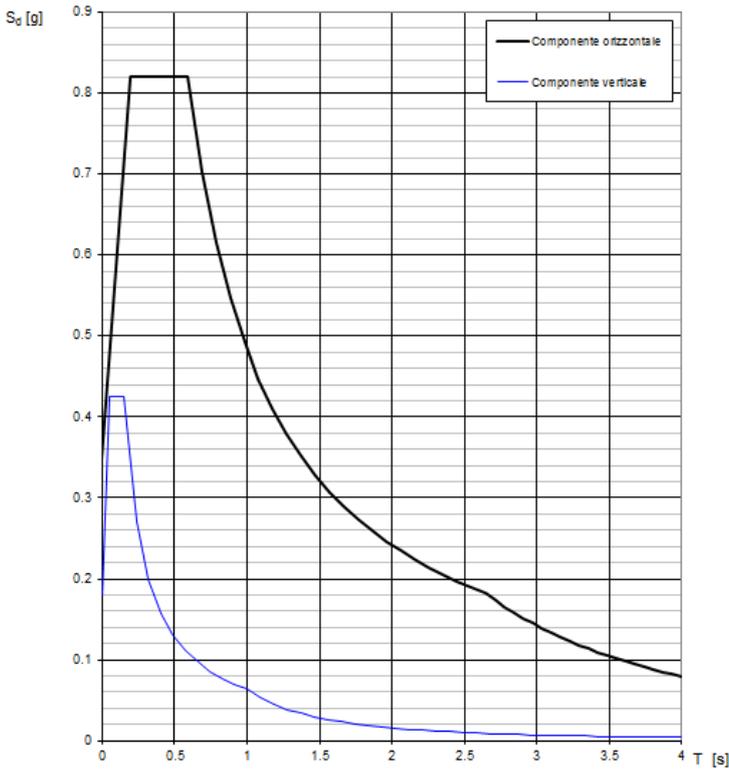
$T_R = 1068$ anni

Categoria di sottosuolo C

Categoria topografica T1

Stato limite considerato SLV

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



Parametri spettro orizzontale

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
a_d	0.262 g
F_o	2.356
T_C	0.421 s
S_S	1.330
C_C	1.396
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.330
η	1.000
T_B	0.196 s
T_C	0.588 s
T_D	2.647 s

Parametri spettro verticale

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
a_{dv}	0.181 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.627
S	1.000
η	1.000

Figura 11: Grafici e parametri spettri di progetto

5.14 Resistenze parassite nei vincoli

Si considerano le resistenze parassite nei vincoli in condizioni di spostamento relativo incipiente prodotto dalle variazioni di temperatura.

$$F_{o(\text{fisso})} = F_{o(\text{mobile})} = f \cdot (V_g + V_q) \quad \text{con } f = 0.03$$

L'azione in esame è stata considerata ai soli fini del calcolo delle azioni sugli apparecchi di appoggio.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 31 di 172

5.15 Deragliamento

Il deragliamento è un'azione derivante dall'esercizio ferroviario che deve essere considerata quale azione eccezionale.

- Caso 1

Si devono considerare due carichi verticali lineari $q_{A1d} = 60$ kN/m ciascuno, posizionati longitudinalmente su una lunghezza di 6,40 m, ad una distanza trasversale pari allo scartamento S. Il carico più eccentrico tra i due deve essere posto ad una distanza massima di $1,5*s$ dall'asse dei binari.

- Caso 2

Si deve considerare un unico carico lineare $q_{A2d} = 80 \times 1.4$ kN/m esteso per 20 m e disposto con una eccentricità massima, lato esterno, di $1,5*s$ rispetto all'asse del binario.

Nel caso in esame la forza del deragliamento non è stata considerata ai fini del dimensionamento in quanto con la geometria in esame non può pregiudicare la stabilità globale dell'opera.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

6 COMBINAZIONI

Si riportano le tabelle delle varie combinazioni di carico indicate dalla normativa in merito ai sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari.

Gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella seguente tabella:

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc.)
 (2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Tabella 1 - Valutazione dei carichi da traffico (da "Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari")

Gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario vanno poi combinati con le altre azioni secondo quanto indicato di seguito:

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	33 di 172

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

I cui coefficienti di combinazione γ e ψ sono riportati nelle tabelle seguenti:

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo in conto le masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} Q_{kj}$$

assumendo $\Psi_{2j} = 0,2$ per i carichi dovuti al transito dei mezzi.

Pertanto, sulla base di quanto sopra esposto, si ottengono le seguenti combinazioni ai diversi stati limite (si riportano i coefficienti moltiplicativi del valore caratteristico dell'azione, pari in generale a $\gamma \cdot \Psi_{ij}$).

Azioni permanenti

g1 = peso proprio delle strutture

g2 = carichi permanenti portati

Azioni variabili

q1 = treno LM71

q2 = treno SW/2

q3 = avviamento/frenatura LM71

q4 = avviamento/frenatura SW/2

q5 = centrifuga LM71

q6 = centrifuga SW/2

q7 = serpeggio LM71

q8 = serpeggio SW/2

*Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	35 di 172

- q9 = DT unif +
- q10 = DT grad +
- q11 = DT unif -
- q12 = DT grad -
- q13 = ritiro cls
- q14 = vento con 2 binari carichi
- q15 = vento con 1 binario carico
- q16 = vento con binari scarichi
- q17 = folla sui marciapiedi
- q18 = sisma direzione x (longitudinale)
- q19 = sisma direzione y (trasversale)
- q20 = sisma direzione z (verticale)
- q21 = resistenze parassite dei vincoli
- q22 = deragliamento

Si è tenuto conto di una prima fase in cui sono reagenti le sole travi di acciaio, mentre la soletta in c.a. costituisce solo un carico. Questa fase e la conseguente combinazione di carico saranno chiamate nel seguito come “FASE 0”.



ITINERARIO NAPOLI-BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	36 di 172

	FASE 0
g1 =	1.35
g2 =	
q1 =	
q2 =	
q3 =	
q4 =	
q5 =	
q6 =	
q7 =	
q8 =	
q9 =	
q10 =	
q11 =	
q12 =	
q13 =	
q14 =	
q15 =	
q16 =	0.9
q17 =	
q18 =	
q19 =	
q20 =	

E' stata considerata poi la fase in cui la sezione reagente è una sezione composta, costituita dalle travi di acciaio e dalla soletta e i carichi agenti sono quelli di esercizio del viadotto.

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	37 di 172

	2 binari carichi							1 binario carico				0 binari carichi	
	SLU 01	SLU 02	SLU 03	SLU 04	SLU 05	SLU 06	SLU 07	SLU 08	SLU 09	SLU 10	SLU 11	SLU 12	SLU 13
g1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
q1		1.595	1.595	1.276	1.276								
q2		1.45	1.45	1.16	1.16			1.45	1.45				
q3		0.7975	0.7975	0.638	0.638								
q4		0.725	0.725	0.58	0.58			0.725	0.725				
q5		1.595	1.595	1.276	1.276								
q6		1.595	1.595	1.276	1.276			1.595	1.595				
q7		1.595	1.595	1.276	1.276								
q8		1.595	1.595	1.32	1.32			1.595	1.595				
q9		0.9		1.5		0.9		0.9		0.9		0.9	
q10		0.9		1.5		0.9		0.9		0.9		0.9	
q11			0.9		1.5		0.9		0.9		0.9		0.9
q12			0.9		1.5		0.9		0.9		0.9		0.9
q13		1.2	1.2	1.2	1.2			1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
q14		0.9	0.9	0.9	0.9	1.5	1.5						
q15								0.9	0.9	1.5	1.5		
q16	0.9											1.5	1.5
q17	1.5											1.5	1.5

	SISMA X_01	SISMA X_02	SISMA Y_01	SISMA Y_02	SISMA Z_01	SISMA Z_02
g1	1	1	1	1	1	1
g2	1	1	1	1	1	1
q1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
q2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
q3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
q4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
q5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
q6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
q7	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
q8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
q9	0.5		0.5		0.5	
q10	0.5		0.5		0.5	
q11		0.5		0.5		0.5
q12		0.5		0.5		0.5
q13						
q14						
q15						
q16						
q17						
q18	1	1	0.3	0.3	0.3	0.3
q19	0.3	0.3	1	1	0.3	0.3
q20	0.3	0.3	0.3	0.3	1	1

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	38 di 172

	FREQ 01	FREQ 02	FREQ 03	FREQ 04	FREQ 05	FREQ 06
g1 =	1	1	1	1	1	1
g2 =	1	1	1	1	1	1
q1 =	0.60	0.60				
q2 =	0.60	0.60				
q3 =	0.3	0.30				
q4 =	0.30	0.30				
q5 =	0.6	0.6				
q6 =	0.6	0.6				
q7 =	0.6	0.6				
q8 =	0.7	0.7				
q9 =	0.5		0.6		0.5	
q10 =	0.5		0.6		0.5	
q11 =		0.5		0.6		0.5
q12 =		0.5		0.6		0.5
q13 =	1	1	1	1	1	1
q14 =					0.5	0.5
q15 =						
q16 =						
q17 =						

	RARA 01	RARA 02	RARA 03	RARA 04	RARA 05	RARA 06
g1 =	1	1	1	1	1	1
g2 =	1	1	1	1	1	1
q1 =	1.00	1.00	0.80	0.30		
q2 =	1.00	1.00	0.80	0.30		
q3 =	0.5	0.50	0.40	0.80		
q4 =	0.50	0.50	0.40	0.60		
q5 =	1.0	1.0	0.80	0.80		
q6 =	1.0	1.0	0.80	0.88		
q7 =	1.0	1.0	0.80	0.64		
q8 =	1.1	1.1	0.88	0.00		
q9 =	0.6		1	1	0.6	
q10 =	0.6		1	1	0.6	
q11 =		0.6				0.6
q12 =		0.6				0.6
q13 =	1	1	1	1	1	1
q14 =	0.6	0.6	0.6	0.5	1	1
q15 =						
q16 =						
q17 =						

	Q.PERM 01	Q.PERM 02
g1 =	1	1
g2 =	1	1
q1 =		
q2 =		
q3 =		
q4 =		
q5 =		
q6 =		
q7 =		
q8 =		
q9 =	0.5	
q10 =	0.5	
q11 =		0.5
q12 =		0.5
q13 =	1	1
q14 =	0	0
q15 =		
q16 =		
q17 =		

	ECCEZ 01	ECCEZ 02
g1 =	1	1
g2 =	1	1
q1 =		
q2 =		
q3 =		
q4 =		
q5 =		
q6 =		
q7 =		
q8 =		
q9 =	0.5	
q10 =	0.5	
q11 =		0.5
q12 =		0.5
q13 =		
q14 =		
q15 =		
q16 =		
q17 =		
q18 =		
q19 =		
q20 =		
q21 =		
q22 =	1	1

7 IMPALCATO: EFFETTI GLOBALI

7.1 Modelli di calcolo

Per il calcolo delle sollecitazioni, si è ricorsi all'impiego di modelli agli elementi finiti, messi a punto e risolti con il software CsiBridge della Computers and Structures.

Gli assi globali x, y e z del modello indicano rispettivamente la direzione longitudinale, trasversale e verticale dell'impalcato.

Nel software si è optato per una modellazione “mista”, per cui alcuni elementi strutturali sono stati modellati mediante “frame” e altri mediante “shell”.

In particolare, con gli shell sono stati modellati i seguenti elementi strutturali:

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 40 di 172

- Anime delle travi principali
- Piattabanda inferiore delle travi principali
- Soletta
- Anima dei diaframmi di testata

Con i frame, invece, sono stati modellati i seguenti elementi strutturali:

- Piattabande superiori delle travi principali
- Piattabanda superiore dei diaframmi di testata
- Controventi superiori e inferiori
- Traversi a “X”
- Briglie superiori e inferiori
- Irrigidimenti verticali in corrispondenza dei traversi

Tutti gli elementi tipo “frame” sono modellati nei rispettivi assi baricentrici.

I vincoli esterni disposti all’altezza degli apparecchi d’appoggio della struttura sono stati modellati in maniera tale da riprodurre lo schema di vincolo riportato negli elaborati grafici.

Di seguito si riportano alcune immagini dei modelli e delle sezioni definite per gli elementi frame di cui sopra:

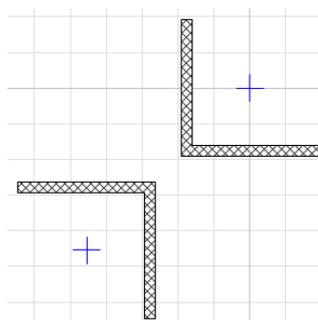


Figura 12: Sezione tipo traverso a X

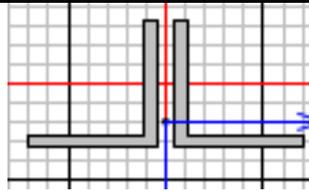


Figura 13: Sezione tipo controventi inferiori

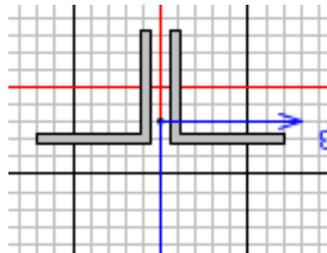


Figura 14: Sezione tipo controventi superiori e briglie superiori e inferiori

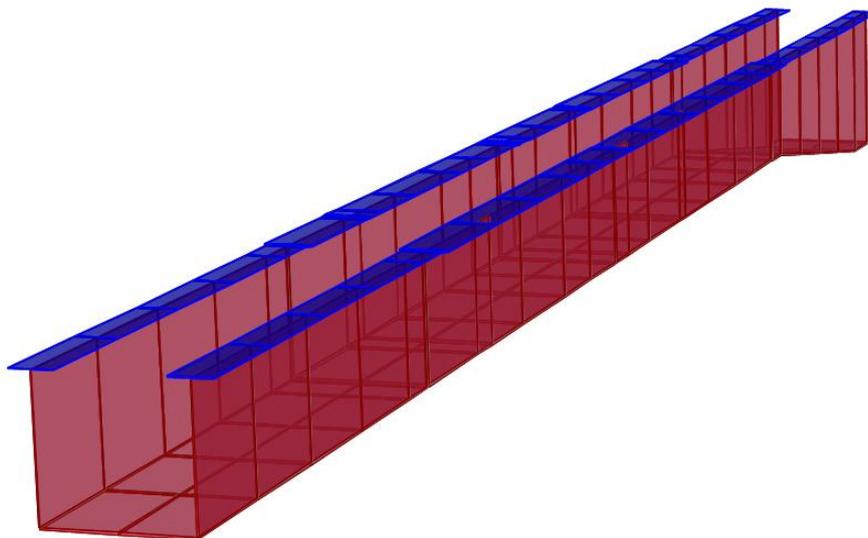


Figura 15: Vista assonometrica trave a U

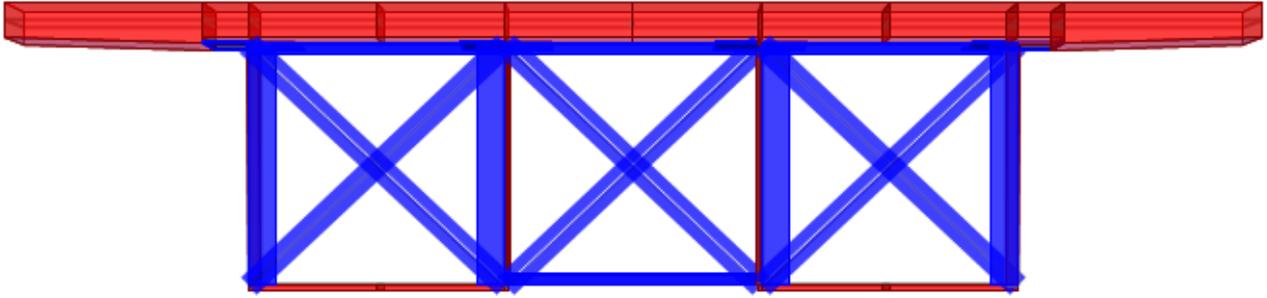


Figura 16: Sezione tipo impalcato

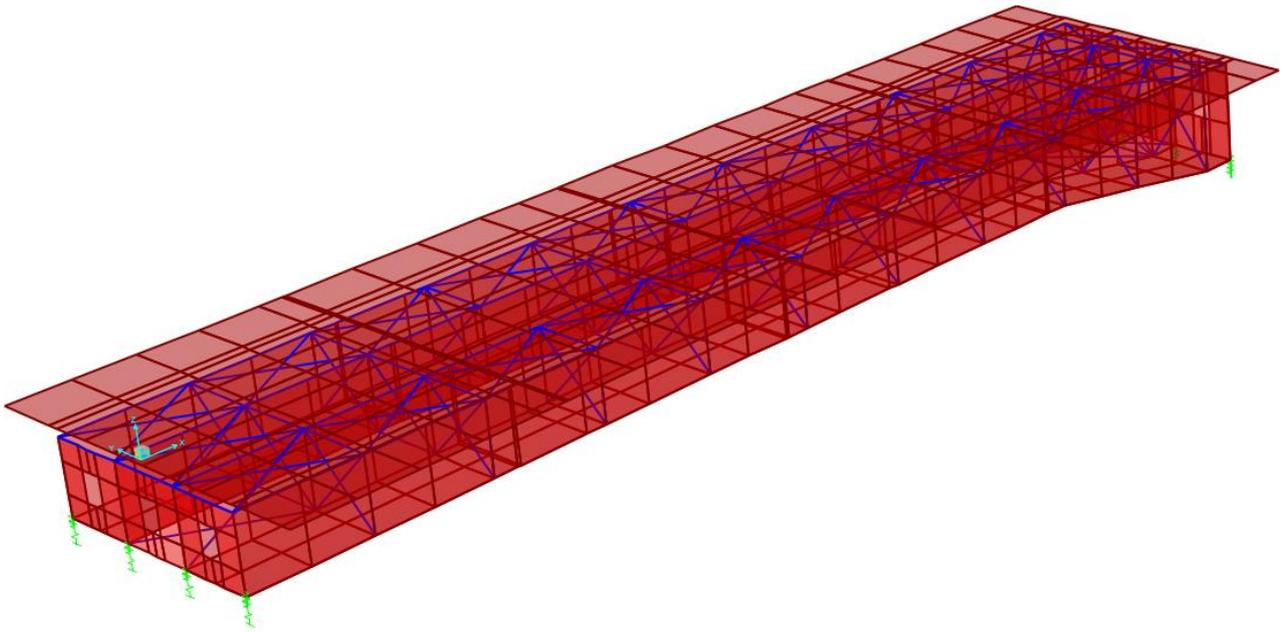


Figura 17: Vista assometrica modello

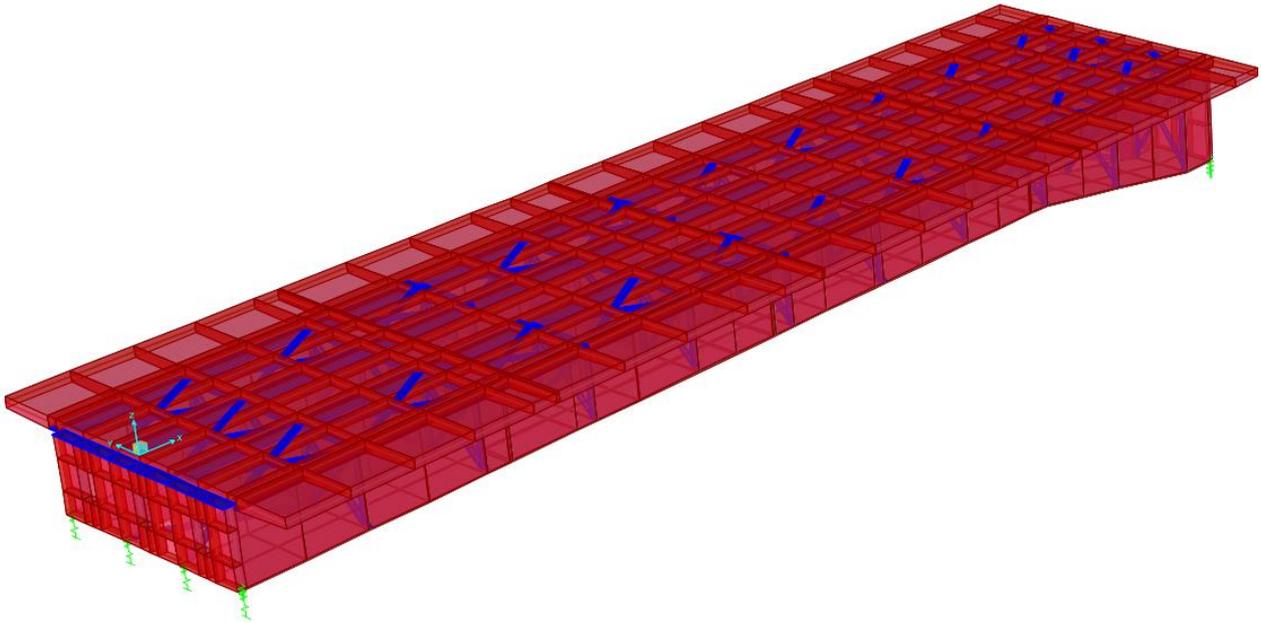


Figura 18: Vista assonometrica estrusa

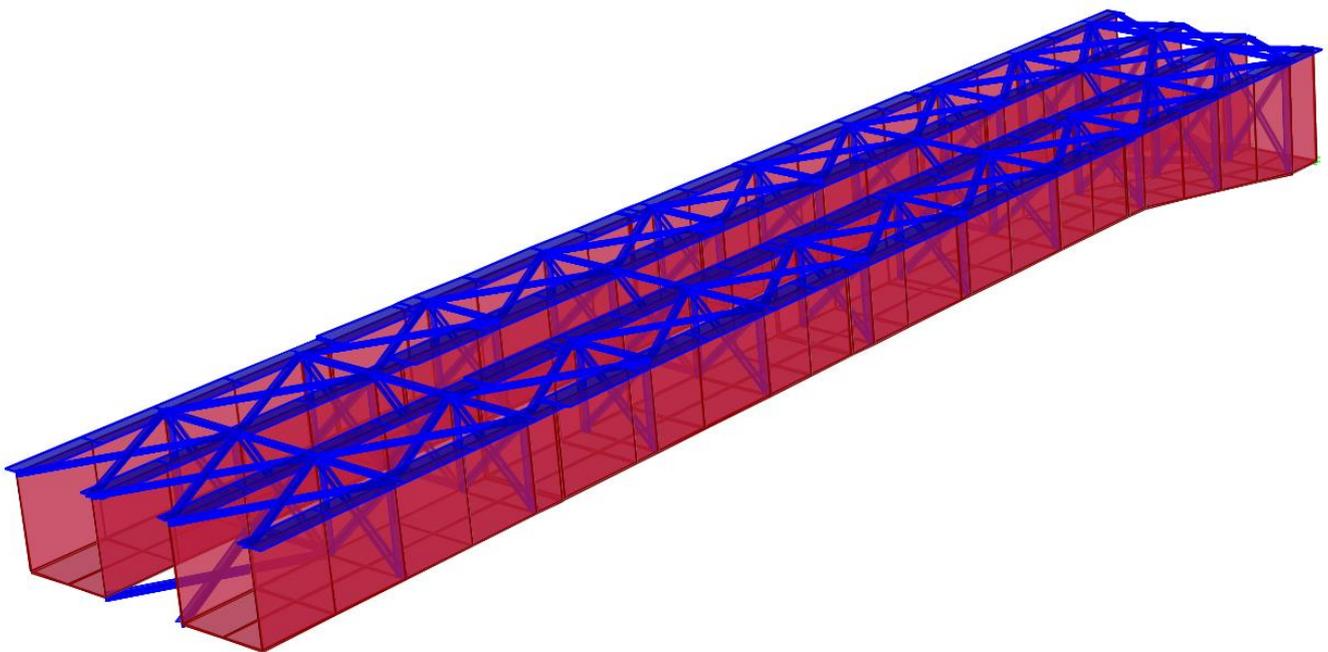


Figura 19: Vista assonometrica estrusa senza soletta e senza diaframmi di testata

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 44 di 172

7.2 Determinazione della prima frequenza propria

La frequenza propria è data dalla formula:

$$- f_1 = 17.75 / (\sqrt{\delta_0})$$

ove δ_0 è la freccia (in mm) dovuta ai carichi permanenti $g + p$

g = peso proprio della struttura

p = carichi permanenti

Essendo:

$\delta_g = 22$ mm; peso proprio

$\delta_p = 23$ mm; carichi permanenti aggiunti,

risulta:

$$\delta_0 = 45 \text{ mm}$$

$$f_1 = 17.75 / (\sqrt{\delta_0}) = 2.65 \text{ sec}^{-1}$$

Le Nuove Norme F.S. ammettono un range di valori ammissibili compresi fra 2,54÷5,68 per cui questa verifica risulta soddisfatta.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 45 di 172

7.3 Assegnazione carichi

7.3.1 *Pesi propri (g1)*

Il peso proprio degli elementi strutturali (impalcato metallico e soletta in c.a. gettata in opera) è stato fatto assumere direttamente dal programma di calcolo.

7.3.2 *Permanenti portati (g2)*

I carichi permanenti portati, computati come riportato al par.5.2, sono stati applicati al modello in parte come carichi di superficie, in parte come carichi lineari. In entrambi i casi i carichi sono applicati direttamente sulla soletta.

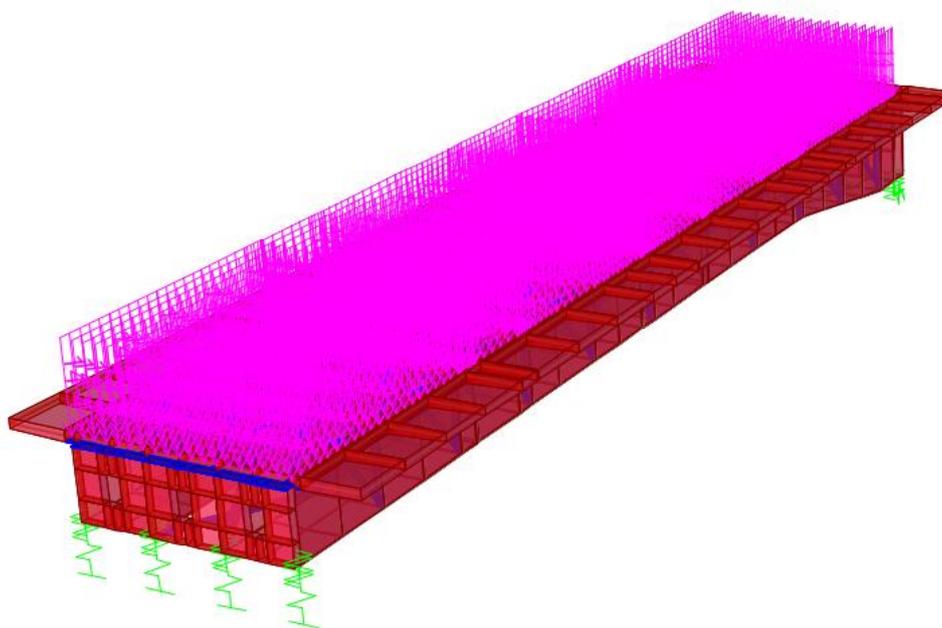


Figura 20: Carico ballast + massetto

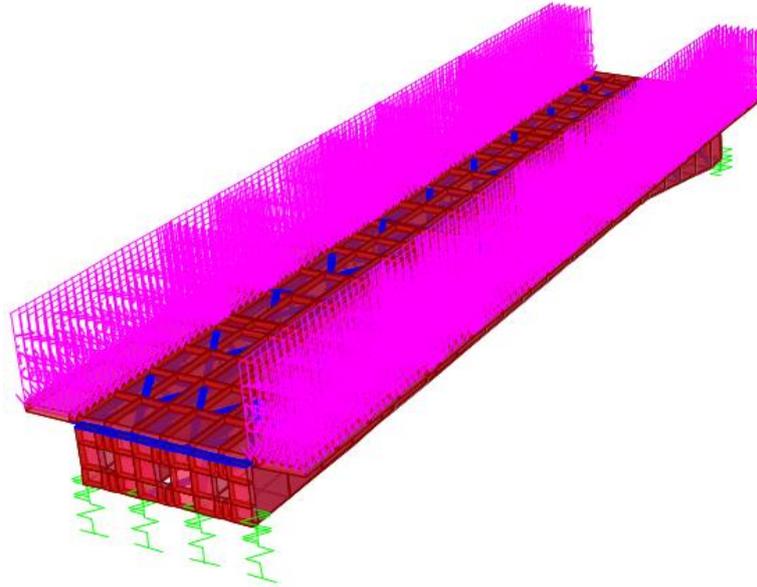


Figura 21: Carico massetto

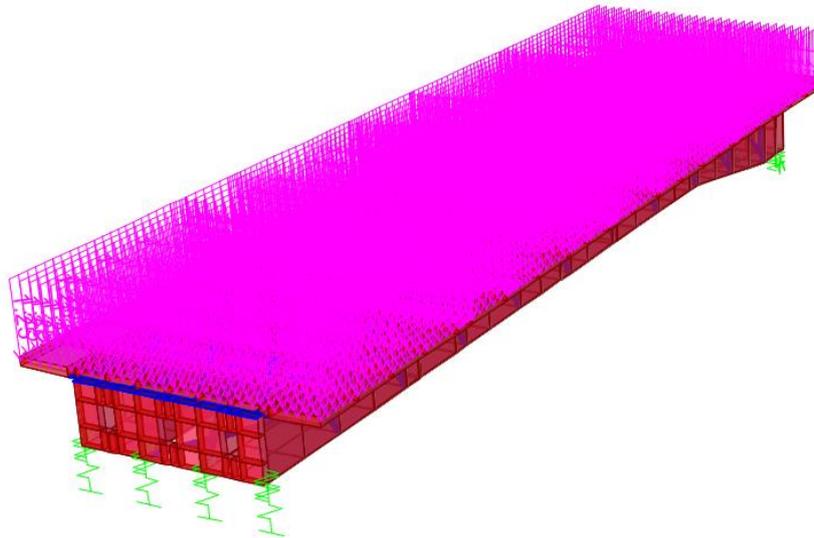


Figura 22: Carico lastre predalle

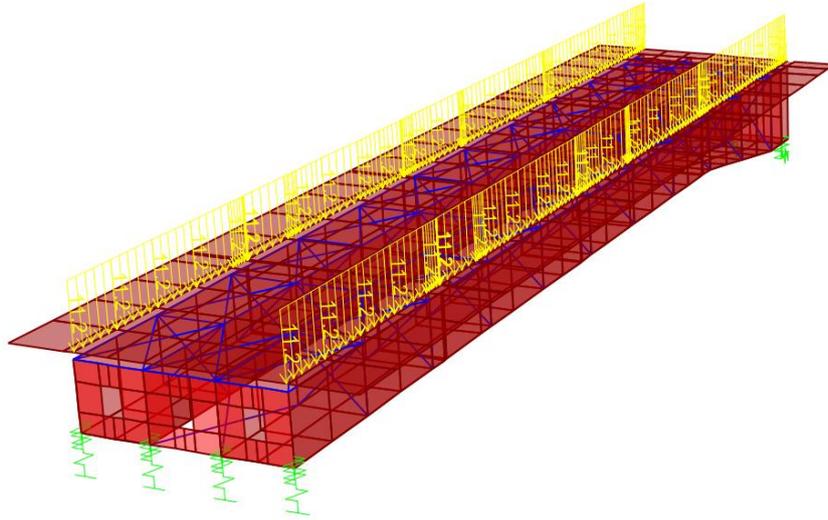


Figura 23: cavidotti e marciapiedi FFP

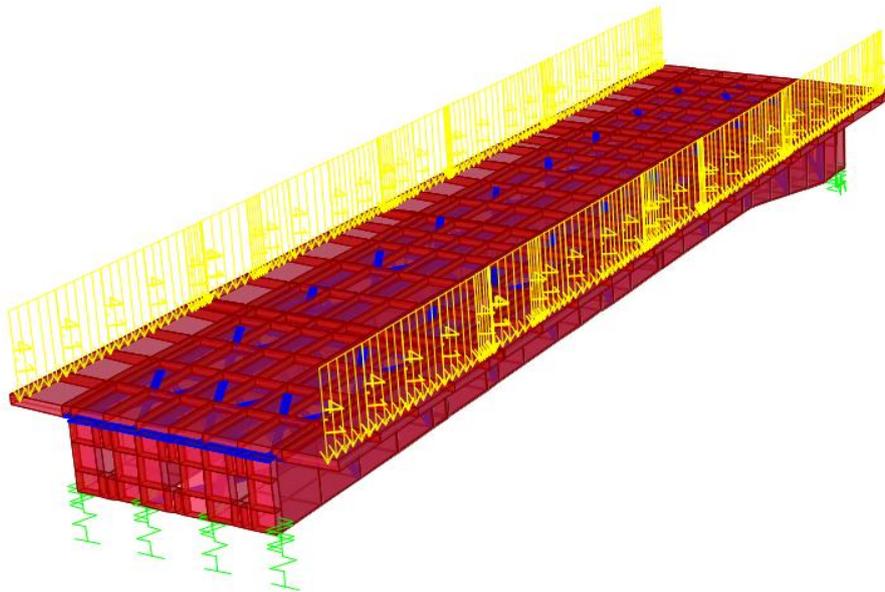


Figura 24: Carico cordoli

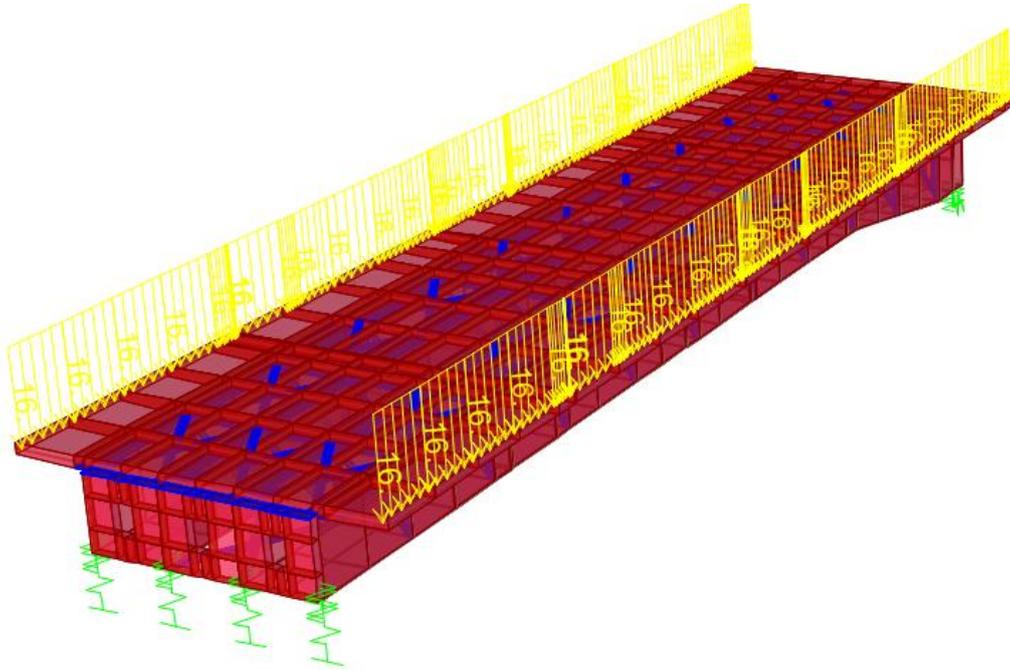


Figura 25: Carico barriere antirumore

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 49 di 172

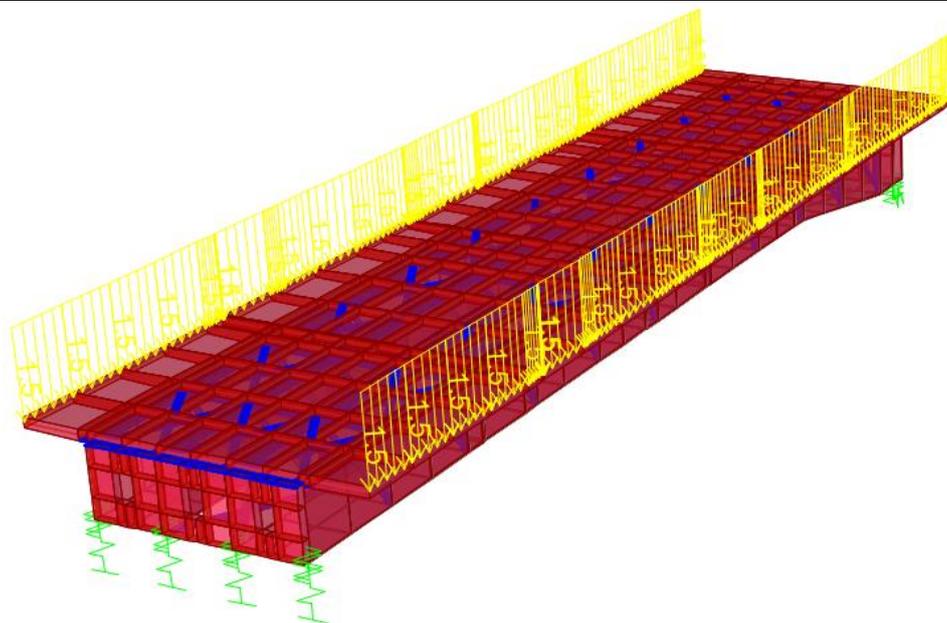


Figura 26: Carico velette

7.3.3 Carichi viaggianti: treni (q_1 , q_2)

I sovraccarichi mobili sono considerati nelle diverse disposizioni longitudinali e trasversali (eccentricità geometrica ed accidentale come definita al paragrafo 5.4) atte a generare le massime sollecitazioni nelle sezioni di verifica.

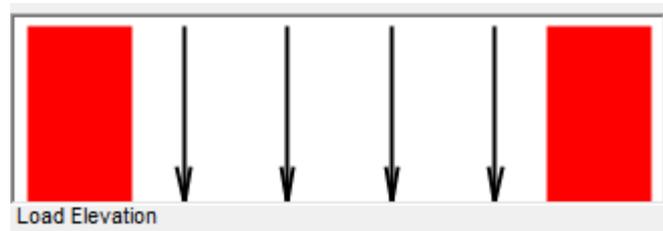
Il software di analisi strutturale agli elementi finiti CsiBridge utilizzato, tramite l'utility Moving Load Case, permette di costruire le superfici di influenza relative alle distinte sollecitazioni per ciascun punto della struttura, procedendo automaticamente nell'individuazione delle disposizioni longitudinali del carico mobile che massimizzano le suddette sollecitazioni.

I modelli di carico da traffico sono stati introdotti considerando il treno di carico LM71 su di un binario, il treno di carico SW/2 sull'altro e la condizione che prevede la contemporaneità di entrambe i treni.

Si riportano di seguito la definizione e l'applicazione nel modello di calcolo dei carichi viaggianti e delle corsie di carico:

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

Carichi viaggianti: LM71 (q1)



Load Length Type		Minimum Distance	Maximum Distance	Uniform Load	Uniform Width Type	Uniform Width	Axle Load	Axle Width Type	Axle Width
Trailing Load		Infinite		80.	Lane Width				
Leading Load		Infinite		80.	Lane Width		0.	Lane Width Line	
Fixed Length		0.8		0.	Lane Width		250.	Lane Width Line	
Fixed Length		1.6		0.	Lane Width		250.	Lane Width Line	
Fixed Length		1.6		0.	Lane Width		250.	Lane Width Line	
Fixed Length		0.8		0.	Lane Width		250.	Lane Width Line	
Trailing Load		Infinite		80.	Lane Width		0.	Lane Width Line	

Figura 27: Definizione carico treno LM71 (q1)

Carichi viaggianti: SW/2 (q2)



 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

Loads									
			Uniform Load Scale Factor	1				Axle Load Scale Factor	1
Load Length Type	Minimum Distance	Maximum Distance	Uniform Load	Uniform Width Type	Uniform Width	Axle Load	Axle Width Type	Axle Width	
Fixed Length	25.		150.	Lane Width		0.	One Point		
Fixed Length	25.		150.	Lane Width		0.	One Point		
Fixed Length	7.		0.	Lane Width		0.	One Point		
Fixed Length	25.		150.	Lane Width		0.	One Point		

Figura 28: Definizione carico treno SW/2 (q2)

Le corsie di carico su cui vengono fatti viaggiare i carichi mobili dei treni sono state definite in vista dell'applicazione della forza centrifuga, come verrà spiegato più avanti. Per questo motivo, tali corsie di carico si trovano a un'altezza di 1.80 m dal piano del ferro e hanno un raggio di curvatura pari a 1550 m.

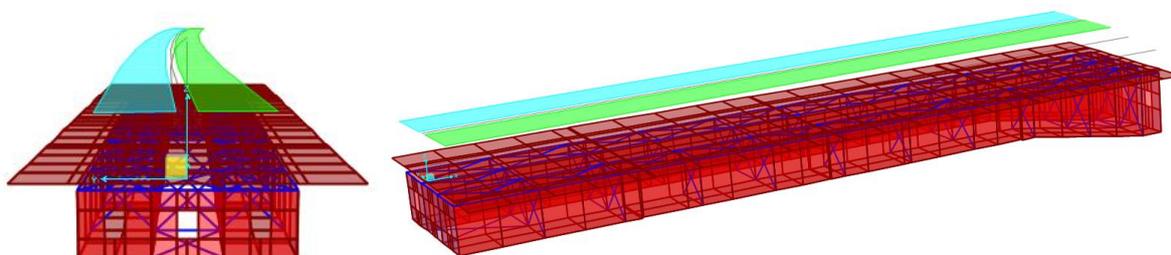


Figura 29: Corsie di carico treni LM71 e SW/2 (q1 e q2)

I casi di carico relativi ai treni sono stati moltiplicati per i relativi coefficienti di adattamento α e per il coefficiente dinamico Φ .

7.3.4 Carichi viaggianti: frenatura ed avviamento (q3, q4)

Le azioni dovute a frenatura ed avviamento dei treni, computate come riportato al par. 5.6, sono state applicate al modello dell'impalcato come riportato di seguito:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

Braking/Acceleration Load

Consider Braking Load

	Axle Loads	Uniform Loads
Factor Set 1	0	33
<input type="checkbox"/> Factor Set 2		
<input type="checkbox"/> Skew Factor		

Figura 30: Definizione carico avviamento treno LM71 (q3)

Braking/Acceleration Load

Consider Braking Load

	Axle Loads	Uniform Loads
Factor Set 1	0	35
<input type="checkbox"/> Factor Set 2		
<input type="checkbox"/> Skew Factor		

Figura 31: Definizione carico frenatura treno SW/2 (q4)

Le corsie di carico su cui vengono fatti viaggiare i carichi di avviamento e frenatura sono definite a una quota pari a quella del piano del ferro e hanno un raggio di curvatura pari a 1550 m.

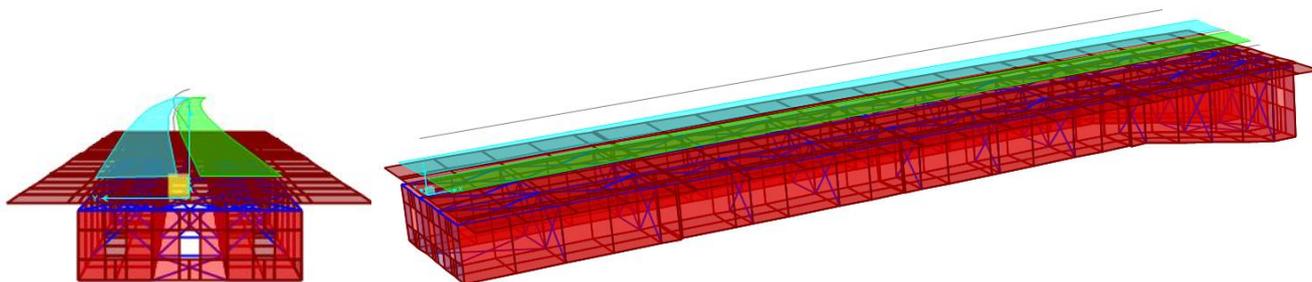


Figura 32: Corsie di carico avviamento LM71 (q3) e frenatura SW/2 (q4)

I casi di carico relativi all'avviamento e alla frenatura dei treni sono stati moltiplicati per i relativi coefficienti di adattamento α .

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO</p>					
<p>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</p>	<p>COMMESSA IF0H</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI 00 07 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 53 di 172</p>

7.3.5 Carichi viaggianti: azione centrifuga (q5, q6)

Le azioni dovute alla forza centrifuga agente sui treni, computate come riportato al par. 5.7, sono state applicate al modello dell'impalcato come riportato di seguito. Il software CsiBridge considera una forza centrifuga associata al passaggio di un carico verticale pari a:

$$F_{C, \text{BRIDGE}} = - (c v^2 / g) * (Q_v / R)$$

dove c = coefficiente moltiplicativo dei carichi verticali

v = velocità del carico verticale espressa in m/s

g = accelerazione di gravità

Q_v = carico verticale

R = raggio di curvatura della corsia di carico

Per tornare alla formula della normativa ferroviaria definita al par. 5.7, cioè

$$Q_{tk} = (\alpha \cdot f \cdot V^2 / 127) \cdot (Q_{vk} / R) = (\alpha \cdot f \cdot v^2 / g) \cdot (Q_{vk} / R),$$

nel software CsiBridge si pone $c = 1$ e si pone la velocità v uguale al risultato di $\sqrt{\alpha \cdot f} \cdot v$

$$\text{LM71} \quad v_{\text{BRIDGE}} \equiv v \sqrt{\alpha \cdot f} = 44.9 \text{ m/s}$$

$$\text{SW/2} \quad v_{\text{BRIDGE}} \equiv v \sqrt{\alpha \cdot f} = 27.8 \text{ m/s}$$

Le corsie di carico su cui viene fatto viaggiare il carico dell'azione centrifuga sono definite con un raggio di curvatura pari a 1550 m e a una quota di 1.80 m dal piano del ferro.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

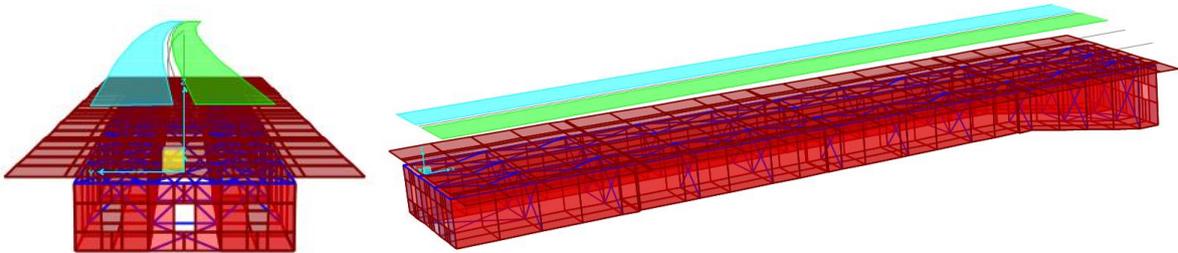


Figura 33: Corsie di carico forze centrifughe (q5 e q6)

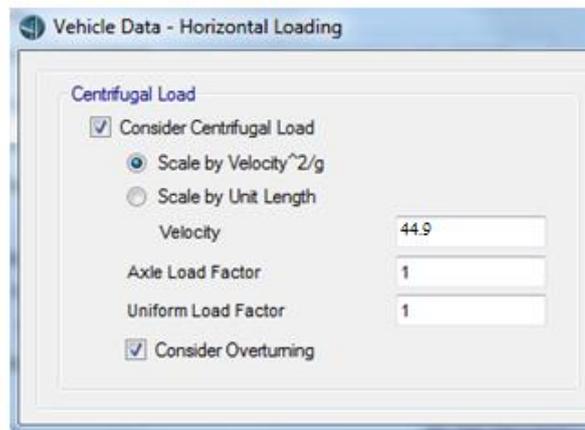


Figura 34: Definizione forza centrifuga LM71 (q5)

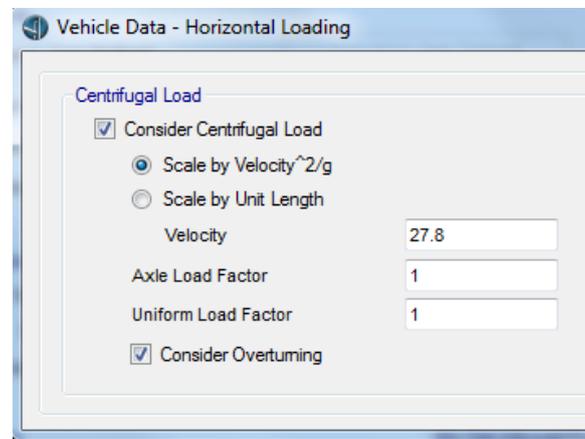


Figura 35: Definizione forza centrifuga SW/2 (q6)

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO</p>					
<p><i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i></p>	<p>COMMESSA IF0H</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI 00 07 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 55 di 172</p>

I casi di carico relativi alla forza centrifuga dei treni sono stati moltiplicati per i relativi coefficienti di adattamento α .

7.3.6 Carichi viaggianti: serpeggio (q7, q8)

Le azioni dovute al serpeggio computate come riportato al par. 5.8 sono state definite nel modello dell'impalcato come forza centrifuga associata a un carico verticale unitario fittizio distribuito su una lunghezza di 2 m e raggio di curvatura pari a ± 1 :

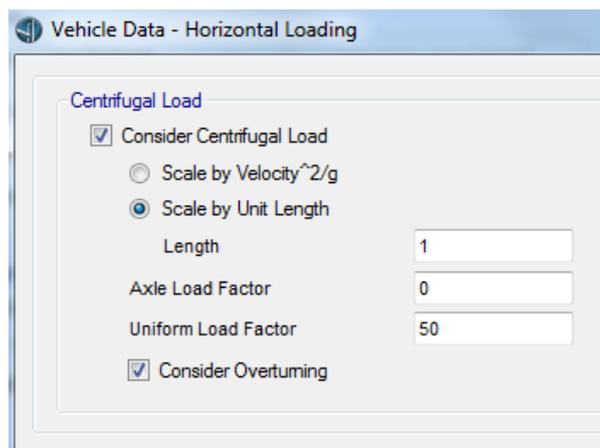


Figura 36: Definizione serpeggio LM71 e SW/2 (q7, q8)

I casi di carico relativi alla forza centrifuga dei treni sono stati moltiplicati per i relativi coefficienti di adattamento α .

7.3.7 Variazioni termiche (q9, q10, q11, q12)

Le azioni dovute alla variazione termica differenziale di $\pm 5^\circ$ tra trave in acciaio e soletta in calcestruzzo computate come riportato al paragrafo 5.10, sono state applicate alla sezione dell'impalcato secondo gli andamenti di seguito illustrati.

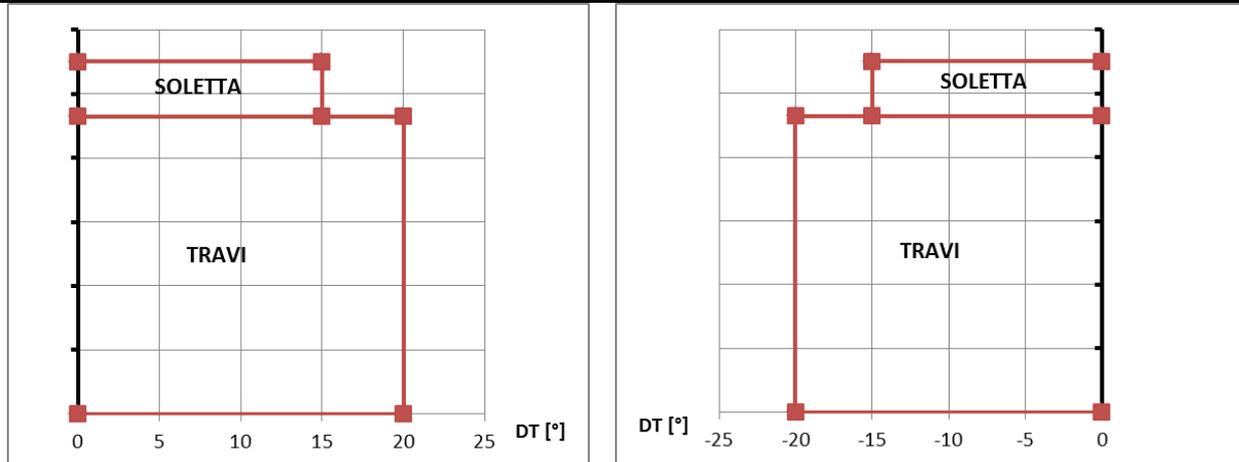


Figura 37: Variazione termica uniforme + differenziale fra soletta e travi (q9, q11)

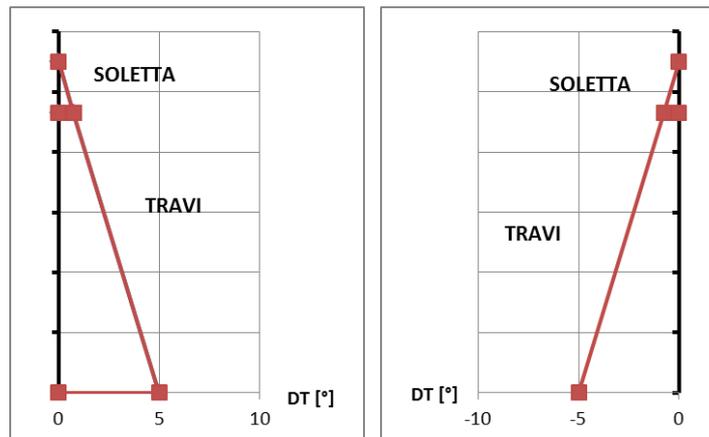


Figura 38: Gradiente termico (q10, q12)

7.3.8 Ritiro calcestruzzo (q13)

Le azioni dovute al ritiro computate come riportato al par. 5.9, sono state assegnate nel modello come deformazione imposta alle shell che compongono la soletta.

$$\varepsilon_{\text{rit}} = \alpha_{\text{cls}} DT = 0.00001 \cdot (-10.28^\circ) = -0.00010$$

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 57 di 172

7.3.9 Vento (q_{14} , q_{15} , q_{16})

Le azioni del vento, determinate secondo quanto riportato al paragrafo 5.12, sono state applicate al modello dell'impalcato considerando tre casi.

7.3.9.1 Impalcato con due binari carichi (q_{14}):

Si considera la compresenza delle seguenti azioni:

- vento che colpisce le travi in acciaio, generando un carico di superficie in direzione trasversale;

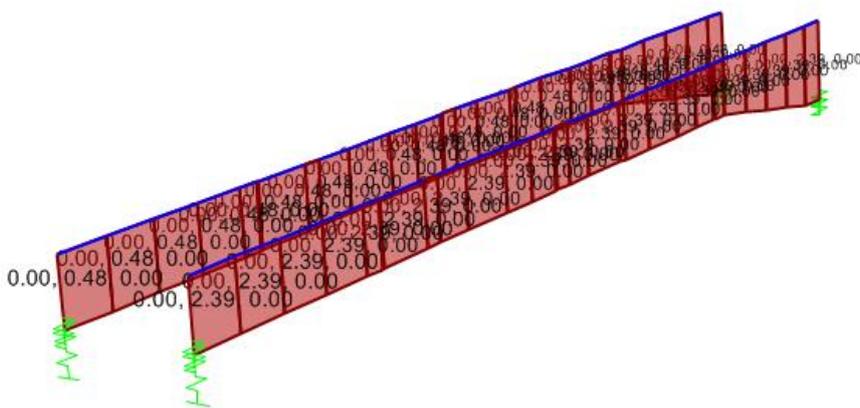


Figura 39: Carico di superficie dir y dovuto a vento su travi

- vento che colpisce la prima barriera antirumore, generando sul piano medio della soletta un carico in direzione trasversale e un momento intorno all'asse longitudinale, entrambi ripartiti longitudinalmente.

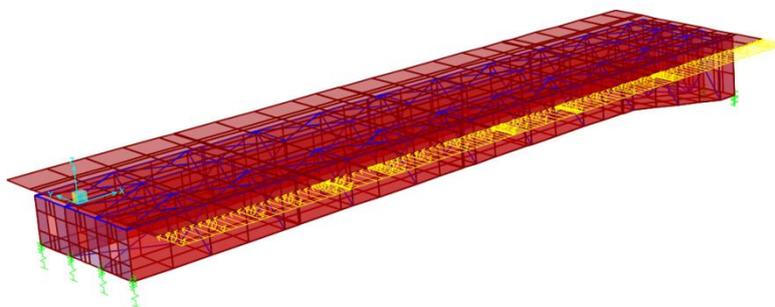


Figura 40: Carico lineare dir y dovuto a vento su barriera

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 58 di 172

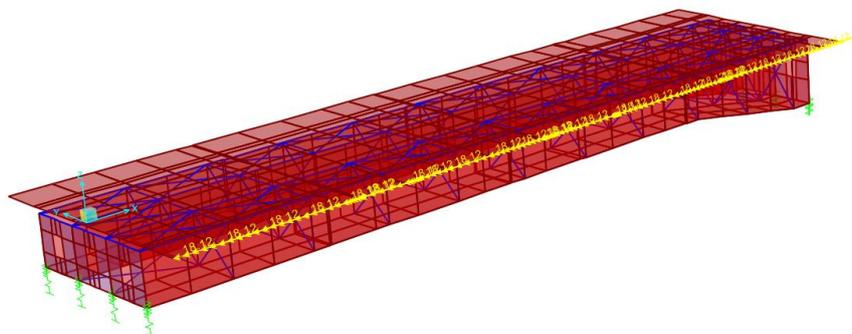


Figura 41: Momento lineare intorno a x dovuto a vento su barriera

7.3.9.2 Impalcato con un binario carico (q15):

Si considera la compresenza delle seguenti azioni:

- vento che colpisce le travi in acciaio, generando un carico di superficie in direzione trasversale;
- vento che colpisce la prima barriera antirumore, generando sul piano medio della soletta un carico in direzione trasversale e un momento intorno all'asse longitudinale, entrambi ripartiti longitudinalmente;
- vento che colpisce il convoglio ferroviario: per tenere conto di questo si applica un carico di superficie in direzione trasversale e un momento di superficie intorno all'asse longitudinale.

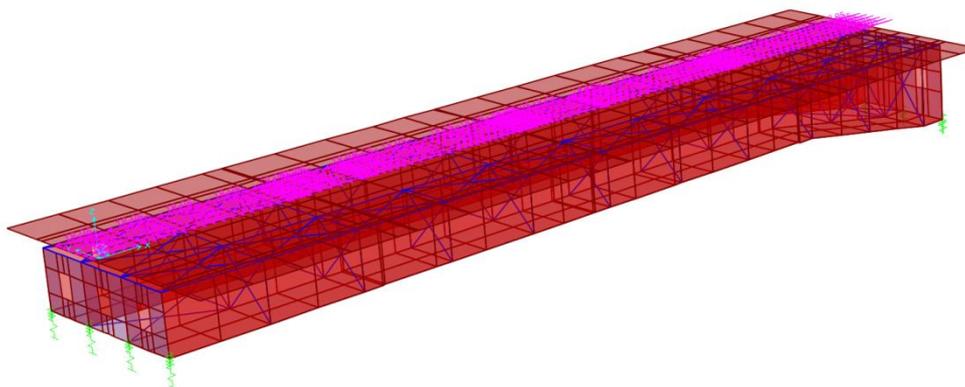


Figura 42: Carico dir y ripartito su superficie, dovuto a vento su treno

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 59 di 172

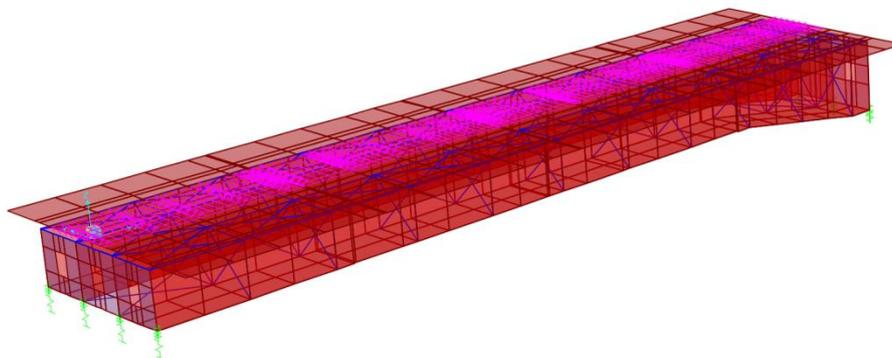


Figura 43: Momento intorno a x ripartito su superficie, dovuto a vento su treno

7.3.9.3 Impalcato scarico (q16)

Si considera la compresenza delle seguenti azioni:

- vento che colpisce le travi in acciaio, generando un carico di superficie in direzione trasversale;
- vento che colpisce entrambe le barriere antirumore, generando sul piano medio della soletta carichi in direzione trasversale e momenti intorno all'asse longitudinale, entrambi ripartiti longitudinalmente.

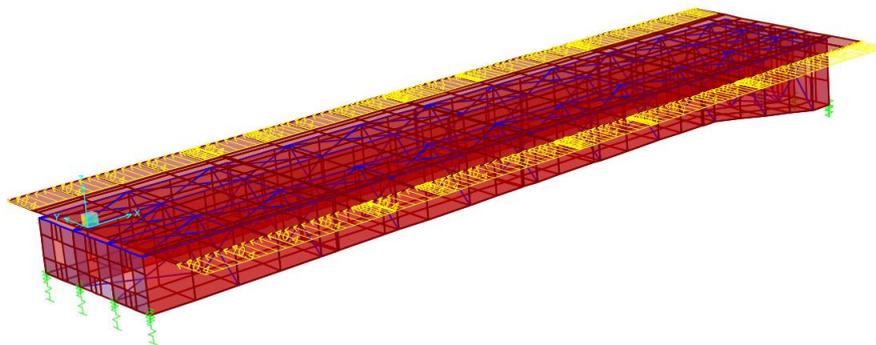


Figura 44: Carichi lineari dir y dovuti a vento su entrambe le barriere

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 60 di 172

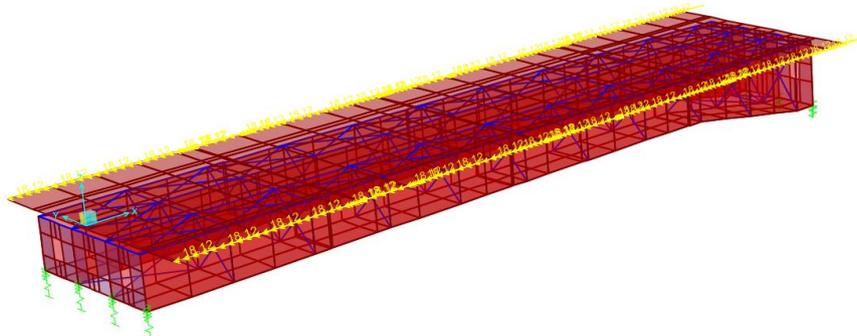


Figura 45: Momenti lineari intorno a x dovuti a vento su entrambe le barriere

7.4 Verifiche di resistenza

Conformemente alle prescrizioni normative in materia di costruzioni in acciaio – calcestruzzo, le verifiche di resistenza delle sezioni in esame sono condotte sia nella fase di costruzione in cui la sezione resistente è costituita dalle sole travi in acciaio e la soletta costituisce solo un carico, sia nella fase in cui la sezione resistente è composta dalle travi e dalla soletta in c.a.

Le verifiche allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio sono state condotte in automatico dal software di calcolo CsiBridge secondo l'Eurocodice.

Ad ogni section cut il programma effettua la classificazione della sezione, separatamente per flessione positiva e negativa, sia per la sezione composta che per la sezione non composta. La classificazione di una sezione trasversale dipende dal rapporto larghezza spessore delle parti soggette a compressione. Una sezione trasversale viene classificata secondo la classe più alta delle sue parti compresse.

Nel calcolo della resistenza della sezione viene tenuto conto anche dell'instabilità locale delle piattabande compresse:

- per flessione positiva nella sezione composta, le piattabande superiori sono compresse ma collegate alla soletta in c.a. tramite i connettori a taglio e le piattabande inferiori sono tese, per cui le loro resistenze non sono limitate dall'instabilità;
- per flessione positiva sulla sezione non composta, le piattabande superiori sono compresse e non vincolate dalla soletta in c.a., per cui la loro resistenza potrebbe essere limitata dalla verifica locale all'instabilità;

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO</p>					
<p><i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i></p>	<p>COMMESSA IF0H</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI 00 07 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 61 di 172</p>

- per flessione negativa sulla sezione composta, le piattabande superiori sono sempre tese, mentre le piattabande inferiori sono compresse. Quindi la resistenza delle piattabande inferiori potrebbe essere limitata dalla resistenza locale all'instabilità;

- per flessione negativa nella sezione non composta, valgono le stesse considerazioni del punto precedente.

Il programma esegue la verifica di instabilità flesso-torsionale ad ogni section cut.

All'interno del software, il calcolo della tensione nelle piattabande delle travi in acciaio viene effettuato secondo la formula seguente:

$$f_{bu} = \frac{P}{A_{comp}} + \frac{M_{NC}}{S_{steel}} + \frac{M_{LTC}}{S_{LTC}} + \frac{M_{STC}}{S_{STC}}$$

in cui:

P = sforzo normale di calcolo

M_{NC} = momento flettente di calcolo agente sulla sezione non composta

M_{LTC} = momento flettente di calcolo agente sulla sezione composta a lungo termine

M_{STC} = momento flettente di calcolo agente sulla sezione composta a breve termine

A_{comp} = area della sezione composta

S_{n steel} = modulo di resistenza a flessione della sezione non composta

S_{LTC} = modulo di resistenza a flessione della sezione composta a lungo termine

S_{STC} = modulo di resistenza a flessione della sezione composta a breve termine

Ad ogni caso di carico, infatti, è stata assegnata una categoria di progetto: sezione non composta, sezione composta lungo termine, sezione composta breve termine. Di conseguenza le sollecitazioni che ne derivano verranno automaticamente computate all'interno di M_{NC}, M_{LTC} o di M_{STC}.

Azioni permanenti

Categoria di progetto

*Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	62 di 172

g1 =	peso proprio delle strutture	sezione non composta
		sezione composta lungo
g2 =	carichi permanenti portati	termine
	<i>Azioni variabili</i>	
		sezione composta breve
q1 =	treno LM71	termine
		sezione composta breve
q2 =	treno SW/2	termine
		sezione composta breve
q3 =	avviamento/frenatura LM71	termine
		sezione composta breve
q4 =	avviamento/frenatura SW/2	termine
		sezione composta breve
q5 =	centrifuga LM71	termine
		sezione composta breve
q6 =	centrifuga SW/2	termine
		sezione composta breve
q7 =	serpeggio LM71	termine
		sezione composta breve
q8 =	serpeggio SW/2	termine
		sezione composta breve
q9 =	DT unif +	termine
		sezione composta breve
q10 =	DT grad +	termine
		sezione composta breve
q11 =	DT unif -	termine
		sezione composta breve
q12 =	DT grad -	termine
q13 =	ritiro cls	sezione composta lungo

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO</p>					
<p><i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i></p>	<p>COMMESSA</p> <p>IF0H</p>	<p>LOTTO</p> <p>02</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>VI 00 07 002</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>63 di 172</p>

	termine
	sezione composta breve
q14 = vento con 2 binari carichi	termine
	sezione composta breve
q15 = vento con 1 binario carico	termine
	sezione composta breve
q16 = vento con binari scarichi	termine
	sezione composta breve
q17= folla sui marciapiedi	termine
	sezione composta breve
q18 = sisma direzione x (longitudinale)	termine
	sezione composta breve
q19 = sisma direzione y (trasversale)	termine
	sezione composta breve
q20 = sisma direzione z (verticale)	termine
	sezione composta breve
q21 = resistenze parassite dei vincoli	termine
	sezione composta breve
q22 = deragliamento	termine

Il modulo di resistenza a flessione positiva della sezione composta a breve termine è calcolato omogeneizzando la trave a calcestruzzo tramite il rapporto tra i moduli elastici dell'acciaio e del calcestruzzo.

Il modulo di resistenza a flessione positiva della sezione composta a lungo termine usa un rapporto tra i moduli elastici fattorizzato con n , dove n tiene conto degli effetti viscosi ed è pari a $1 + \Phi = 3.89$. Gli effetti dell'armatura di compressione vengono ignorati.

Per momento negativo, la soletta in calcestruzzo è considerata fessurata e non è quindi inclusa nel calcolo del modulo di resistenza a flessione, mentre l'armatura di trazione è considerata.

Per le sezioni di classe 4, nel calcolo delle tensioni vengono utilizzate le proprietà effettive della sezione.

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO</p>					
<p><i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i></p>	<p>COMMESSA IF0H</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI 00 07 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 64 di 172</p>

- **Verifiche SLU - FASE DI ESERCIZIO**

Il programma verifica ad ogni section cut la resistenza della sezione a flessione positiva, a flessione negativa e a taglio. Considera anche l'interazione taglio - flessione positiva e taglio - flessione negativa.

La verifica viene restituita sotto forma di rapporto D/C (Demand/Capacity), che nell'esempio di flessione positiva in sezioni di classe 4 è pari a:

$$DoverC = \max \left(\frac{f_{buTop}}{f_{ydTop}}, \frac{f_{buBot}}{f_{ydBot}}, \frac{f_{deck}}{f_{cddeck}} \right)$$

dove:

f_{buTop} = tensione di calcolo nella piattabanda superiore

f_{buBot} = tensione di calcolo nella piattabanda inferiore

f_{deck} = tensione di calcolo all'estradosso della soletta in c.a.

f_{ydTop} = tensione di snervamento dell'acciaio della piattabanda superiore

f_{ydBot} = tensione di snervamento dell'acciaio della piattabanda inferiore

f_{cddeck} = resistenza di calcolo del calcestruzzo della soletta

Nel caso di verifica a taglio, il software calcola la forza di taglio che agisce sulle anime delle travi come effetto della somma delle tensioni dovute al taglio e alla torsione agenti sulla sezione complessiva. Il rapporto D/C che restituisce è pari a:

$$DoverC = \frac{V_{ed} + V_{tor}}{V_{bw,Rd}}$$

dove

V_{ed} = forza di taglio agente sull'anima derivante dalle tensioni tangenziali dovute al taglio sulla sezione

V_{tor} = forza di taglio agente sull'anima derivante dalle tensioni tangenziali dovute alla torsione sulla sezione

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 65 di 172

- **Verifiche SLU - FASE DI COSTRUZIONE**

Per ogni section cut, per delle combinazioni di carico create ad hoc (in questo caso la combinazione “FASE 0”), il programma assume la soletta in c.a. non collaborante.

Nei paragrafi successivi è stata adottata la seguente convenzione sui segni delle sollecitazioni e delle tensioni:

$N > 0$ sforzo normale di trazione;

$M > 0$ momento flettente che tende le fibre inferiori;

$\sigma > 0$ tensioni normali di trazione.

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO</p>					
	<p>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</p>	<p>COMMESSA IF0H</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI 00 07 002</p>	<p>REV. A</p>

7.4.1 Geometria impalcato

Nel seguito si sintetizzano le caratteristiche delle sezioni resistenti della trave oggetto di verifica:

- Concio 1 (L = 10.30 m)

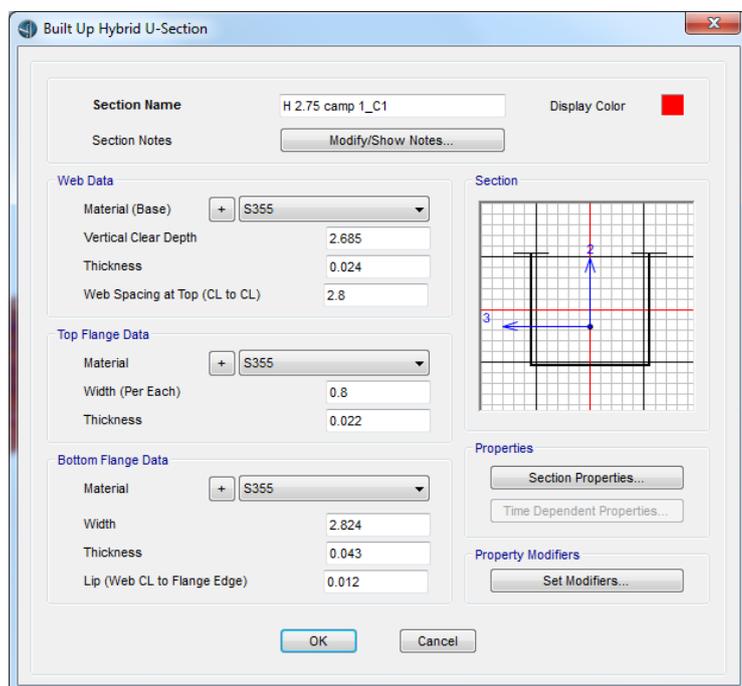


Figura 46: Caratteristiche geometriche della trave in acciaio

Property	Value
A	8.9896
J	9.8462
I33	12.7637
I22	118.9561
I23	0.
AS2	1.9697
AS3	5.5392
S33(+face)	12.7655
S33(-face)	5.868
S22(+face)	17.3658
S22(-face)	17.3658
Z33	12.4808
Z22	36.4407
r33	1.1916
r22	3.6377
Xcg	6.85
Ycg	2.1751
Xpna	6.85
Ypna	2.7367

Figura 47: Caratteristiche meccaniche della sezione di impalcato omogeneizzato a cls

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	67 di 172

- Concio 2 (L = 10.80 m) e concio 3 (L = 12.60 m)

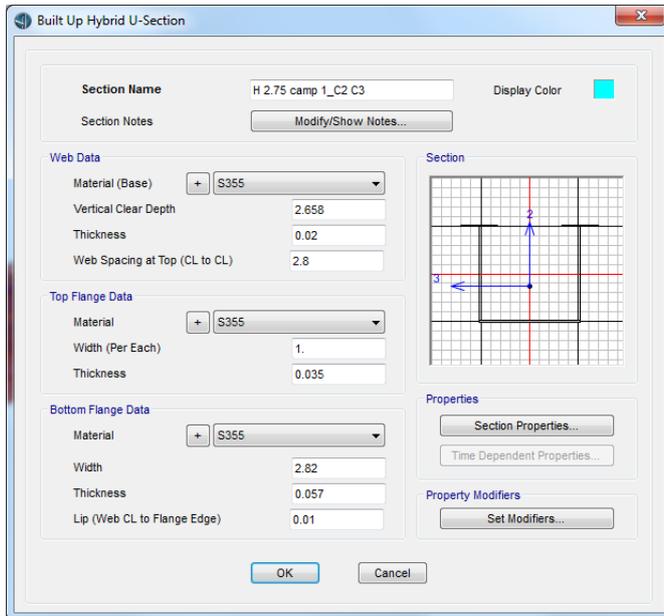


Figura 48: Caratteristiche geometriche della trave in acciaio

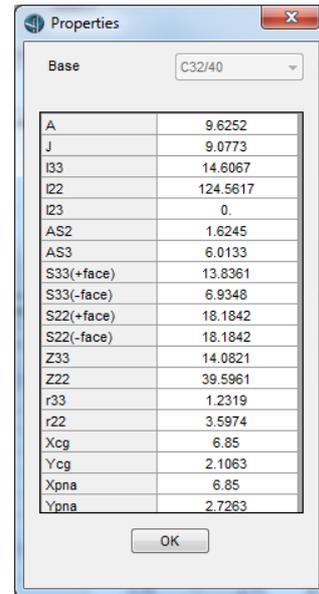


Figura 49: Caratteristiche meccaniche della sezione di impalcato omogeneizzato a cls

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	68 di 172

- Concio 4 (L = 11.30)

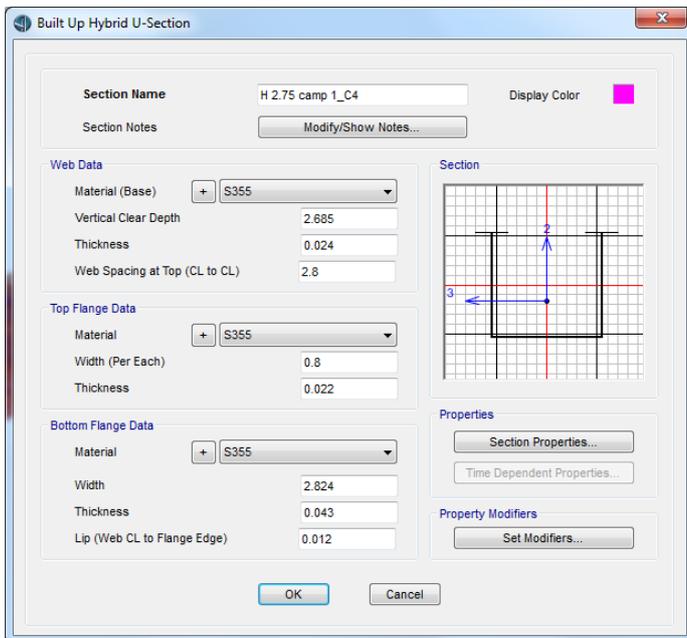
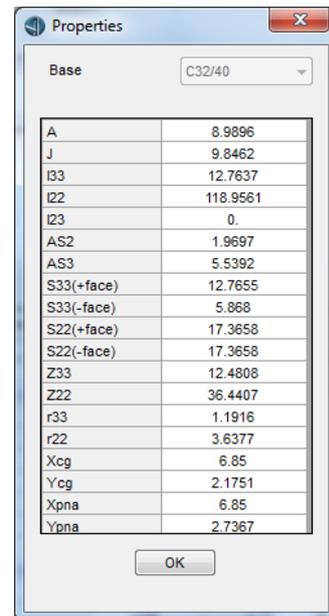


Figura 50: Caratteristiche geometriche della trave in acciaio
H=2.75m



Property	Value
A	8.9896
J	9.8462
I33	12.7637
I22	118.9561
I23	0.
AS2	1.9697
AS3	5.5392
S33(+face)	12.7655
S33(-face)	5.868
S22(+face)	17.3658
S22(-face)	17.3658
Z33	12.4808
Z22	36.4407
r33	1.1916
r22	3.6377
Xcg	6.85
Ycg	2.1751
Xpna	6.85
Ypna	2.7367

Figura 51: Caratteristiche meccaniche della sezione
di impalcato omogeneizzato a cls

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO</p>					
	<p>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</p>	<p>COMMESSA IF0H</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI 00 07 002</p>	<p>REV. A</p>

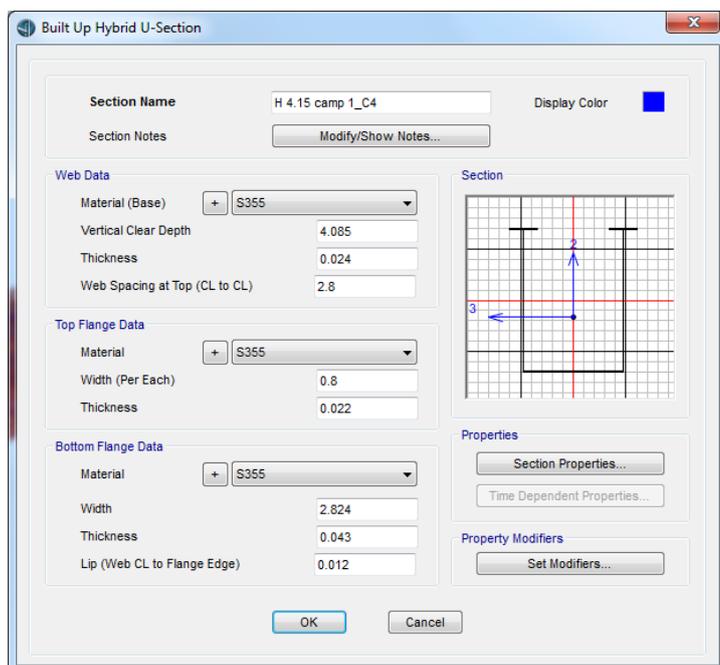


Figura 52: Caratteristiche geometriche della trave in acciaio
H=4.15m

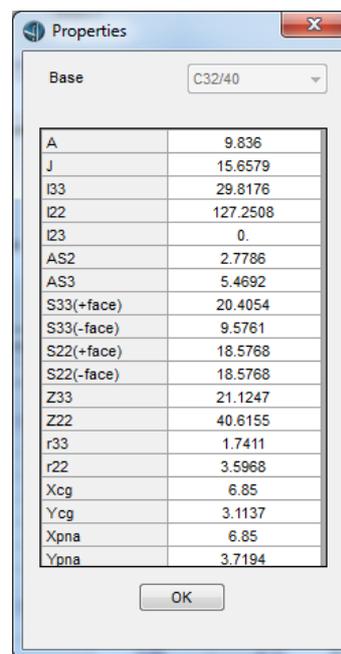


Figura 53: Caratteristiche meccaniche della sezione
di impalcato omogeneizzato a cls

7.4.2 Calcolo delle tensioni

Considerando quanto indicato nel paragrafo 7.4 si riportano nel seguito i diagrammi relativi all'andamento delle sollecitazioni che agiscono sulla sezione dell'impalcato e delle tensioni che si generano nelle sezioni delle travi. In particolare si riportano i valori relativi alla combinazione SLU più gravosa, in termini di:

- momento flettente agente sulla sezione non composta nella fase 0;
- taglio agente sulla sezione non composta nella fase 0;
- momento flettente agente sulla sezione composta;
- taglio agente sulla sezione composta;
- tensioni sulle piattabande superiori e inferiori della trave;

- tensioni tangenziali nell'anima della trave.

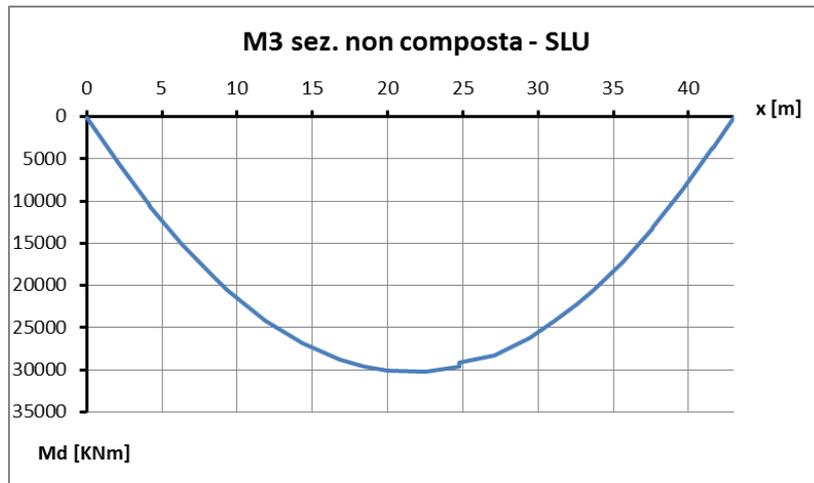


Figura 54: Momento flettente SLU agente sulla sezione non composta nella fase 0

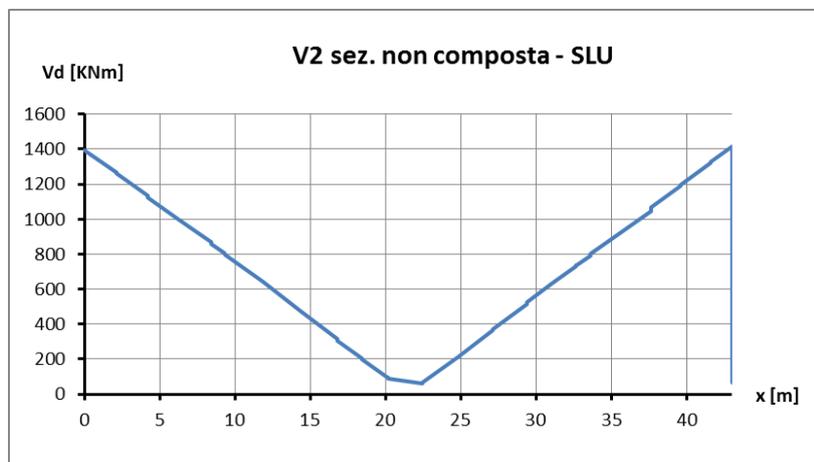


Figura 55: Taglio SLU agente sulla sezione non composta nella fase 0

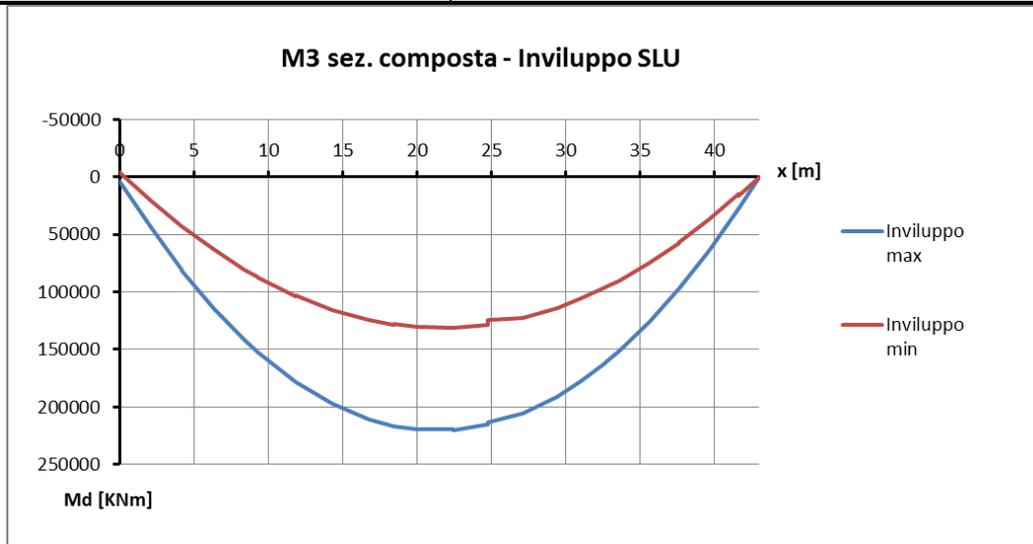


Figura 56: Momento flettente SLU agente sulla sezione composta

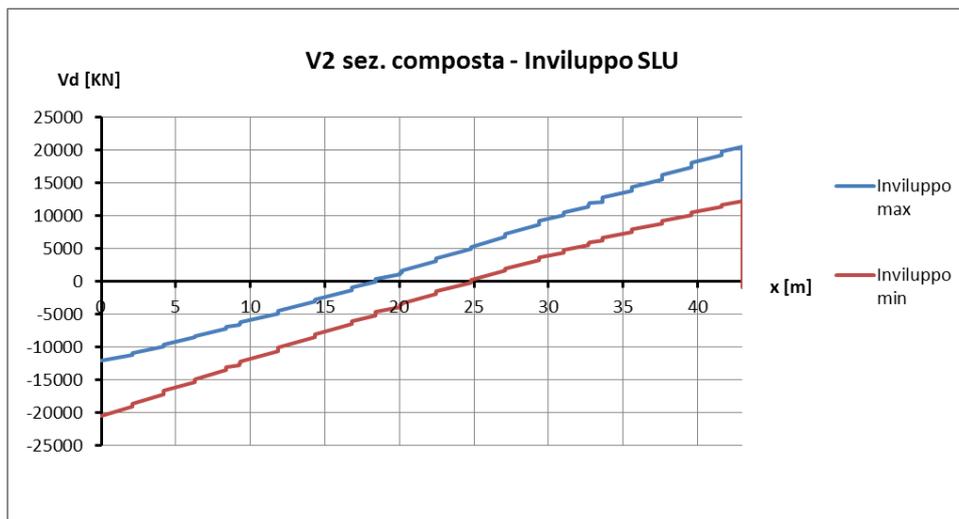


Figura 57: Taglio SLU agente sulla sezione composta

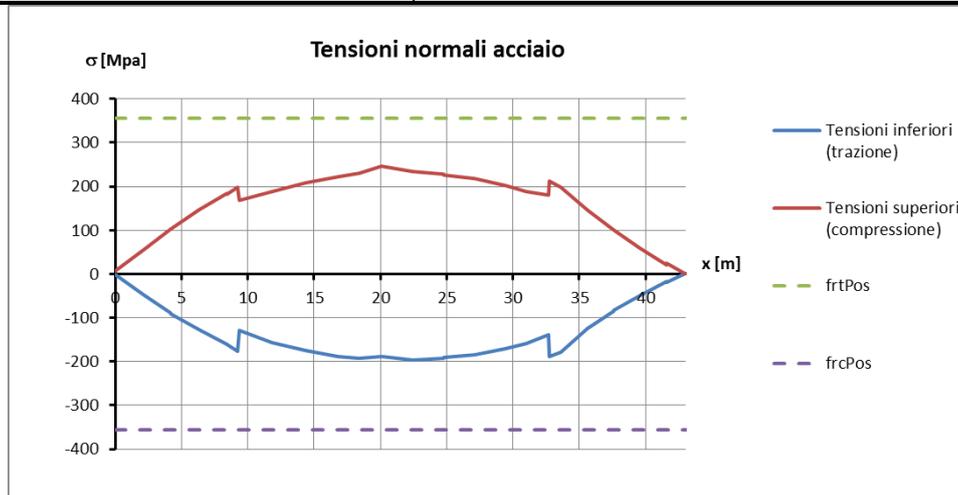


Figura 58: Tensioni normali SLU agenti sulle piattabande superiori e inferiori della trave

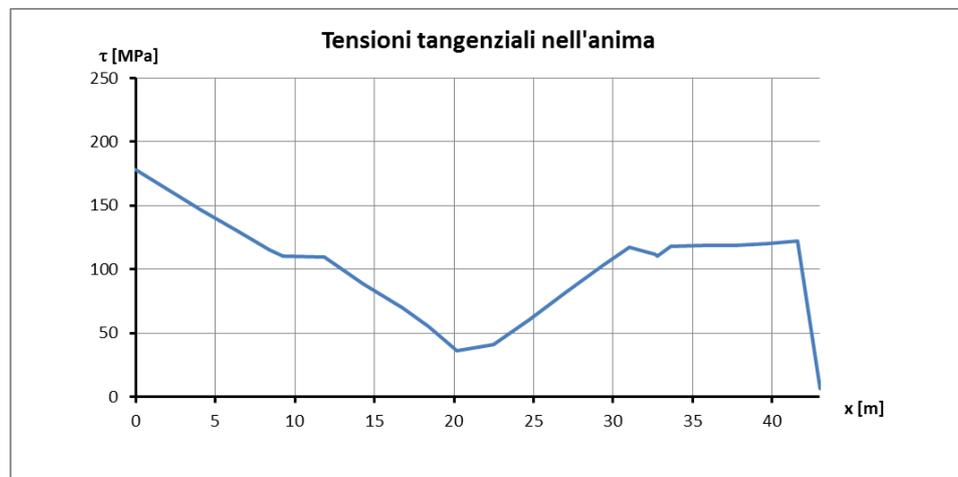
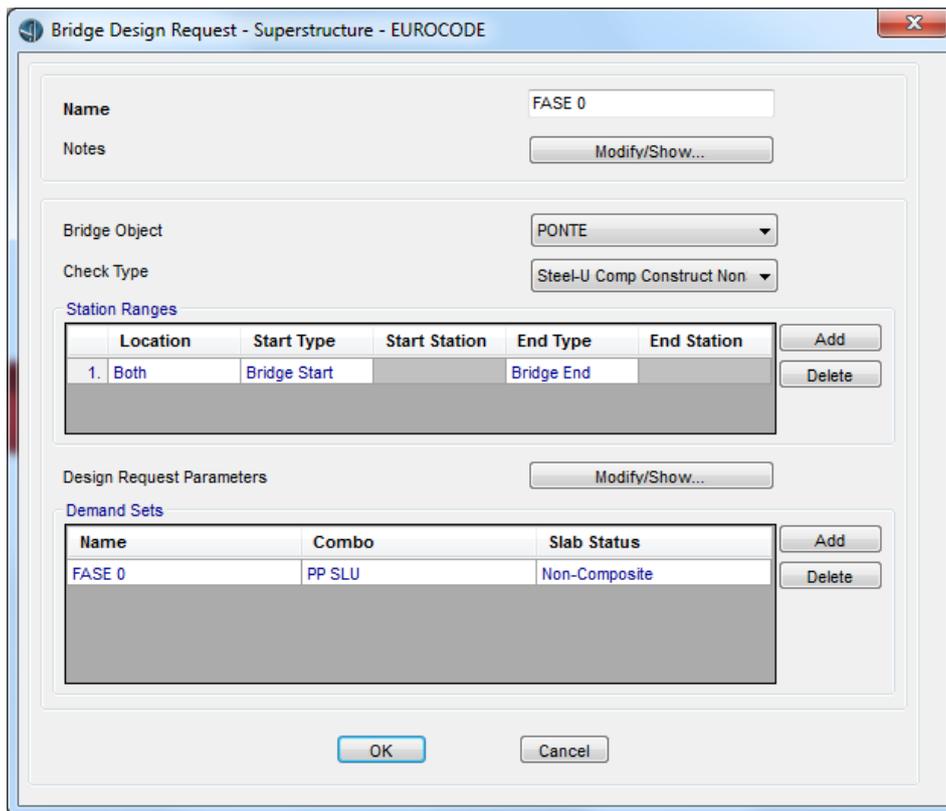


Figura 59: Tensioni tangenziali SLU agenti sull'anima della trave

7.4.3 Verifica sezione non composta - flessione



Legenda – Verifica flessione positiva SLU sezioni a U non composte

DesReqName	Nome della verifica
Station	Progressiva della section cut
Location	Specifica se gli output della section cut sono calcolati prima o dopo la progressiva.
Girder	Nome della trave
Combo	Nome della combinazione di carico
CodeEqn	Equazione dell'Eurocodice utilizzata per calcolare la resistenza
SlabStatus	Condizione della soletta in c.a.: sezione composta /sezione non composta
MuPos	Momento di calcolo. Se negativo è posto uguale a zero. Riportato solo per sezioni di classe 1 e 2, altrimenti è posto uguale a zero.

Pu	Sforzo normale di calcolo nella trave. Considerato solo quando si usa la Stage Analysis, altrimenti è posto uguale a 0.
MuNonComp	Momento di calcolo sulla sezione non composta. Riportato solo quando non si usa la Stage Analysis, altrimenti è posto uguale a zero.
MuLTerm	Momento di calcolo sulla sezione composta a lungo termine. Riportato solo quando non si usa la Stage Analysis, altrimenti è posto uguale a 0.
MuSTerm	Momento di progetto sulla sezione composta a breve termine. Riportato solo quando non si usa la Stage Analysis, altrimenti è posto uguale a 0.
fbuComp	Tensione di compressione sulla piattabanda superiore dovuta alle azioni di calcolo in corrispondenza della section cut. Riportata solo per sezioni di classe 3e 4, altrimenti è posta uguale a 0.
fbuTens	Tensione di trazione sulla piattabanda inferiore dovuta alle azioni di calcolo in corrispondenza della section cut. Riportata solo per sezioni di classe 3e 4, altrimenti è posta uguale a 0.
MDiaphDown	Momento di progetto in corrispondenza del più vicino diaframma precedente o supporto rigido.
MDiaphUp	Momento di progetto in corrispondenza del più vicino diaframma successivo o supporto rigido. Posto uguale a 0 se il segno è differente dal momento di progetto su diaframma precedente.
VDiaphDown	Taglio di progetto in corrispondenza del più vicino diaframma precedente o supporto rigido.
VDiaphUp	Taglio di progetto in corrispondenza del più vicino diaframma successivo o supporto rigido.
RatioMiu	Rapporto μ tra i tagli di calcolo alle estremità di un segmento di trave tra supporti laterali rigidi secondo EN 1993-2 6.3.4.2 (7).
FactPhi	Fattore Φ per segmenti di trave tra supporti laterali rigidi secondo EN 1993-2 6.3.4.2 (7).
FactM	Fattore m per segmenti di trave tra supporti laterali rigidi secondo EN 1993-2 6.3.4.2 (7). (assumendo $\gamma=0$).
LambdaLT	Snellezza per instabilità flesso torsionale secondo EN 1993-2 eq 6.10 and eq. 6.12.
FactPhiLT	Fattore Φ_{LT} per instabilità flesso torsionale secondo 1993-1-1 eq 6.56.

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	75 di 172

FactChiLT	Fattore di riduzione χ_{LT} per instabilità flesso torsionale secondo 1993-1-1 eq 6.56.
MrPos	Momento resistente di progetto per flessione positiva. Riportato solo per sezioni di classe 1 e 2, altrimenti posto uguale a 0.
frcPos	Tensione di resistenza a flessione della piattabanda compressa per momento positivo. Riportata solo per sezioni di classe 3e 4, altrimenti è posta uguale a 0.
frtPos	Tensione di resistenza a flessione della piattabanda tesa per momento positivo. Riportata solo per sezioni di classe 3e 4, altrimenti è posta uguale a 0.
DCRatio	Rapporto domanda/capacità

Slab Status: sezione non composta

MDiaphUp = -105.7 KNm

frcPos = 355000 KN/m²

RatioMiu = 1

frtPos = 355000 KN/m²

FactPhi = 1

DesReqName = FASE 0

FactM = 1.88

Combo = FASE 0

MrPos = 0

CodeEqn = EN 1993-1-1, clause 6.3.2.1 (eq 6.55), gammaM=1.1

MuLTerm = 0

MDiaphDown = -105.7 KNm

MuSTerm = 0

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IF0H 02 D 09 CL VI 00 07 002 A 76 di 172

TABLE: Bridge Super Design EUROCODE 56 - SteelUCompCstrNStg-FlxPs													
Station	Location	Girder	MuPos	Pu	MuNonComp	fbuComp	fbuTens	VDiaphDown	VDiaphUp	LambdaLT	FactPhiLT	FactChiLT	DCRatio
m	Text	Text	KN-m	KN	KN-m	KN/m ²	KN/m ²	KN	KN	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
0.00	After	Left Exterior Girder	0.0	-29.5	0.0	0.0	0.0	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.00
0.00	After	Right Exterior Girder	0.0	-29.5	0.0	0.0	0.0	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.00
2.10	Before	Left Exterior Girder	5494.4	-29.5	5494.4	-40986.8	20699.4	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.13
2.10	Before	Right Exterior Girder	5494.4	-29.5	5494.4	-40986.8	20699.4	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.13
2.10	After	Left Exterior Girder	5494.4	-29.5	5494.4	-40986.8	20699.4	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.13
2.10	After	Right Exterior Girder	5494.4	-29.5	5494.4	-40986.8	20699.4	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.13
4.20	Before	Left Exterior Girder	10549.1	-29.5	10549.1	-78693.5	39742.2	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.25
4.20	Before	Right Exterior Girder	10549.1	-29.5	10549.1	-78693.5	39742.2	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.25
4.20	After	Left Exterior Girder	10623.4	120.4	10623.4	-79247.8	40022.1	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.25
4.20	After	Right Exterior Girder	10623.4	120.4	10623.4	-79247.8	40022.1	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.25
6.30	Before	Left Exterior Girder	15097.0	120.4	15097.0	-112619.5	56875.7	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.36
6.30	Before	Right Exterior Girder	15097.0	120.4	15097.0	-112619.5	56875.7	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.36
6.30	After	Left Exterior Girder	15097.0	120.4	15097.0	-112619.5	56875.7	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.36
6.30	After	Right Exterior Girder	15097.0	120.4	15097.0	-112619.5	56875.7	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.36
8.40	Before	Left Exterior Girder	19025.3	120.4	19025.3	-141923.3	71674.9	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.45
8.40	Before	Right Exterior Girder	19025.3	120.4	19025.3	-141923.3	71674.9	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.45
8.40	After	Left Exterior Girder	19024.8	122.5	19024.8	-141919.4	71672.9	-2794.5	-2794.5	0.46	0.71	0.80	0.55
8.40	After	Right Exterior Girder	19024.8	122.5	19024.8	-141919.4	71672.9	-2794.5	-2794.5	0.46	0.71	0.80	0.55
9.25	Before	Left Exterior Girder	20445.5	122.5	20445.5	-152519.6	77037.9	-2794.5	-2794.5	0.46	0.71	0.80	0.59
9.25	Before	Right Exterior Girder	20445.5	122.5	20445.5	-152519.6	77037.9	-2794.5	-2794.5	0.46	0.71	0.80	0.59
9.25	After	Left Exterior Girder	20445.5	122.5	20445.5	-152519.6	77037.9	-2794.5	-2794.5	0.46	0.71	0.80	0.59
9.25	After	Right Exterior Girder	20445.5	122.5	20445.5	-152519.6	77037.9	-2794.5	-2794.5	0.46	0.71	0.80	0.59
9.35	Before	Left Exterior Girder	20603.3	122.5	20603.3	-101283.5	64329.0	-2794.5	-2794.5	0.33	0.60	0.90	0.35
9.35	Before	Right Exterior Girder	20603.3	122.5	20603.3	-101283.5	64329.0	-2794.5	-2794.5	0.33	0.60	0.90	0.35
9.35	After	Left Exterior Girder	20603.3	122.5	20603.3	-101283.5	64329.0	-2794.5	-2794.5	0.33	0.60	0.90	0.35
9.35	After	Right Exterior Girder	20603.3	122.5	20603.3	-101283.5	64329.0	-2794.5	-2794.5	0.33	0.60	0.90	0.35
11.83	Before	Left Exterior Girder	24194.3	122.5	24194.3	-134741.0	75027.4	-2794.5	-2794.5	0.32	0.60	0.91	0.46
11.83	Before	Right Exterior Girder	24194.3	122.5	24194.3	-134741.0	75027.4	-2794.5	-2794.5	0.32	0.60	0.91	0.46
11.83	After	Left Exterior Girder	24194.3	122.5	24194.3	-134741.0	75027.4	-2794.5	-2794.5	0.32	0.60	0.91	0.46
11.83	After	Right Exterior Girder	24194.3	122.5	24194.3	-134741.0	75027.4	-2794.5	-2794.5	0.32	0.60	0.91	0.46
14.32	Before	Left Exterior Girder	26955.0	163.7	26955.0	-150115.6	83588.4	-2794.5	-2794.5	0.32	0.60	0.91	0.51
14.32	Before	Right Exterior Girder	26955.0	163.7	26955.0	-150115.6	83588.4	-2794.5	-2794.5	0.32	0.60	0.91	0.51
14.32	After	Left Exterior Girder	26955.0	163.7	26955.0	-150115.6	83588.4	-2794.5	-2794.5	0.32	0.60	0.91	0.51
14.32	After	Right Exterior Girder	26955.0	163.7	26955.0	-150115.6	83588.4	-2794.5	-2794.5	0.32	0.60	0.91	0.51
16.80	Before	Left Exterior Girder	28921.9	163.7	28921.9	-161069.4	89687.7	-2794.5	-2794.5	0.32	0.60	0.91	0.55
16.80	Before	Right Exterior Girder	28921.9	163.7	28921.9	-161069.4	89687.7	-2794.5	-2794.5	0.32	0.60	0.91	0.55
16.80	After	Left Exterior Girder	28919.1	173.4	28919.1	-161053.7	89679.0	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.63
16.80	After	Right Exterior Girder	28919.1	173.4	28919.1	-161053.7	89679.0	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.63
18.43	Before	Left Exterior Girder	29748.5	173.4	29748.5	-165672.5	92250.9	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.65
18.43	Before	Right Exterior Girder	29748.5	173.4	29748.5	-165672.5	92250.9	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.65
18.43	After	Left Exterior Girder	29748.5	173.4	29748.5	-165672.5	92250.9	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.65
18.43	After	Right Exterior Girder	29748.5	173.4	29748.5	-165672.5	92250.9	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.65
20.05	Before	Left Exterior Girder	30237.3	173.4	30237.3	-148642.9	94408.7	-2794.5	-2794.5	0.49	0.73	0.79	0.59
20.05	Before	Right Exterior Girder	30237.3	173.4	30237.3	-148642.9	94408.7	-2794.5	-2794.5	0.49	0.73	0.79	0.59
20.05	After	Left Exterior Girder	30237.3	173.4	30237.3	-148642.9	94408.7	-2794.5	-2794.5	0.49	0.73	0.79	0.59
20.05	After	Right Exterior Girder	30237.3	173.4	30237.3	-148642.9	94408.7	-2794.5	-2794.5	0.49	0.73	0.79	0.59
20.15	Before	Left Exterior Girder	30256.2	173.4	30256.2	-148736.1	94467.9	-2794.5	-2794.5	0.49	0.73	0.79	0.59
20.15	Before	Right Exterior Girder	30256.2	173.4	30256.2	-148736.1	94467.9	-2794.5	-2794.5	0.49	0.73	0.79	0.59
20.15	After	Left Exterior Girder	30256.2	173.4	30256.2	-148736.1	94467.9	-2794.5	-2794.5	0.49	0.73	0.79	0.59
20.15	After	Right Exterior Girder	30256.2	173.4	30256.2	-148736.1	94467.9	-2794.5	-2794.5	0.49	0.73	0.79	0.59

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IF0H 02 D 09 CL VI 00 07 002 A 77 di 172

TABLE: Bridge Super Design EUROCODE 56 - SteelUCompCstrNStg-FlxPs													
Station	Location	Girder	MuPos	Pu	MuNonComp	fbuComp	fbuTens	VDiaphDown	VDiaphUp	LambdaLT	FactPhiLT	FactChiLT	DCRatio
m	Text	Text	KN-m	KN	KN-m	KN/m2	KN/m2	KN	KN	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
22.46	Before	Left Exterior Girder	30317.0	166.8	30317.0	-168838.9	94014.0	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.66
22.46	Before	Right Exterior Girder	30317.0	166.8	30317.0	-168838.9	94014.0	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.66
22.46	After	Left Exterior Girder	30317.0	166.8	30317.0	-168838.9	94014.0	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.66
22.46	After	Right Exterior Girder	30317.0	166.8	30317.0	-168838.9	94014.0	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.66
24.78	Before	Left Exterior Girder	29674.8	166.8	29674.8	-165262.3	92022.5	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.64
24.78	Before	Right Exterior Girder	29674.8	166.8	29674.8	-165262.3	92022.5	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.64
24.78	After	Left Exterior Girder	29243.6	1537.4	29243.6	-162861.1	90685.4	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.63
24.78	After	Right Exterior Girder	29243.6	1537.4	29243.6	-162861.1	90685.4	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.63
27.09	Before	Left Exterior Girder	28319.9	158.4	28319.9	-157716.6	87820.8	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.61
27.09	Before	Right Exterior Girder	28319.9	158.4	28319.9	-157716.6	87820.8	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.61
27.09	After	Left Exterior Girder	28319.9	158.4	28319.9	-157716.6	87820.8	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.61
27.09	After	Right Exterior Girder	28319.9	158.4	28319.9	-157716.6	87820.8	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.61
29.40	Before	Left Exterior Girder	26267.1	158.4	26267.1	-146284.6	81455.2	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.57
29.40	Before	Right Exterior Girder	26267.1	158.4	26267.1	-146284.6	81455.2	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.79	0.57
29.40	After	Left Exterior Girder	26270.0	148.5	26270.0	-146300.6	81464.1	-2794.5	-2794.5	0.31	0.59	0.92	0.50
29.40	After	Right Exterior Girder	26270.0	148.5	26270.0	-146300.6	81464.1	-2794.5	-2794.5	0.31	0.59	0.92	0.50
31.03	Before	Left Exterior Girder	24387.7	148.5	24387.7	-135818.0	75627.1	-2794.5	-2794.5	0.31	0.59	0.92	0.46
31.03	Before	Right Exterior Girder	24387.7	148.5	24387.7	-135818.0	75627.1	-2794.5	-2794.5	0.31	0.59	0.92	0.46
31.03	After	Left Exterior Girder	24387.7	148.5	24387.7	-135818.0	75627.1	-2794.5	-2794.5	0.31	0.59	0.92	0.46
31.03	After	Right Exterior Girder	24387.7	148.5	24387.7	-135818.0	75627.1	-2794.5	-2794.5	0.31	0.59	0.92	0.46
32.65	Before	Left Exterior Girder	22164.9	148.5	22164.9	-108960.2	69204.7	-2794.5	-2794.5	0.32	0.60	0.91	0.37
32.65	Before	Right Exterior Girder	22164.9	148.5	22164.9	-108960.2	69204.7	-2794.5	-2794.5	0.32	0.60	0.91	0.37
32.65	After	Left Exterior Girder	22164.9	148.5	22164.9	-108960.2	69204.7	-2794.5	-2794.5	0.32	0.60	0.91	0.37
32.65	After	Right Exterior Girder	22164.9	148.5	22164.9	-108960.2	69204.7	-2794.5	-2794.5	0.32	0.60	0.91	0.37
32.75	Before	Left Exterior Girder	22021.1	148.5	22021.1	-164273.9	82975.0	-2794.5	-2794.5	0.45	0.70	0.81	0.63
32.75	Before	Right Exterior Girder	22021.1	148.5	22021.1	-164273.9	82975.0	-2794.5	-2794.5	0.45	0.70	0.81	0.63
32.75	After	Left Exterior Girder	22021.1	148.5	22021.1	-164273.9	82975.0	-2794.5	-2794.5	0.45	0.70	0.81	0.63
32.75	After	Right Exterior Girder	22021.1	148.5	22021.1	-164273.9	82975.0	-2794.5	-2794.5	0.45	0.70	0.81	0.63
33.60	Before	Left Exterior Girder	20713.9	148.5	20713.9	-154522.3	78049.4	-2794.5	-2794.5	0.45	0.70	0.81	0.59
33.60	Before	Right Exterior Girder	20713.9	148.5	20713.9	-154522.3	78049.4	-2794.5	-2794.5	0.45	0.70	0.81	0.59
33.60	After	Left Exterior Girder	20720.4	123.6	20720.4	-154570.4	78073.8	-2794.5	-2794.5	0.45	0.70	0.81	0.59
33.60	After	Right Exterior Girder	20720.4	123.6	20720.4	-154570.4	78073.8	-2794.5	-2794.5	0.45	0.70	0.81	0.59
35.60	Before	Left Exterior Girder	17256.7	123.6	17256.7	-105620.3	56270.1	-2794.5	-2794.5	0.46	0.71	0.80	0.41
35.60	Before	Right Exterior Girder	17256.7	123.6	17256.7	-105620.3	56270.1	-2794.5	-2794.5	0.46	0.71	0.80	0.41
35.60	After	Left Exterior Girder	17256.7	123.6	17256.7	-105620.3	56270.1	-2794.5	-2794.5	0.46	0.71	0.80	0.41
35.60	After	Right Exterior Girder	17256.7	123.6	17256.7	-105620.3	56270.1	-2794.5	-2794.5	0.46	0.71	0.80	0.41
37.60	Before	Left Exterior Girder	13290.3	123.6	13290.3	-68095.1	38145.6	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.80	0.26
37.60	Before	Right Exterior Girder	13290.3	123.6	13290.3	-68095.1	38145.6	-2794.5	-2794.5	0.48	0.72	0.80	0.26
37.60	After	Left Exterior Girder	13217.0	-19.2	13217.0	-67719.5	37935.2	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.22
37.60	After	Right Exterior Girder	13217.0	-19.2	13217.0	-67719.5	37935.2	-2794.5	-2794.5	0.23	0.54	0.97	0.22
39.60	Before	Left Exterior Girder	8692.6	-19.2	8692.6	-37900.6	22257.8	-2794.5	-2794.5	0.24	0.54	0.97	0.12
39.60	Before	Right Exterior Girder	8692.6	-19.2	8692.6	-37900.6	22257.8	-2794.5	-2794.5	0.24	0.54	0.97	0.12
39.60	After	Left Exterior Girder	8692.6	-19.2	8692.6	-37900.6	22257.8	-2794.5	-2794.5	0.24	0.54	0.97	0.12
39.60	After	Right Exterior Girder	8692.6	-19.2	8692.6	-37900.6	22257.8	-2794.5	-2794.5	0.24	0.54	0.97	0.12
41.60	Before	Left Exterior Girder	3651.5	-19.2	3651.5	-13734.9	8434.3	-2794.5	-2794.5	0.24	0.55	0.97	0.04
41.60	Before	Right Exterior Girder	3651.5	-19.2	3651.5	-13734.9	8434.3	-2794.5	-2794.5	0.24	0.55	0.97	0.04
41.60	After	Left Exterior Girder	3808.9	18.3	3808.9	-14327.1	8798.0	-2794.5	-2794.5	0.15	0.00	1.00	0.04
41.60	After	Right Exterior Girder	3808.9	18.3	3808.9	-14327.1	8798.0	-2794.5	-2794.5	0.15	0.00	1.00	0.04
43.00	Before	Left Exterior Girder	0.0	18.3	0.0	0.0	0.0	-2794.5	-2794.5	0.15	0.00	1.00	0.00
43.00	Before	Right Exterior Girder	0.0	18.3	0.0	0.0	0.0	-2794.5	-2794.5	0.15	0.00	1.00	0.00
43.00	After	Left Exterior Girder	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2794.5	-2794.5	0.15	0.00	1.00	0.00
43.00	After	Right Exterior Girder	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2794.5	-2794.5	0.15	0.00	1.00	0.00

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO</p>												
<p>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF0H</td> <td>02</td> <td>D 09 CL</td> <td>VI 00 07 002</td> <td>A</td> <td>78 di 172</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	78 di 172
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	78 di 172								

7.4.4 Verifica sezione non composta – taglio

Legenda – Verifica taglio SLU sezioni a U non composte	
DesReqName	Nome della verifica
Station	Progressiva della section cut
Location	Specifica se gli output della section cut sono calcolati prima o dopo la progressiva.
Girder	Nome della trave
Combo	Nome della combinazione di carico
CodeEqn	Equazione dell'Eurocodice utilizzata per calcolare la resistenza
SlabStatus	Condizione della soletta in c.a.: sezione composta /sezione non composta
Vu	Taglio di calcolo (valore assoluto)
Tu	Torsione di calcolo (valore assoluto)
Vtor	Azione di taglio agente sull'anima dovuta alla torsione calcolata con St. Venant (valore assoluto)
Vrd	Taglio resistente
Vp	Taglio plastico resistente
eta	Fattore descritto in EN 1993-1-5 5.1.2 Nota 2.
kTau	Coefficiente minimo per instabilità a taglio del pannello d'anima, calcolato come in EN 1993-1-5 A.3.
Lamdaw	Parametro di snellezza calcolato come in EN 1993-1-5 5.3 Nota 2.
Chiw	Fattore che tiene conto del contributo dell'anima alla resistenza all'instabilità a taglio, calcolato come in EN 1993-1-5 table 5.1.
DCRatio	Rapporto domanda/capacità

DesReqName = FASE 0

Combo = FASE 0

eta = 0

kTau = 1



**ITINERARIO NAPOLI-BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO**

*Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	79 di 172

Chiw = 1

CodeEqn = EN 1993-1-1 eq.(6.18), gammaM=1

Slab Status: sezione non composta

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	80 di 172

TABLE: Bridge Super Design EUROCODE 58 - SteelUCompCstrNSTg-Shear

Station	Location	Girder	Vu	Tu	Vtor	Vrd	Vp	Lamdaw	DCRatio
m	Text	Text	KN	KN-m	KN	KN	KN	Unitless	Unitless
0.00	After	Left Exterior Girder	1397.3	136.4	24.0	13207.6	13207.6	1.59	0.11
0.00	After	Right Exterior Girder	1397.3	136.4	17.1	13207.6	13207.6	1.59	0.11
2.10	Before	Left Exterior Girder	1269.4	117.3	20.6	13207.6	13207.6	1.59	0.10
2.10	Before	Right Exterior Girder	1269.4	117.3	14.7	13207.6	13207.6	1.59	0.10
2.10	After	Left Exterior Girder	1267.4	117.3	20.6	13207.6	13207.6	1.59	0.10
2.10	After	Right Exterior Girder	1267.4	117.3	14.7	13207.6	13207.6	1.59	0.10
4.20	Before	Left Exterior Girder	1139.6	98.1	17.3	13207.6	13207.6	1.59	0.09
4.20	Before	Right Exterior Girder	1139.6	98.1	12.3	13207.6	13207.6	1.59	0.09
4.20	After	Left Exterior Girder	1129.1	132.5	23.3	13207.6	13207.6	1.59	0.09
4.20	After	Right Exterior Girder	1129.1	132.5	16.6	13207.6	13207.6	1.59	0.09
6.30	Before	Left Exterior Girder	1001.2	113.4	19.9	13207.6	13207.6	1.59	0.08
6.30	Before	Right Exterior Girder	1001.2	113.4	14.2	13207.6	13207.6	1.59	0.08
6.30	After	Left Exterior Girder	999.2	113.4	19.9	13207.6	13207.6	1.59	0.08
6.30	After	Right Exterior Girder	999.2	113.4	14.2	13207.6	13207.6	1.59	0.08
8.40	Before	Left Exterior Girder	871.4	94.2	16.6	13207.6	13207.6	1.59	0.07
8.40	Before	Right Exterior Girder	871.4	94.2	11.8	13207.6	13207.6	1.59	0.07
8.40	After	Left Exterior Girder	860.8	93.7	16.5	13207.6	13207.6	1.59	0.07
8.40	After	Right Exterior Girder	860.8	93.7	11.7	13207.6	13207.6	1.59	0.07
9.25	Before	Left Exterior Girder	810.6	85.9	15.1	13207.6	13207.6	1.59	0.06
9.25	Before	Right Exterior Girder	810.6	85.9	10.8	13207.6	13207.6	1.59	0.06
9.25	After	Left Exterior Girder	809.3	85.9	15.1	13207.6	13207.6	1.59	0.06
9.25	After	Right Exterior Girder	809.3	85.9	10.8	13207.6	13207.6	1.59	0.06
9.35	Before	Left Exterior Girder	803.2	77.2	16.3	10895.6	10895.6	1.89	0.08
9.35	Before	Right Exterior Girder	803.2	77.2	11.6	10895.6	10895.6	1.89	0.07
9.35	After	Left Exterior Girder	801.9	77.2	16.3	10895.6	10895.6	1.89	0.08
9.35	After	Right Exterior Girder	801.9	77.2	11.6	10895.6	10895.6	1.89	0.07
11.83	Before	Left Exterior Girder	644.1	56.7	10.0	10895.6	10895.6	1.89	0.06
11.83	Before	Right Exterior Girder	644.1	56.7	7.1	10895.6	10895.6	1.89	0.06
11.83	After	Left Exterior Girder	641.8	56.7	10.0	10895.6	10895.6	1.89	0.06
11.83	After	Right Exterior Girder	641.8	56.7	7.1	10895.6	10895.6	1.89	0.06
14.32	Before	Left Exterior Girder	477.3	36.6	6.4	10895.6	10895.6	1.89	0.04
14.32	Before	Right Exterior Girder	477.3	36.6	4.6	10895.6	10895.6	1.89	0.04
14.32	After	Left Exterior Girder	474.9	36.6	6.4	10895.6	10895.6	1.89	0.04
14.32	After	Right Exterior Girder	474.9	36.6	4.6	10895.6	10895.6	1.89	0.04
16.80	Before	Left Exterior Girder	317.1	16.1	2.8	10895.6	10895.6	1.89	0.03
16.80	Before	Right Exterior Girder	317.1	16.1	2.0	10895.6	10895.6	1.89	0.03
16.80	After	Left Exterior Girder	306.4	15.3	2.7	10895.6	10895.6	1.89	0.03
16.80	After	Right Exterior Girder	306.4	15.3	1.9	10895.6	10895.6	1.89	0.03
18.43	Before	Left Exterior Girder	203.9	1.9	0.3	10895.6	10895.6	1.89	0.02
18.43	Before	Right Exterior Girder	203.9	1.9	0.2	10895.6	10895.6	1.89	0.02
18.43	After	Left Exterior Girder	201.6	1.9	0.3	10895.6	10895.6	1.89	0.02
18.43	After	Right Exterior Girder	201.6	1.9	0.2	10895.6	10895.6	1.89	0.02
20.05	Before	Left Exterior Girder	99.2	11.4	2.4	10895.6	10895.6	1.89	0.01
20.05	Before	Right Exterior Girder	99.2	11.4	1.7	10895.6	10895.6	1.89	0.01
20.05	After	Left Exterior Girder	97.9	11.4	2.4	10895.6	10895.6	1.89	0.01
20.05	After	Right Exterior Girder	97.9	11.4	1.7	10895.6	10895.6	1.89	0.01
20.15	Before	Left Exterior Girder	91.7	12.3	2.6	10895.6	10895.6	1.89	0.01
20.15	Before	Right Exterior Girder	91.7	12.3	1.8	10895.6	10895.6	1.89	0.01
20.15	After	Left Exterior Girder	90.5	12.3	2.6	10895.6	10895.6	1.89	0.01
20.15	After	Right Exterior Girder	90.5	12.3	1.8	10895.6	10895.6	1.89	0.01

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

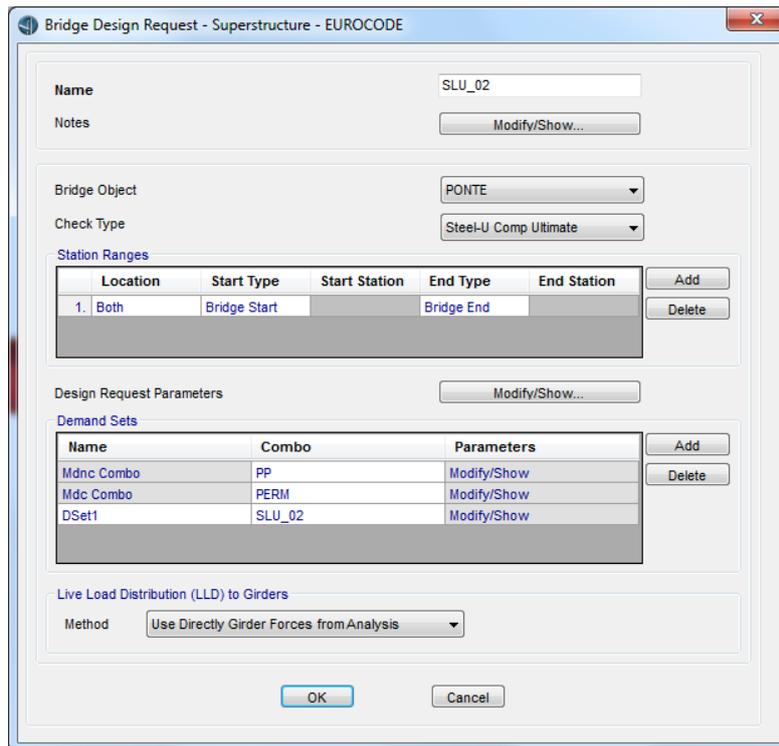
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	81 di 172

TABLE: Bridge Super Design EUROCODE 58 - SteelUCompCstrNStg-Shear

Station	Location	Girder	Vu	Tu	Vtor	Vrd	Vp	Lamdaw	DCRatio
m	Text	Text	KN	KN-m	KN	KN	KN	Unitless	Unitless
22.46	Before	Left Exterior Girder	63.2	30.2	5.3	10895.6	10895.6	1.89	0.01
22.46	Before	Right Exterior Girder	63.2	30.2	3.8	10895.6	10895.6	1.89	0.01
22.46	After	Left Exterior Girder	65.4	30.2	5.3	10895.6	10895.6	1.89	0.01
22.46	After	Right Exterior Girder	65.4	30.2	3.8	10895.6	10895.6	1.89	0.01
24.78	Before	Left Exterior Girder	212.3	49.3	8.7	10895.6	10895.6	1.89	0.02
24.78	Before	Right Exterior Girder	212.3	49.3	6.2	10895.6	10895.6	1.89	0.02
24.78	After	Left Exterior Girder	211.2	6.8	1.2	10895.6	10895.6	1.89	0.02
24.78	After	Right Exterior Girder	211.2	6.8	0.9	10895.6	10895.6	1.89	0.02
27.09	Before	Left Exterior Girder	368.2	69.2	12.2	10895.6	10895.6	1.89	0.03
27.09	Before	Right Exterior Girder	368.2	69.2	8.6	10895.6	10895.6	1.89	0.03
27.09	After	Left Exterior Girder	370.4	69.2	12.2	10895.6	10895.6	1.89	0.04
27.09	After	Right Exterior Girder	370.4	69.2	8.6	10895.6	10895.6	1.89	0.03
29.40	Before	Left Exterior Girder	517.3	88.3	15.5	10895.6	10895.6	1.89	0.05
29.40	Before	Right Exterior Girder	517.3	88.3	11.0	10895.6	10895.6	1.89	0.05
29.40	After	Left Exterior Girder	527.9	88.8	15.6	10895.6	10895.6	1.89	0.05
29.40	After	Right Exterior Girder	527.9	88.8	11.1	10895.6	10895.6	1.89	0.05
31.03	Before	Left Exterior Girder	630.4	102.2	18.0	10895.6	10895.6	1.89	0.06
31.03	Before	Right Exterior Girder	630.4	102.2	12.8	10895.6	10895.6	1.89	0.06
31.03	After	Left Exterior Girder	632.7	102.2	18.0	10895.6	10895.6	1.89	0.06
31.03	After	Right Exterior Girder	632.7	102.2	12.8	10895.6	10895.6	1.89	0.06
32.65	Before	Left Exterior Girder	735.2	115.6	24.4	10895.6	10895.6	1.89	0.07
32.65	Before	Right Exterior Girder	735.2	115.6	17.3	10895.6	10895.6	1.89	0.07
32.65	After	Left Exterior Girder	736.5	115.6	24.4	10895.6	10895.6	1.89	0.07
32.65	After	Right Exterior Girder	736.5	115.6	17.3	10895.6	10895.6	1.89	0.07
32.75	Before	Left Exterior Girder	742.5	123.4	21.7	13207.6	13207.6	1.59	0.06
32.75	Before	Right Exterior Girder	742.5	123.4	15.5	13207.6	13207.6	1.59	0.06
32.75	After	Left Exterior Girder	743.9	123.4	21.7	13207.6	13207.6	1.59	0.06
32.75	After	Right Exterior Girder	743.9	123.4	15.5	13207.6	13207.6	1.59	0.06
33.60	Before	Left Exterior Girder	794.0	131.2	23.1	13207.6	13207.6	1.59	0.06
33.60	Before	Right Exterior Girder	794.0	131.2	16.4	13207.6	13207.6	1.59	0.06
33.60	After	Left Exterior Girder	803.4	131.4	23.1	13207.6	13207.6	1.59	0.06
33.60	After	Right Exterior Girder	803.4	131.4	16.5	13207.6	13207.6	1.59	0.06
35.60	Before	Left Exterior Girder	925.3	135.2	23.8	14929.2	14929.2	1.80	0.06
35.60	Before	Right Exterior Girder	925.3	135.2	16.8	14929.2	14929.2	1.80	0.06
35.60	After	Left Exterior Girder	928.1	135.2	23.8	14929.2	14929.2	1.80	0.06
35.60	After	Right Exterior Girder	928.1	135.2	16.8	14929.2	14929.2	1.80	0.06
37.60	Before	Left Exterior Girder	1051.8	139.9	24.7	16650.9	16650.9	2.01	0.06
37.60	Before	Right Exterior Girder	1051.8	139.9	17.3	16650.9	16650.9	2.01	0.06
37.60	After	Left Exterior Girder	1068.8	90.7	16.0	16650.9	16650.9	2.01	0.07
37.60	After	Right Exterior Girder	1068.8	90.7	11.2	16650.9	16650.9	2.01	0.06
39.60	Before	Left Exterior Girder	1194.2	98.3	17.4	18372.6	18372.6	2.21	0.07
39.60	Before	Right Exterior Girder	1194.2	98.3	12.1	18372.6	18372.6	2.21	0.07
39.60	After	Left Exterior Girder	1197.1	98.3	17.4	18372.6	18372.6	2.21	0.07
39.60	After	Right Exterior Girder	1197.1	98.3	12.1	18372.6	18372.6	2.21	0.07
41.60	Before	Left Exterior Girder	1324.3	106.4	18.8	20094.2	20094.2	2.42	0.07
41.60	Before	Right Exterior Girder	1324.3	106.4	13.1	20094.2	20094.2	2.42	0.07
41.60	After	Left Exterior Girder	1333.9	84.6	15.0	20094.2	20094.2	2.42	0.07
41.60	After	Right Exterior Girder	1333.9	84.6	10.4	20094.2	20094.2	2.42	0.07
43.00	Before	Left Exterior Girder	1423.5	109.9	19.4	20094.2	20094.2	2.42	0.07
43.00	Before	Right Exterior Girder	1423.5	109.9	13.5	20094.2	20094.2	2.42	0.07
43.00	After	Left Exterior Girder	64.0	18.1	3.2	20094.2	20094.2	2.42	0.00
43.00	After	Right Exterior Girder	64.0	18.1	2.2	20094.2	20094.2	2.42	0.00

7.4.5 Verifica sezione composta SLU – flessione

Si riportano le verifiche relative alla combinazione più gravosa, ossia la SLU_02.



Legenda – Verifica flessione positiva SLU sezioni a U composte

DesReqName	Nome della verifica
Station	Progressiva della section cut
Location	Specifica se gli output della section cut sono calcolati prima o dopo la progressiva.
Girder	Nome della trave
Combo	Nome della combinazione di carico
CodeEqn	Equazione dell'Eurocodice utilizzata per calcolare la resistenza
MuPos	Momento di calcolo. Se negativo è posto uguale a zero. Riportato solo per sezioni di classe 1 e 2, altrimenti è posto uguale a zero.
MrPos	Momento resistente per flessione positiva. Riportato solo per classi 1 e 2.
Pu	Sforzo normale di calcolo nella trave. Considerato solo quando si usa la Stage Analysis, altrimenti è posto uguale a 0.
MuNonComp	Momento di calcolo sulla sezione non composta. Riportato solo quando

	non si usa la Stage Analysis, altrimenti è posto uguale a zero.
MuLTerm	Momento di calcolo sulla sezione composta a lungo termine. Riportato solo quando non si usa la Stage Analysis, altrimenti è posto uguale a 0.
MuSTerm	Momento di progetto sulla sezione composta a breve termine. Riportato solo quando non si usa la Stage Analysis, altrimenti è posto uguale a 0.
fbuComp	Tensione di compressione sulla piattabanda superiore dovuta alle azioni di calcolo in corrispondenza della section cut. Riportata solo per sezioni di classe 3e 4, altrimenti è posta uguale a 0.
fbuTens	Tensione di trazione sulla piattabanda inferiore dovuta alle azioni di calcolo in corrispondenza della section cut. Riportata solo per sezioni di classe 3e 4, altrimenti è posta uguale a 0.
fDeck	Tensione all'estradosso della soletta. Riportata solo per sezioni di classe 3e 4, altrimenti è posta uguale a 0.
frcPos	Tensione di resistenza a flessione della piattabanda compressa per momento positivo. Riportata solo per sezioni di classe 3e 4, altrimenti è posta uguale a 0.
frtPos	Tensione di resistenza a flessione della piattabanda tesa per momento positivo. Riportata solo per sezioni di classe 3e 4, altrimenti è posta uguale a 0.
DCRatio	Rapporto domanda/capacità

$$frcPos = 355000 \text{ KN/m}^2$$

$$frtPos = 355000 \text{ KN/m}^2$$

$$DesReqName = SLU_02$$

$$Combo = SLU_02$$

$$CodeEqn = EN 1994-2 6.2.1.5, \text{ gammaM}=1$$

$$MuPos = 0$$

$$MrPos = 0$$

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

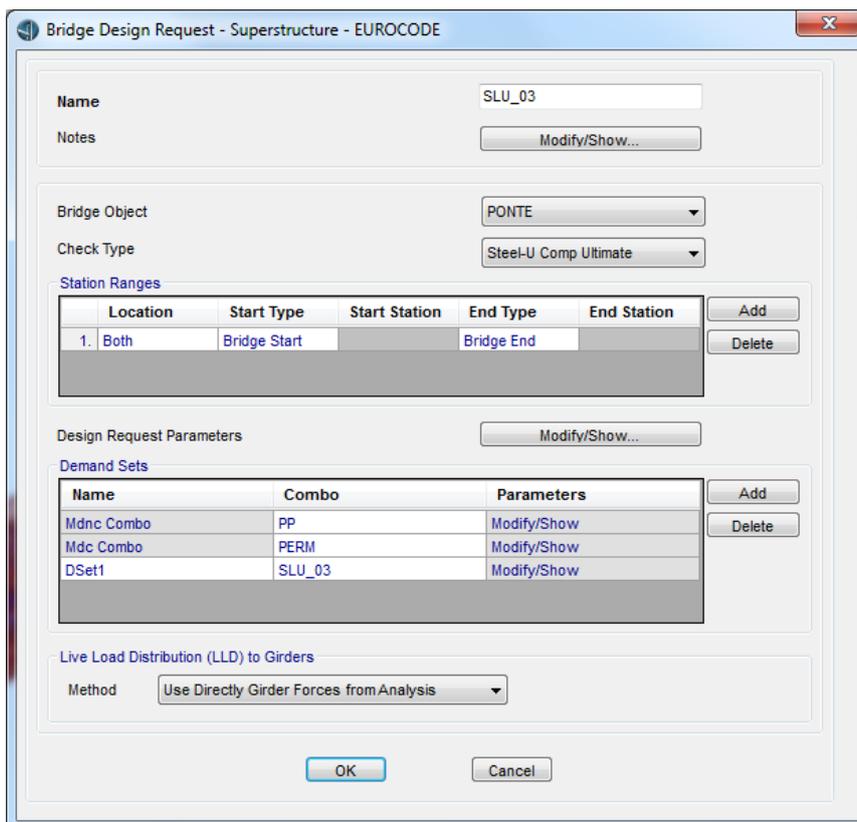
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	84 di 172

Station	Location	Girder	Pu	MuNonComp	MuLTerm	MuSTerm	fbuComp	fbuTens	fDeck	DCRatio
m	Text	Text	KN	KN-m	KN-m	KN-m	KN/m2	KN/m2	KN/m2	Unitless
0.00	After	Left Exterior Girder	1576.9	-110.9	-130.7	3213.1	-866	6715	-484	0.02
0.00	After	Right Exterior Girder	2387.8	-114.5	-136.0	5113.6	-1856	11062	-778	0.03
2.10	Before	Left Exterior Girder	1623.4	5455.4	7243.6	8825.5	-47539	55400	-2025	0.16
2.10	Before	Right Exterior Girder	2036.1	5452.3	7238.8	10979.1	-48585	60315	-2342	0.17
2.10	After	Left Exterior Girder	1645.5	5455.5	7243.6	8764.2	-47509	55260	-2016	0.16
2.10	After	Right Exterior Girder	1873.6	5452.2	7238.7	11110.1	-48650	60615	-2362	0.17
4.20	Before	Left Exterior Girder	1677.4	10476.6	13860.2	16553.2	-91007	105358	-3826	0.30
4.20	Before	Right Exterior Girder	1570.5	10473.7	13855.8	17574.7	-91492	107680	-3976	0.30
4.20	After	Left Exterior Girder	2051.1	10558.3	13948.2	16696.3	-91688	106162	-3855	0.30
4.20	After	Right Exterior Girder	1778.2	10555.6	13944.2	18072.4	-92351	109298	-4058	0.31
6.30	Before	Left Exterior Girder	2127.2	15005.4	19807.0	23438.3	-130134	150171	-5435	0.42
6.30	Before	Right Exterior Girder	1510.8	15003.0	19803.5	23785.6	-130287	150951	-5486	0.43
6.30	After	Left Exterior Girder	2157.4	15005.4	19807.1	23389.8	-130110	150060	-5428	0.42
6.30	After	Right Exterior Girder	1399.7	15003.0	19803.5	23905.4	-130347	151225	-5503	0.43
8.40	Before	Left Exterior Girder	2234.1	18907.2	24908.2	29143.8	-163691	188204	-6786	0.53
8.40	Before	Right Exterior Girder	1211.1	18905.2	24905.1	28823.0	-163514	187454	-6738	0.53
8.40	After	Left Exterior Girder	2301.7	18908.1	24910.0	29101.2	-163677	188113	-6780	0.53
8.40	After	Right Exterior Girder	1136.6	18906.6	24908.2	28923.7	-163578	187698	-6753	0.53
9.25	Before	Left Exterior Girder	2301.7	20320.8	26759.1	31274.2	-179335	202748	-7622	0.57
9.25	Before	Right Exterior Girder	1136.6	20319.8	26757.9	30622.0	-178976	201242	-7520	0.57
9.25	After	Left Exterior Girder	2342.9	20320.7	26759.0	31256.4	-179324	202706	-7619	0.57
9.25	After	Right Exterior Girder	1090.9	20319.9	26758.0	30694.3	-179016	201409	-7532	0.57
9.35	Before	Left Exterior Girder	2342.9	20477.1	26962.6	31424.7	-132199	173111	-6834	0.49
9.35	Before	Right Exterior Girder	1090.9	20476.4	26961.9	30879.1	-131912	172002	-6756	0.48
9.35	After	Left Exterior Girder	2377.4	20476.9	26962.4	31406.7	-132188	173074	-6831	0.49
9.35	After	Right Exterior Girder	1053.0	20476.5	26962.2	30938.5	-131944	172123	-6764	0.48
11.83	Before	Left Exterior Girder	2531.2	24044.4	31610.5	36732.0	-160888	192592	-7638	0.54
11.83	Before	Right Exterior Girder	937.1	24045.9	31612.9	35263.4	-160182	189783	-7441	0.53
11.83	After	Left Exterior Girder	2604.2	24044.6	31610.7	36705.0	-160875	192541	-7635	0.54
11.83	After	Right Exterior Girder	888.0	24045.7	31612.7	35364.4	-160230	189976	-7454	0.54
14.32	Before	Left Exterior Girder	2807.3	26788.8	35185.4	40667.2	-179074	214012	-8472	0.60
14.32	Before	Right Exterior Girder	870.6	26789.2	35186.2	38568.2	-178055	209988	-8190	0.59
14.32	After	Left Exterior Girder	2873.6	26789.1	35185.8	40648.8	-179067	213979	-8470	0.60
14.32	After	Right Exterior Girder	836.4	26788.9	35185.7	38650.9	-178093	210145	-8201	0.59
16.80	Before	Left Exterior Girder	3015.8	28741.9	37716.2	43243.9	-191888	228800	-9035	0.64
16.80	Before	Right Exterior Girder	780.3	28741.4	37715.8	40856.4	-190723	224217	-8714	0.63
16.80	After	Left Exterior Girder	3075.3	28739.2	37712.6	43231.6	-191865	228762	-9033	0.64
16.80	After	Right Exterior Girder	768.0	28738.8	37712.3	40912.6	-190734	224312	-8721	0.63
18.43	Before	Left Exterior Girder	3096.0	29564.0	38793.7	44513.7	-197390	235404	-9298	0.66
18.43	Before	Right Exterior Girder	732.2	29565.0	38795.5	41535.6	-195947	229697	-8897	0.65
18.43	After	Left Exterior Girder	3107.1	29563.6	38793.1	44524.8	-197393	235423	-9299	0.66
18.43	After	Right Exterior Girder	699.0	29565.4	38796.1	41577.6	-195970	229780	-8903	0.65
20.05	Before	Left Exterior Girder	3131.1	30047.8	39420.3	45213.7	-193294	251885	-9887	0.71
20.05	Before	Right Exterior Girder	670.9	30051.2	39425.7	41789.3	-191539	244964	-9398	0.69
20.05	After	Left Exterior Girder	3130.5	30047.7	39420.2	45229.8	-193302	251917	-9889	0.71
20.05	After	Right Exterior Girder	652.9	30051.3	39425.9	41813.3	-191552	245013	-9401	0.69
20.15	Before	Left Exterior Girder	3130.5	30066.4	39444.0	45245.5	-193415	252047	-9894	0.71
20.15	Before	Right Exterior Girder	652.9	30070.0	39449.8	41807.3	-191654	245100	-9403	0.69
20.15	After	Left Exterior Girder	3137.0	30066.4	39444.1	45244.8	-193415	252046	-9893	0.71
20.15	After	Right Exterior Girder	647.2	30070.0	39449.7	41817.6	-191659	245120	-9404	0.69

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

7.4.6 Verifica sezione composta SLU – taglio

Si riportano le verifiche relative alla combinazione più gravosa, ossia la SLU_03.



Legenda – Verifica taglio SLU sezioni a U composte

DesReqName	Nome della verifica
Station	Progressiva della section cut
Location	Specifica se gli output della section cut sono calcolati prima o dopo la progressiva.
Girder	Nome della trave
GirderDist	Distanza della trave misurata dall'inizio della campata
Combo	Nome della combinazione di carico
CodeEqn	Equazione dell'Eurocodice utilizzata per calcolare la resistenza
Vu	Taglio di calcolo (valore assoluto)

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

Tu	Torsione di calcolo (valore assoluto)
Vtor	Azione di taglio agente sull'anima dovuta alla torsione calcolata con St. Venant (valore assoluto)
Vrd	Taglio resistente
Vp	Taglio plastico resistente
eta	Fattore descritto in EN 1993-1-5 5.1.2 Nota 2.
kTau	Coefficiente minimo per instabilità a taglio del pannello d'anima, calcolato come in EN 1993-1-5 A.3.
Lamdaw	Parametro di snellezza calcolato come in EN 1993-1-5 5.3 Nota 2.
Chiw	Fattore che tiene conto del contributo dell'anima alla resistenza all'instabilità a taglio, calcolato come in EN 1993-1-5 table 5.1.
DCRatio	Rapporto domanda/capacità

DesReqName = SLU_03

Combo = SLU_03

eta = 0

kTau = 1

Chiw = 1

CodeEqn = EN 1993-1-1 eq.(6.18), gammaM=1

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	88 di 172

TABLE: Bridge Super Design EUROCODE 40 - SteelUCompUltimate-Shear

Station	Location	Girder	Vu	Tu	Vtor	Vrd	Vp	Lamdaw	DCRatio
m	Text	Text	KN	KN-m	KN	KN	KN	Unitless	Unitless
0.00	After	Left Exterior Girder	5520.9	6086.7	1070.9	13207.6	13207.6	1.591	0.50
0.00	After	Right Exterior Girder	5114.8	3622.7	454.0	13207.6	13207.6	1.591	0.42
2.10	Before	Left Exterior Girder	5118.1	5263.1	926.0	13207.6	13207.6	1.591	0.46
2.10	Before	Right Exterior Girder	4754.6	2898.3	363.2	13207.6	13207.6	1.591	0.39
2.10	After	Left Exterior Girder	4988.2	5015.4	882.5	13207.6	13207.6	1.591	0.44
2.10	After	Right Exterior Girder	4638.6	2703.1	338.8	13207.6	13207.6	1.591	0.38
4.20	Before	Left Exterior Girder	4613.4	4547.6	800.1	13207.6	13207.6	1.591	0.41
4.20	Before	Right Exterior Girder	4283.3	2376.1	297.8	13207.6	13207.6	1.591	0.35
4.20	After	Left Exterior Girder	4484.2	4434.5	780.3	13207.6	13207.6	1.591	0.40
4.20	After	Right Exterior Girder	4126.0	2601.5	326.0	13207.6	13207.6	1.591	0.34
6.30	Before	Left Exterior Girder	4125.9	4179.7	735.4	13207.6	13207.6	1.591	0.37
6.30	Before	Right Exterior Girder	3811.1	2779.6	348.3	13207.6	13207.6	1.591	0.31
6.30	After	Left Exterior Girder	4002.2	4149.4	730.1	13207.6	13207.6	1.591	0.36
6.30	After	Right Exterior Girder	3703.4	2751.8	344.8	13207.6	13207.6	1.591	0.31
8.40	Before	Left Exterior Girder	3645.9	3975.4	699.5	13207.6	13207.6	1.591	0.33
8.40	Before	Right Exterior Girder	3335.2	2742.7	343.7	13207.6	13207.6	1.591	0.28
8.40	After	Left Exterior Girder	3521.3	3463.0	609.3	13207.6	13207.6	1.591	0.31
8.40	After	Right Exterior Girder	3204.8	2233.6	279.9	13207.6	13207.6	1.591	0.26
9.25	Before	Left Exterior Girder	3471.2	3412.2	600.4	13207.6	13207.6	1.591	0.31
9.25	Before	Right Exterior Girder	3154.6	2289.1	286.9	13207.6	13207.6	1.591	0.26
9.25	After	Left Exterior Girder	3370.2	3363.1	591.7	13207.6	13207.6	1.591	0.30
9.25	After	Right Exterior Girder	3054.6	2200.1	275.7	13207.6	13207.6	1.591	0.25
9.35	Before	Left Exterior Girder	3364.1	3309.9	698.7	10895.6	10895.6	1.891	0.37
9.35	Before	Right Exterior Girder	3048.6	2322.9	348.3	10895.6	10895.6	1.891	0.31
9.35	After	Left Exterior Girder	3290.8	3231.0	682.1	10895.6	10895.6	1.891	0.36
9.35	After	Right Exterior Girder	3005.3	2368.4	355.1	10895.6	10895.6	1.891	0.31
11.83	Before	Left Exterior Girder	2880.5	2988.0	525.7	10895.6	10895.6	1.891	0.31
11.83	Before	Right Exterior Girder	2607.8	2355.7	294.4	10895.6	10895.6	1.891	0.27
11.83	After	Left Exterior Girder	2744.6	2939.2	517.1	10895.6	10895.6	1.891	0.30
11.83	After	Right Exterior Girder	2477.9	2224.9	278.0	10895.6	10895.6	1.891	0.25
14.32	Before	Left Exterior Girder	2326.1	2702.5	475.4	10895.6	10895.6	1.891	0.26
14.32	Before	Right Exterior Girder	2086.0	2210.9	276.3	10895.6	10895.6	1.891	0.22
14.32	After	Left Exterior Girder	2185.0	2641.6	464.7	10895.6	10895.6	1.891	0.24
14.32	After	Right Exterior Girder	1967.8	2112.7	264.0	10895.6	10895.6	1.891	0.20
16.80	Before	Left Exterior Girder	1788.2	2387.4	420.0	10895.6	10895.6	1.891	0.20
16.80	Before	Right Exterior Girder	1583.4	2123.0	265.3	10895.6	10895.6	1.891	0.17
16.80	After	Left Exterior Girder	1700.8	2217.2	390.1	10895.6	10895.6	1.891	0.19
16.80	After	Right Exterior Girder	1400.1	1512.5	189.0	10895.6	10895.6	1.891	0.15
18.43	Before	Left Exterior Girder	1471.5	2062.7	362.9	10895.6	10895.6	1.891	0.17
18.43	Before	Right Exterior Girder	1187.2	1551.5	193.9	10895.6	10895.6	1.891	0.13
18.43	After	Left Exterior Girder	1313.1	1977.4	347.9	10895.6	10895.6	1.891	0.15
18.43	After	Right Exterior Girder	1075.1	1474.0	184.2	10895.6	10895.6	1.891	0.12
20.05	Before	Left Exterior Girder	1126.2	1868.3	394.4	10895.6	10895.6	1.891	0.14
20.05	Before	Right Exterior Girder	864.3	1502.9	225.3	10895.6	10895.6	1.891	0.10
20.05	After	Left Exterior Girder	1022.8	1823.8	385.0	10895.6	10895.6	1.891	0.13
20.05	After	Right Exterior Girder	784.3	1458.9	218.8	10895.6	10895.6	1.891	0.09
20.15	Before	Left Exterior Girder	1016.6	1817.8	383.7	10895.6	10895.6	1.891	0.13
20.15	Before	Right Exterior Girder	778.2	1452.4	217.8	10895.6	10895.6	1.891	0.09
20.15	After	Left Exterior Girder	975.4	1797.4	379.5	10895.6	10895.6	1.891	0.12
20.15	After	Right Exterior Girder	738.6	1446.4	216.9	10895.6	10895.6	1.891	0.09

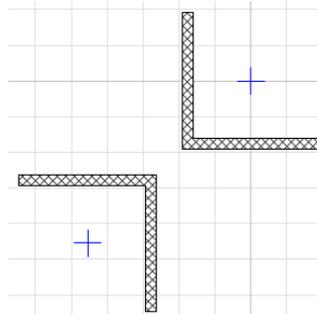
Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	89 di 172

TABLE: Bridge Super Design EUROCODE 40 - SteelUCompUltimate-Shear									
Station	Location	Girder	Vu	Tu	Vtor	Vrd	Vp	Lamdaw	DCRatio
m	Text	Text	KN	KN-m	KN	KN	KN	Unitless	Unitless
22.46	Before	Left Exterior Girder	851.7	1651.2	290.5	10895.6	10895.6	1.891	0.10
22.46	Before	Right Exterior Girder	699.1	1480.8	185.0	10895.6	10895.6	1.891	0.08
22.46	After	Left Exterior Girder	961.9	1705.2	300.0	10895.6	10895.6	1.891	0.12
22.46	After	Right Exterior Girder	798.3	1529.5	191.1	10895.6	10895.6	1.891	0.09
24.78	Before	Left Exterior Girder	1359.2	2018.3	355.1	10895.6	10895.6	1.891	0.16
24.78	Before	Right Exterior Girder	1141.6	1554.3	194.2	10895.6	10895.6	1.891	0.12
24.78	After	Left Exterior Girder	1452.9	2143.3	377.1	10895.6	10895.6	1.891	0.17
24.78	After	Right Exterior Girder	1226.5	1691.5	211.4	10895.6	10895.6	1.891	0.13
27.09	Before	Left Exterior Girder	1883.2	2412.2	424.4	10895.6	10895.6	1.891	0.21
27.09	Before	Right Exterior Girder	1595.6	1704.6	213.0	10895.6	10895.6	1.891	0.17
27.09	After	Left Exterior Girder	2009.4	2490.6	438.2	10895.6	10895.6	1.891	0.22
27.09	After	Right Exterior Girder	1697.3	1814.2	226.7	10895.6	10895.6	1.891	0.18
29.40	Before	Left Exterior Girder	2427.1	2840.5	499.7	10895.6	10895.6	1.891	0.27
29.40	Before	Right Exterior Girder	2042.5	1867.8	233.4	10895.6	10895.6	1.891	0.21
29.40	After	Left Exterior Girder	2519.4	3429.6	603.4	10895.6	10895.6	1.891	0.29
29.40	After	Right Exterior Girder	2214.3	2578.9	322.2	10895.6	10895.6	1.891	0.23
31.03	Before	Left Exterior Girder	2751.0	3668.8	645.4	10895.6	10895.6	1.891	0.31
31.03	Before	Right Exterior Girder	2424.1	2592.2	323.9	10895.6	10895.6	1.891	0.25
31.03	After	Left Exterior Girder	2886.9	3794.8	667.6	10895.6	10895.6	1.891	0.33
31.03	After	Right Exterior Girder	2533.4	2716.8	339.5	10895.6	10895.6	1.891	0.26
32.65	Before	Left Exterior Girder	3127.0	4081.9	861.7	10895.6	10895.6	1.891	0.37
32.65	Before	Right Exterior Girder	2744.1	2711.1	406.5	10895.6	10895.6	1.891	0.29
32.65	After	Left Exterior Girder	3226.8	4238.3	894.7	10895.6	10895.6	1.891	0.38
32.65	After	Right Exterior Girder	2807.6	2796.7	419.4	10895.6	10895.6	1.891	0.30
32.75	Before	Left Exterior Girder	3232.8	4284.9	753.9	13207.6	13207.6	1.591	0.30
32.75	Before	Right Exterior Girder	2813.7	2685.5	336.5	13207.6	13207.6	1.591	0.24
32.75	After	Left Exterior Girder	3286.7	4367.0	768.4	13207.6	13207.6	1.591	0.31
32.75	After	Right Exterior Girder	2875.1	2685.0	336.5	13207.6	13207.6	1.591	0.24
33.60	Before	Left Exterior Girder	3336.9	4417.9	777.3	13207.6	13207.6	1.591	0.31
33.60	Before	Right Exterior Girder	2925.2	2629.5	329.5	13207.6	13207.6	1.591	0.25
33.60	After	Left Exterior Girder	3504.3	4650.2	818.2	13207.6	13207.6	1.591	0.33
33.60	After	Right Exterior Girder	3060.0	2777.0	348.0	13207.6	13207.6	1.591	0.26
35.60	Before	Left Exterior Girder	3797.9	5191.2	914.9	14929.2	14929.2	1.799	0.32
35.60	Before	Right Exterior Girder	3315.8	2356.2	293.5	14929.2	14929.2	1.799	0.24
35.60	After	Left Exterior Girder	3978.8	5449.8	960.5	14929.2	14929.2	1.799	0.33
35.60	After	Right Exterior Girder	3452.9	2431.4	302.9	14929.2	14929.2	1.799	0.25
37.60	Before	Left Exterior Girder	4285.3	5997.3	1058.4	16650.9	16650.9	2.006	0.32
37.60	Before	Right Exterior Girder	3709.6	2869.6	355.7	16650.9	16650.9	2.006	0.24
37.60	After	Left Exterior Girder	4433.8	6324.3	1116.2	16650.9	16650.9	2.006	0.33
37.60	After	Right Exterior Girder	3966.3	3013.9	373.6	16650.9	16650.9	2.006	0.26
39.60	Before	Left Exterior Girder	4744.1	6965.4	1230.6	18372.6	18372.6	2.214	0.33
39.60	Before	Right Exterior Girder	4227.9	3599.7	444.5	18372.6	18372.6	2.214	0.25
39.60	After	Left Exterior Girder	4932.8	7257.7	1282.3	18372.6	18372.6	2.214	0.34
39.60	After	Right Exterior Girder	4374.6	3638.5	449.3	18372.6	18372.6	2.214	0.26
41.60	Before	Left Exterior Girder	5252.1	7916.3	1399.9	20094.2	20094.2	2.421	0.33
41.60	Before	Right Exterior Girder	4627.2	4308.6	530.4	20094.2	20094.2	2.421	0.26
41.60	After	Left Exterior Girder	5432.2	8320.5	1471.4	20094.2	20094.2	2.421	0.34
41.60	After	Right Exterior Girder	4777.8	4580.2	563.8	20094.2	20094.2	2.421	0.27
43.00	Before	Left Exterior Girder	5671.9	8524.8	1507.5	20094.2	20094.2	2.421	0.36
43.00	Before	Right Exterior Girder	4949.4	4778.1	588.2	20094.2	20094.2	2.421	0.28
43.00	After	Left Exterior Girder	311.2	352.0	62.3	20094.2	20094.2	2.421	0.02
43.00	After	Right Exterior Girder	189.3	231.4	28.5	20094.2	20094.2	2.421	0.01

7.5 Verifiche aste acciaio

7.5.1 Traversi a "X" – 2L 120x120x10



Property Data			
Section Name	2L 120x120x10_SD		
Properties			
Cross-section (axial) area	4600.	Section modulus about 3 axis	118778.12
Moment of Inertia about 3 axis	15559933.	Section modulus about 2 axis	118778.12
Moment of Inertia about 2 axis	15559933.	Plastic modulus about 3 axis	205600.
Product of Inertia about 2-3	-5401600.	Plastic modulus about 2 axis	205600.
Shear area in 2 direction	3289.8218	Radius of Gyration about 3 axis	58.1601
Shear area in 3 direction	3289.8218	Radius of Gyration about 2 axis	58.1601
Torsional constant	151446.1	Shear Center Eccentricity (x3)	0.
OK			

Figura 60: Caratteristiche sezione traversi a "X" (lunghezze in mm)

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – $L=45\text{ m}$

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	91 di 172

$N_{ed} = 461.33\text{ KN}$ (SLU 04)
461330 N

$M_{eq,y} = 0\text{ Nmm}$

$M_{eq,z} = 0\text{ Nmm}$

Curva di instabilità c

$\alpha = 0.49$

$A = 4600\text{ mm}^2$

$f_{yk} = 355\text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M1} = 1.05$

$\pi = 3.14$

$E = 210000\text{ N/mm}^2$

asse y

$\beta = 1$

$L = 1939.5\text{ mm}$

$I_0 = 1939.5\text{ mm}$

$I_y = 15559933\text{ mm}^4$

$N_{cr,y} = 8564593\text{ N}$
8565 KN

$W_y = 118778.12\text{ mm}^3$

$\lambda_{-} = 0.44$

$\Phi = 0.65$

$\xi = 0.88$

$M_{Rd,y} = 39894957\text{ Nmm}$

asse z

$\beta = 1$

$L = 1939.5\text{ mm}$

$I_0 = 1939.5\text{ mm}$

$I_z = 15559933\text{ mm}^4$

$N_{cr,z} = 8564593\text{ N}$
8565 KN

$W_z = 118778.12\text{ mm}^3$

$\lambda_{-} = 0.44$

$\Phi = 0.65$

$\xi = 0.88$

$M_{Rd,z} = 39894957\text{ Nmm}$

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	92 di 172

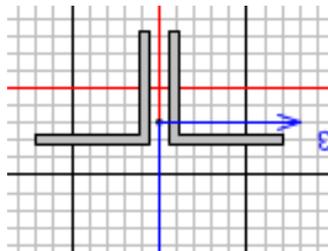
Stabilità membrature inflesse-compresse

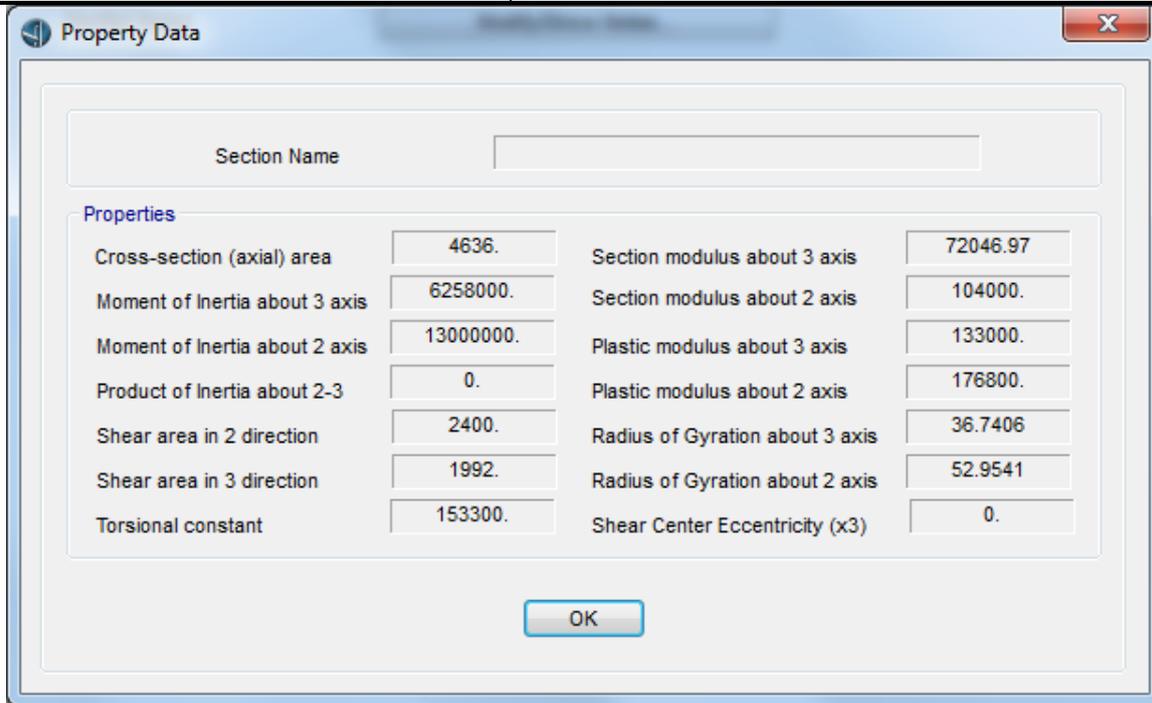
N_{Ed} =	-461.33 kN	Azione assiale di compressione sollecitante
$M_{eq,Ed}$ =	0 kN/m	Azione flettente sollecitante (asse verticale)
α =	0.49	Fattore di imperfezione
$W_{pl,y}$ =	118778.12 mm ³	modulo plastico asse verticale
$W_{pl,z}$ =	118778.12 mm ³	modulo plastico asse trasversale
$I_{pl,y}$ =	15559933 mm ⁴	momento d'inerzia asse verticale
$I_{pl,z}$ =	15559933 mm ⁴	momento d'inerzia asse trasversale
L=	1.9395 m	lunghezza elemento
$L_{0,y}$ =	1.9395 m	lunghezza libera inflessione asse verticale
$L_{0,z}$ =	1.9395 m	lunghezza libera inflessione asse trasversale
f_{yk} =	355 N/mm ²	tensione di rottura
γ_{m0} =	1.05	coeff.riduttivo della resistenza delle Sezioni Classe 1-2-3-4
γ_{m1} =	1.05	coeff.riduttivo della resistenz all'instabilità delle membrature
γ_{m2} =	1.25	coeff.riduttivo nei riguardi della frattura, delle sezioni tese
f_{yd} =	338 N/mm ²	tensione di snervamento
A=	4600 mm ²	Area sezione
λ_y =	0.44	Snellezza adimensionale asse verticale
Φ_y =	0.65	
χ_y =	0.88	
λ_z =	0.44	Snellezza adimensionale asse trasversale
Φ_z =	0.65	
χ_z =	0.88	
$N_{Cr,y}$ =	8564593 N	Carico critico elastico asse verticale
$N_{Cr,z}$ =	8564593 N	Carico critico elastico asse trasversale

verifica

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Cr,z}}\right)} = 0.34 < 1 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

7.5.2 Briglie orizzontali – 2L 120x120x10





Property Data

Section Name:

Properties

Cross-section (axial) area	4636.	Section modulus about 3 axis	72046.97
Moment of Inertia about 3 axis	6258000.	Section modulus about 2 axis	104000.
Moment of Inertia about 2 axis	13000000.	Plastic modulus about 3 axis	133000.
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	176800.
Shear area in 2 direction	2400.	Radius of Gyration about 3 axis	36.7406
Shear area in 3 direction	1992.	Radius of Gyration about 2 axis	52.9541
Torsional constant	153300.	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

OK

Figura 61: Caratteristiche sezione briglie orizzontali (lunghezze in mm)

$N_{ed} = 364.34 \text{ KN}$ (SLU 04)
364340 N

$M_{eq,y} = 0 \text{ Nmm}$

$M_{eq,z} = 0 \text{ Nmm}$

Curva di instabilità c

$\alpha = 0.49$

$A = 4636 \text{ mm}^2$

$f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M1} = 1.05$

$\pi = 3.14$

$E = 210000 \text{ N/mm}^2$

asse y

$\beta = 1$

$L = 2800 \text{ mm}$

$l_0 = 2800 \text{ mm}$

$I_y = 6258000 \text{ mm}^4$

$N_{cr,y} = 1652715 \text{ N}$

1653 KN

$W_y = 71665.8 \text{ mm}^3$

$\lambda_y = 1.00$

$\Phi = 1.19$

$\xi = 0.54$

$M_{Rd,y} = 19832829 \text{ Nmm}$

asse z

$\beta = 1$

$L = 2800 \text{ mm}$

$l_0 = 2800 \text{ mm}$

$I_z = 13000000 \text{ mm}^4$

$N_{cr,z} = 3433254 \text{ N}$

3433 KN

$W_z = 104000 \text{ mm}^3$

$\lambda_z = 0.69$

$\Phi = 0.86$

$\xi = 0.73$

$M_{Rd,z} = 33002016 \text{ Nmm}$

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	94 di 172

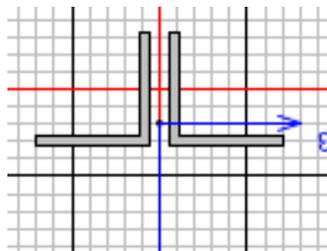
Stabilità membrature inflesse-compresse

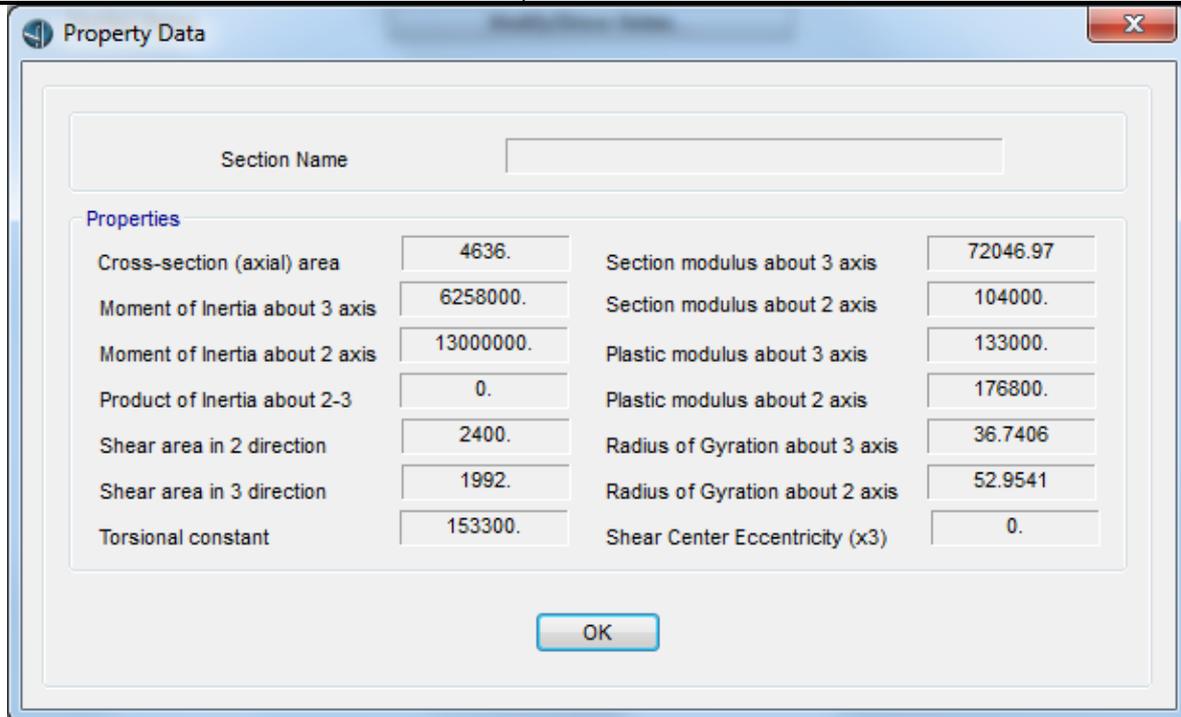
N_{Ed} =	-364.34 kN	Azione assiale di compressione sollecitante
$M_{eq,Ed}$ =	0 kN/m	Azione flettente sollecitante (asse verticale)
α =	0.49	Fattore di imperfezione
$W_{pl,y}$ =	71665.8 mm ³	modulo plastico asse verticale
$W_{pl,z}$ =	104000 mm ³	modulo plastico asse trasversale
$I_{pl,y}$ =	6258000 mm ⁴	momento d'inerzia asse verticale
$I_{pl,z}$ =	13000000 mm ⁴	momento d'inerzia asse trasversale
L=	2.8 m	lunghezza elemento
$L_{0,y}$ =	2.8 m	lunghezza libera inflessione asse verticale
$L_{0,z}$ =	2.8 m	lunghezza libera inflessione asse trasversale
f_{yk} =	355 N/mm ²	tensione di rottura
γ_{m0} =	1.05	coeff.riduttivo della resistenza delle Sezioni Classe 1-2-3-4
γ_{m1} =	1.05	coeff.riduttivo della resistenz all'instabilità delle membrature
γ_{m2} =	1.25	coeff.riduttivo nei riguardi della frattura, delle sezioni tese
f_{yd} =	338 N/mm ²	tensione di snervamento
A=	4636 mm ²	Area sezione
λ_y =	1.00	Snellezza adimensionale asse verticale
Φ_y =	1.19	
χ_y =	0.54	
λ_z =	0.69	Snellezza adimensionale asse trasversale
Φ_z =	0.86	
χ_z =	0.73	
$N_{Cr,y}$ =	1652715 N	Carico critico elastico asse verticale
$N_{Cr,z}$ =	3433254 N	Carico critico elastico asse trasversale

verifica

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{req,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot f_{yk} \cdot W_y \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Cr,y}}\right)} + \frac{M_{req,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Cr,z}}\right)} = 0.43 < 1 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

7.5.3 Controventi superiori – 2L 120x120x10





Property Data

Section Name:

Properties

Cross-section (axial) area	4636.	Section modulus about 3 axis	72046.97
Moment of Inertia about 3 axis	6258000.	Section modulus about 2 axis	104000.
Moment of Inertia about 2 axis	13000000.	Plastic modulus about 3 axis	133000.
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	176800.
Shear area in 2 direction	2400.	Radius of Gyration about 3 axis	36.7406
Shear area in 3 direction	1992.	Radius of Gyration about 2 axis	52.9541
Torsional constant	153300.	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

OK

Figura 62: Caratteristiche sezione controventi superiori (lunghezze in mm)

$N_{ed} =$	254 KN	(SLU_08)		
	254000 N			
$M_{eq,y} =$	0 Nmm			
$M_{eq,z} =$	0 Nmm			
Curva di instabilità	c			
$\alpha =$	0.49			
A=	4636 mm ²			
$f_{yk} =$	355 N/mm ²			
$\gamma_{M1} =$	1.05			
π	3.14			
E	210000 N/mm ²			
		asse y		asse z
		β	1	β
		L	2524 mm	L
		$I_0 =$	2524 mm	$I_0 =$
		$I_y =$	6258000 mm ⁴	$I_z =$
				13000000 mm ⁴
		$N_{cr,y} =$	2033927 N	$N_{cr,z} =$
			2034 KN	4225161 N
				4225 KN
		$W_y =$	71665.8 mm ³	$W_z =$
		$\lambda_y =$	0.90	104000 mm ³
		$\Phi =$	1.08	$\lambda_z =$
		$\xi =$	0.60	0.62
				$\Phi =$
				0.80
				$\xi =$
				0.77
		$M_{Rd,y} =$	22264203 Nmm	$M_{Rd,z} =$
				34700515 Nmm

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	96 di 172

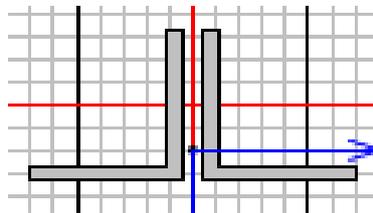
Stabilità membrature inflesse-compresse

N_{Ed} =	-254 kN	Azione assiale di compressione sollecitante
$M_{eq,Ed}$ =	0 kN/m	Azione flettente sollecitante (asse verticale)
α =	0.49	Fattore di imperfezione
$W_{pl,y}$ =	71665.8 mm ³	modulo plastico asse verticale
$W_{pl,z}$ =	104000 mm ³	modulo plastico asse trasversale
$I_{pl,y}$ =	6258000 mm ⁴	momento d'inerzia asse verticale
$I_{pl,z}$ =	13000000 mm ⁴	momento d'inerzia asse trasversale
L=	2.524 m	lunghezza elemento
$L_{0,y}$ =	2.524 m	lunghezza libera inflessione asse verticale
$L_{0,z}$ =	2.524 m	lunghezza libera inflessione asse trasversale
f_{yk} =	355 N/mm ²	tensione di rottura
γ_{m0} =	1.05	coeff.riduttivo della resistenza delle Sezioni Classe 1-2-3-4
γ_{m1} =	1.05	coeff.riduttivo della resistenz all'instabilità delle membrature
γ_{m2} =	1.25	ceff.riduttivo nei riguardi della frattura, delle sezioni tese
f_{yd} =	338 N/mm ²	tensione di snervamento
A=	4458 mm ²	Area sezione
λ_y =	0.88	Snellezza adimensionale asse verticale
Φ_y =	1.06	
χ_y =	0.61	
λ_z =	0.61	Snellezza adimensionale asse trasversale
Φ_z =	0.79	
χ_z =	0.78	
$N_{Cr,y}$ =	2033927 N	Carico critico elastico asse verticale
$N_{Cr,z}$ =	4225161 N	Carico critico elastico asse trasversale

verifica

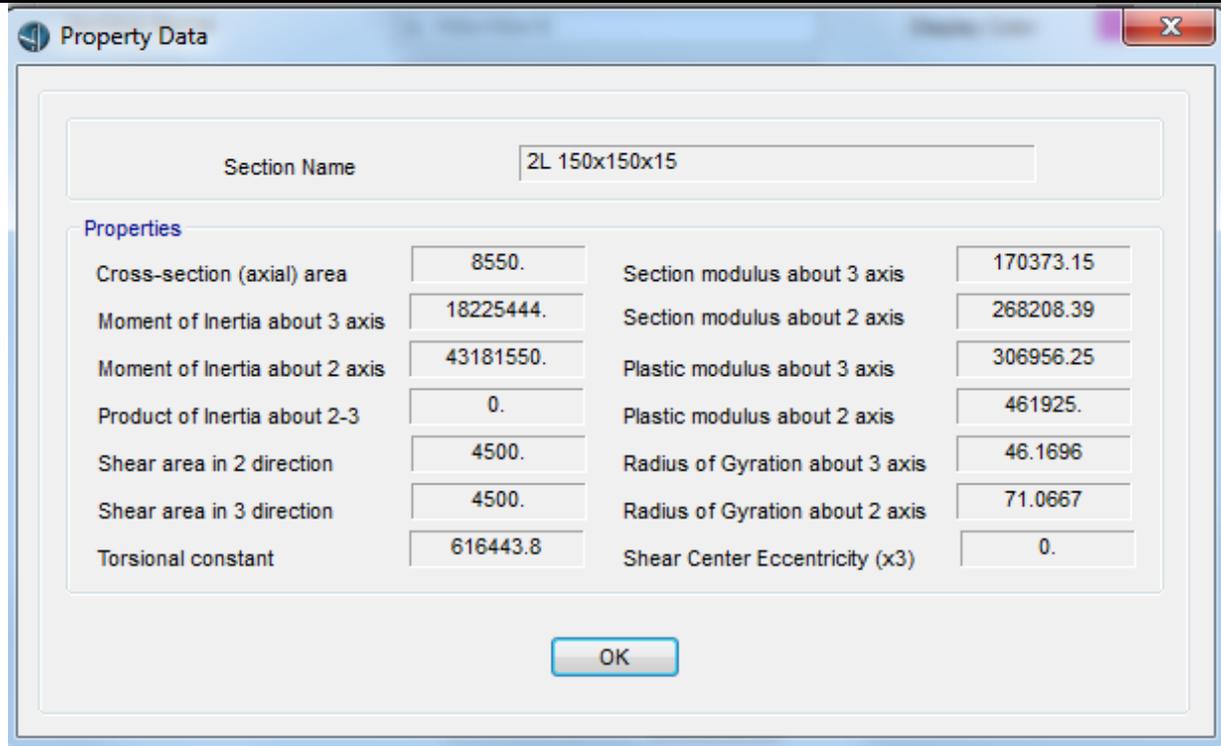
$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Cr,z}}\right)} = 0.28 < 1 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

7.5.4 Controventi inferiori – 2L 150x150x15



Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	97 di 172



Property Data

Section Name: 2L 150x150x15

Properties

Cross-section (axial) area	8550.	Section modulus about 3 axis	170373.15
Moment of Inertia about 3 axis	18225444.	Section modulus about 2 axis	268208.39
Moment of Inertia about 2 axis	43181550.	Plastic modulus about 3 axis	306956.25
Product of Inertia about 2-3	0.	Plastic modulus about 2 axis	461925.
Shear area in 2 direction	4500.	Radius of Gyration about 3 axis	46.1696
Shear area in 3 direction	4500.	Radius of Gyration about 2 axis	71.0667
Torsional constant	616443.8	Shear Center Eccentricity (x3)	0.

OK

Figura 63: Caratteristiche sezione controventi inferiori (lunghezze in mm)

$N_{ed} =$	335.76 KN	(SISMA Y_02)		
	335760 N			
$M_{eq,y} =$	0 Nmm			
$M_{eq,z} =$	0 Nmm			
Curva di instabilità	c			
$\alpha =$	0.49	β	1	β
A=	8550 mm ²	L	2524 mm	L
$f_{yk} =$	355 N/mm ²	$I_0 =$	2524 mm	$I_0 =$
$\gamma_{M1} =$	1.05	$I_y =$	43181550 mm ⁴	$I_z =$
π	3.14			18225444 mm ⁴
E	210000 N/mm ²	$N_{cr,y} =$	14034538 N	$N_{cr,z} =$
			14035 KN	5923495 N
		$W_y =$	268208 mm ³	$W_z =$
		$\lambda_y =$	0.47	268208 mm ³
		$\Phi =$	0.67	$\lambda_z =$
		$\xi =$	0.86	0.72
				$\Phi =$
				0.88
				$\xi =$
				0.71
		$M_{Rd,y} =$	92935960 Nmm	$M_{Rd,z} =$
				89816857 Nmm

*Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
 Viadotto ferroviario – L=45 m*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	98 di 172

Stabilità membrature inflesse-compresse

N_{Ed} =	-335.76 kN	Azione assiale di compressione sollecitante
$M_{eq,Ed}$ =	0 kN/m	Azione flettente sollecitante (asse verticale)
α =	0.49	Fattore di imperfezione
$W_{pl,y}$ =	268208 mm ³	modulo plastico asse verticale
$W_{pl,z}$ =	268208 mm ³	modulo plastico asse trasversale
$I_{pl,y}$ =	43181550 mm ⁴	momento d'inerzia asse verticale
$I_{pl,z}$ =	18225444 mm ⁴	momento d'inerzia asse trasversale
L=	2.524 m	lunghezza elemento
$L_{0,y}$ =	2.524 m	lunghezza libera inflessione asse verticale
$L_{0,z}$ =	2.524 m	lunghezza libera inflessione asse trasversale
f_{yk} =	355 N/mm ²	tensione di rottura
γ_{m0} =	1.05	coeff.riduttivo della resistenza delle Sezioni Classe 1-2-3-4
γ_{m1} =	1.05	coeff.riduttivo della resistenz all'instabilità delle membrature
γ_{m2} =	1.25	ceff.riduttivo nei riguardi della frattura, delle sezioni tese
f_{yd} =	338 N/mm ²	tensione di snervamento
A=	8550 mm ²	Area sezione
λ_y =	0.47	Snellezza adimensionale asse verticale
Φ_y =	0.67	
χ_y =	0.86	
λ_z =	0.72	Snellezza adimensionale asse trasversale
Φ_z =	0.88	
χ_z =	0.71	
$N_{Cr,y}$ =	14034538 N	Carico critico elastico asse verticale
$N_{Cr,z}$ =	5923495 N	Carico critico elastico asse trasversale

verifica

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{yEd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Cr,y}}\right)} + \frac{M_{zEd} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Cr,z}}\right)} = 0.16 < 1 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

7.6 Verifica diaframmi di testata

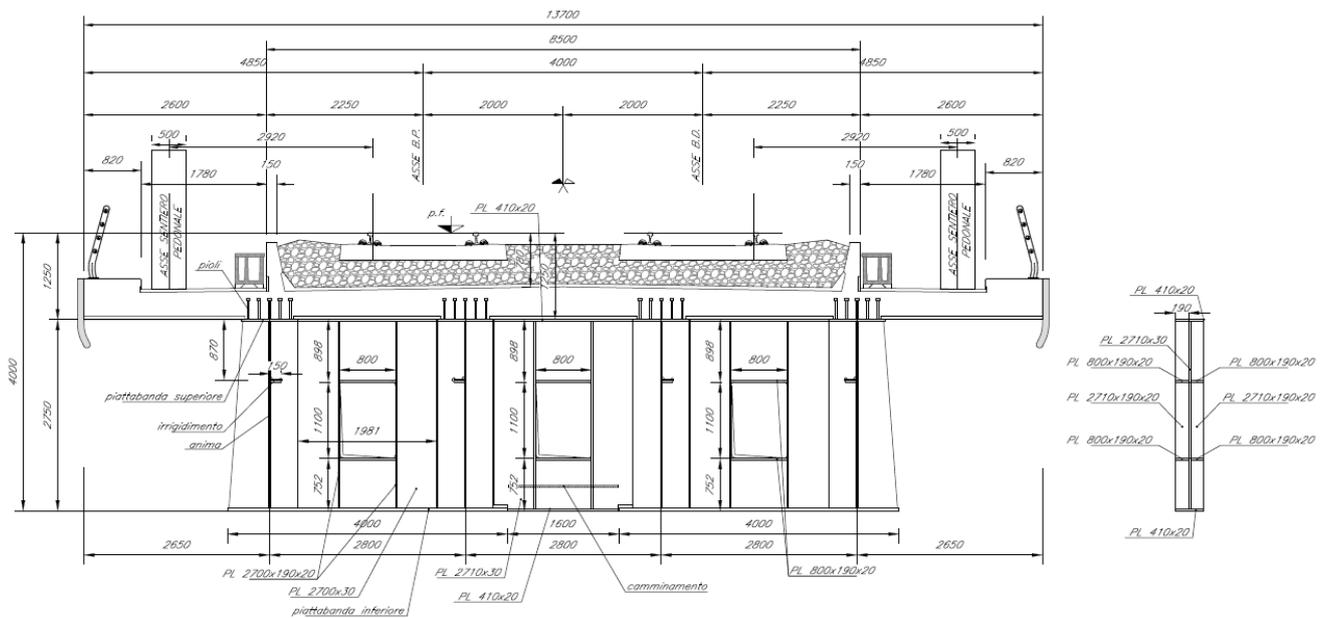
Nei paragrafi seguenti si riportano le verifiche di resistenza dei traversi pieni di testata. Il traverso è caratterizzato da un pannello di spessore 30 mm irrigidito da montanti costituiti da piatti da 20 mm, come descritto nella figura seguente. Tutte le giunzioni tra gli elementi metallici sono realizzate con saldature a completa penetrazione di prima classe; vengono pertanto omesse le verifiche di sicurezza delle saldature.

Operando a vantaggio di sicurezza, le verifiche sono condotte trascurando il contributo resistente del calcestruzzo.

Le sollecitazioni derivano dall'involuppo delle combinazioni SLU e SLV.

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	99 di 172



Le verifiche di resistenza sono state condotte in corrispondenza di due sezioni: la prima passante per un pannello non forato, la seconda per il passo d'uomo.

7.6.1 Diaframma testata lato trave $H = 2.75$ m – Sezione PIENA

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	2750	mm
C1=	2710	mm
t1=	30	mm
C2=	190	mm
t2=	20	mm
C3=	190	mm
t3=	20	mm

Irrigidimento= **0** tipologia di irrigidimento adottata

N_{irr,long}= **0** numero di irrigidimenti longitudinali

h_{i,irr,long}= **ΔH** altezze irrigidimenti longitudinali

a= **800** mm lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali

A_{s,lorda} = 97700 mm² area sezione lorda

Z_{Gs,lorda} = 1375.0 mm posizione "z" asse baricentrico sezione lorda

I_{s,lorda,y} = 8.031E+10 mm⁴ momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda

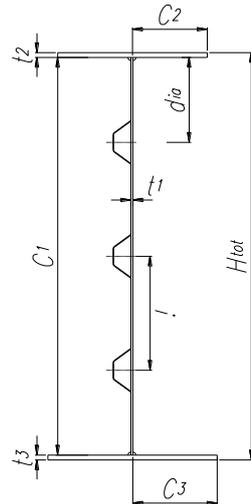
Y_{Gs,lorda} = 0.00 mm posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima

I_{s,lorda,z} = 2.36E+08 mm⁴ momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda

A_{p,anima} = 81300 mm² area sezione lorda pannello d'anima

Y_{p,anima} = 0.00 mm posizione "y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima

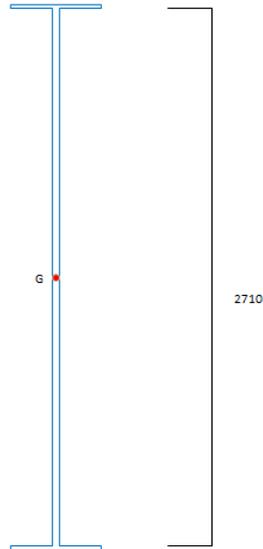
I_{p,anima} = 6.098E+06 mm⁴ momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



Classe anima	3	Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)
Classe ala sup.	3	Classe piattabanda ala sup. (soggetta a compressione)
Classe ala inf.	3	Classe piattabanda ala inf. (soggetta a compressione)

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	101 di 172



Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} =$	-5455.0	kN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-6159.0	kNm	Momento di progetto
$V_{Ed} =$	4362	kN	Taglio di progetto
$h_w =$	2710	mm	altezza pannello
$t =$	30	mm	spessore pannello
$N_{irr,long} =$	0		numero di irrigidimenti longitudinali
$k_{tI} =$	0.000		
$k_t =$	65.277		coefficiente per instabilità a taglio
$\eta =$	1.2		
$h_w/t =$	90.33	> 48.6	verifica necessaria!

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	102 di 172

$\sigma_E =$	23.28	N/mm ²	tensione critica euleriana
$\tau_{cr} =$	1519.92	N/mm ²	tensione tangenziale critica
$f_{yw} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello
$f_{yf} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda
$b_f =$	243	mm	larghezza efficace della piattabanda
$\lambda_w =$	0.37		coefficiente di snellezza
$\chi_w =$	1.20		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello
$M_{fk} =$	7394.6	KNm	momento resistente di progetto
$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	$V_{bw,Rd} =$	18178.03 KN	contributo resistente dell'anima
$M_{f,red} = \frac{M_{fk}}{\gamma_{M0}} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{(A_{R1} + A_{R2}) \cdot f_{yf}} \right)$	$M_{f,red} =$	7049.42 KNm	momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \cdot \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,red}} \right) \right]$	$V_{bf,Rd} =$	19.8 KN	contributo resistente delle piattabande
$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} =$	18178.03	KN	
$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	$V_{b,Rd} =$	18178.0 KN	> 4362 Verifica soddisfatta!
$\eta_3 =$	0.240		

Verifica di stabilità a compressione pannelli con irrigidimenti aperti

Sollecitazioni di progetto:

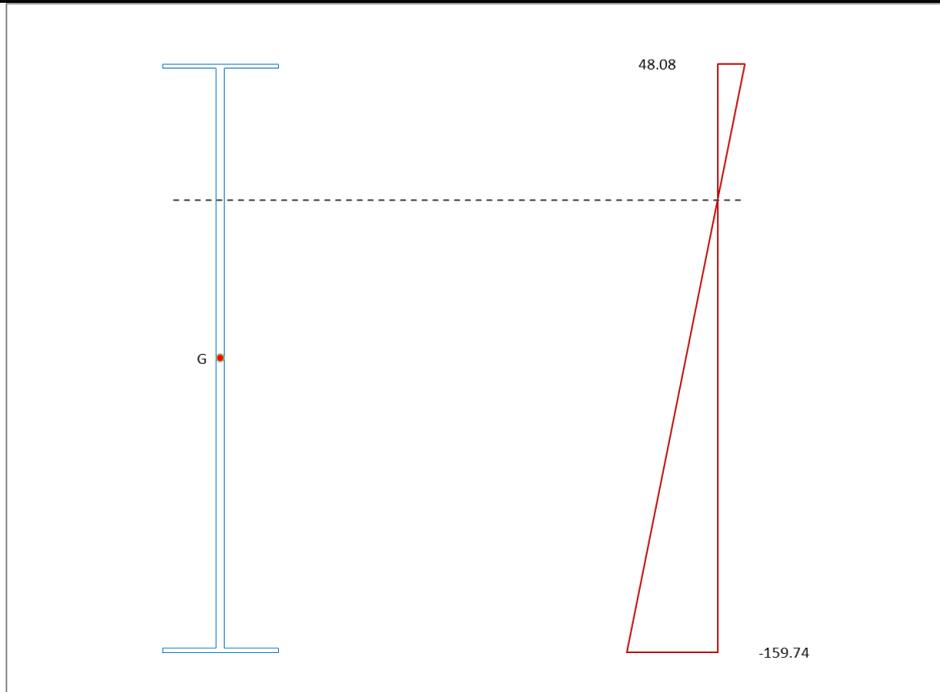
$N_{Ed} =$	-5455 KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-6159 KNm	Momento di progetto

Tensioni di progetto:

$\sigma_{Edsup.} =$	48.08 N/mm ²	Tensione al lembo superiore
$\sigma_{Edinf.} =$	-159.74 N/mm ²	Tensione al lembo inferiore

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	103 di 172



Verifica pannello d'anima:

verifica singoli sottopannelli:

sottopannello	b	ψ	ρ	$b_{\text{subpannello}}$	$b_{\text{edge/inf}}$	$b_{\text{edge/sup}}$	b_{inf}	b_{sup}
1	2710.0	-0.3010	0.7127	2083.1	833.2	1249.8	FALSO	0.0

sottopannello	b	ψ	ρ	$b_{\text{subpannello}}$	b_{eff}	$b_{\text{edge/inf,eff}}$	$b_{\text{edge/sup,eff}}$	$b_{\text{inf,eff}}$	$b_{\text{sup,eff}}$	x_{eff}
1	2710.0	-0.3010	0.7127	2083.1	1484.7	593.9	890.8	0.0	0.0	598.4

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	104 di 172

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	21.38	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	4.99	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	8.55	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	79024.95	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a.Gz,eff} =$	1480.58	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$Y_{Gs.lorda} =$	0.00	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda efficace-asse anima
$e_{Nz} =$	105.58	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$e_{Ny} =$	0.00	mm	
$I_{y,eff.} =$	7.43E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	5.02E+07	mm ³	modulo di resistenza "y"
$I_{z,eff.} =$	1.96E+09	mm ⁴	
$W_{z,eff.} =$	-1.30E+08	mm ³	
$N_{Ed} =$	-5455.0	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-6159.0	KNm	Momento di progetto
$M_{Loc_Ed} =$	24794.00	KNm	Momento LOCALE di progetto

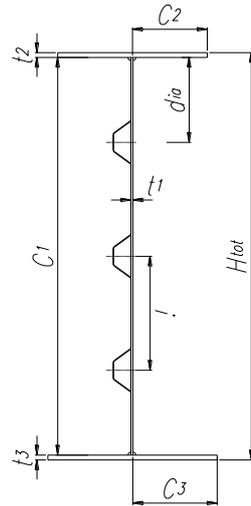
$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{Mo} f_y A_{eff}} + \frac{M_{y,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{y,N})}{\gamma_{Mo} f_y W_{y,eff}} + \frac{M_{z,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{z,N})}{\gamma_{Mo} f_y W_{z,eff}} \leq 1,0$$

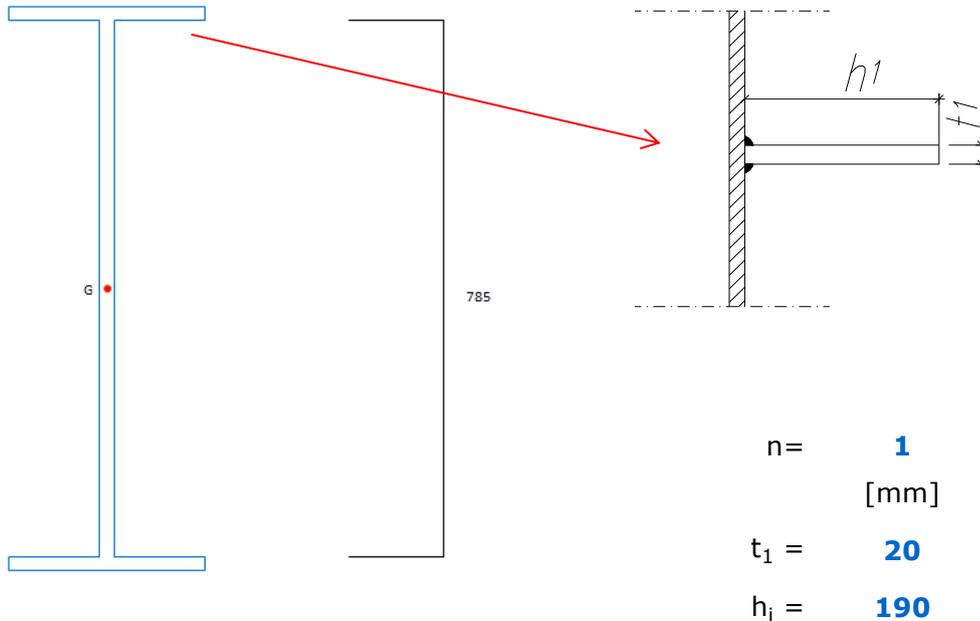
0.5412 < 1 Verifica soddisfatta!

7.6.2 Diaframma testata lato trave $H = 2.75$ m – Sezione PASSO D'UOMO

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	825	mm	
C1=	785	mm	
t1=	30	mm	
C2=	190	mm	
t2=	20	mm	
C3=	190	mm	
t3=	20	mm	
Irrigidimento=	2	tipologia di irrigidimento adottata	
Nirr,long=	0	numero di irrigidimenti longitudinali	
hi,irr.long=	ΔH	altezze irrigidimenti longitudinali	
a=	800	mm	lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali
A _{s.lorda} =	39950	mm ²	area sezione lorda
Z _{Gs.lorda} =	412.5	mm	posizione "z" asse baricentrico sezione lorda
I _{s.lorda,y} =	3.867E+09	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda
Y _{Gs.lorda} =	0.00	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima
I _{s.lorda,z} =	2.32E+08	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda
A _{p.anima} =	23550	mm ²	area sezione lorda pannello d'anima
Y _{p.anima} =	0.00	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima
I _{p.anima} =	1.766E+06	mm ⁴	momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima
Classe anima	1	Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)	
Classe ala sup.	3	Classe piattabanda ala sup. (soggetta a compressione)	
Classe ala inf.	3	Classe piattabanda ala inf. (soggetta a compressione)	





Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} =$	-4688.0	kN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-927.0	kNm	Momento di progetto
$V_{Ed} =$	2036	kN	Taglio di progetto
$h_w =$	785	mm	altezza pannello
$t =$	30	mm	spessore pannello
$N_{irr,long} =$	0		numero di irrigidimenti longitudinali
$k_{tl} =$	0.000		
$k_\tau =$	8.317		coefficiente per instabilità a taglio
$\eta =$	1.2		
$h_w/t =$	26.17	< 48.6	pannello verificato

Verifica di stabilità a compressione pannelli con irrigidimenti aperti

Sollecitazioni di progetto:

$N_{Ed} =$	-4688	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-927	KNm	Momento di progetto

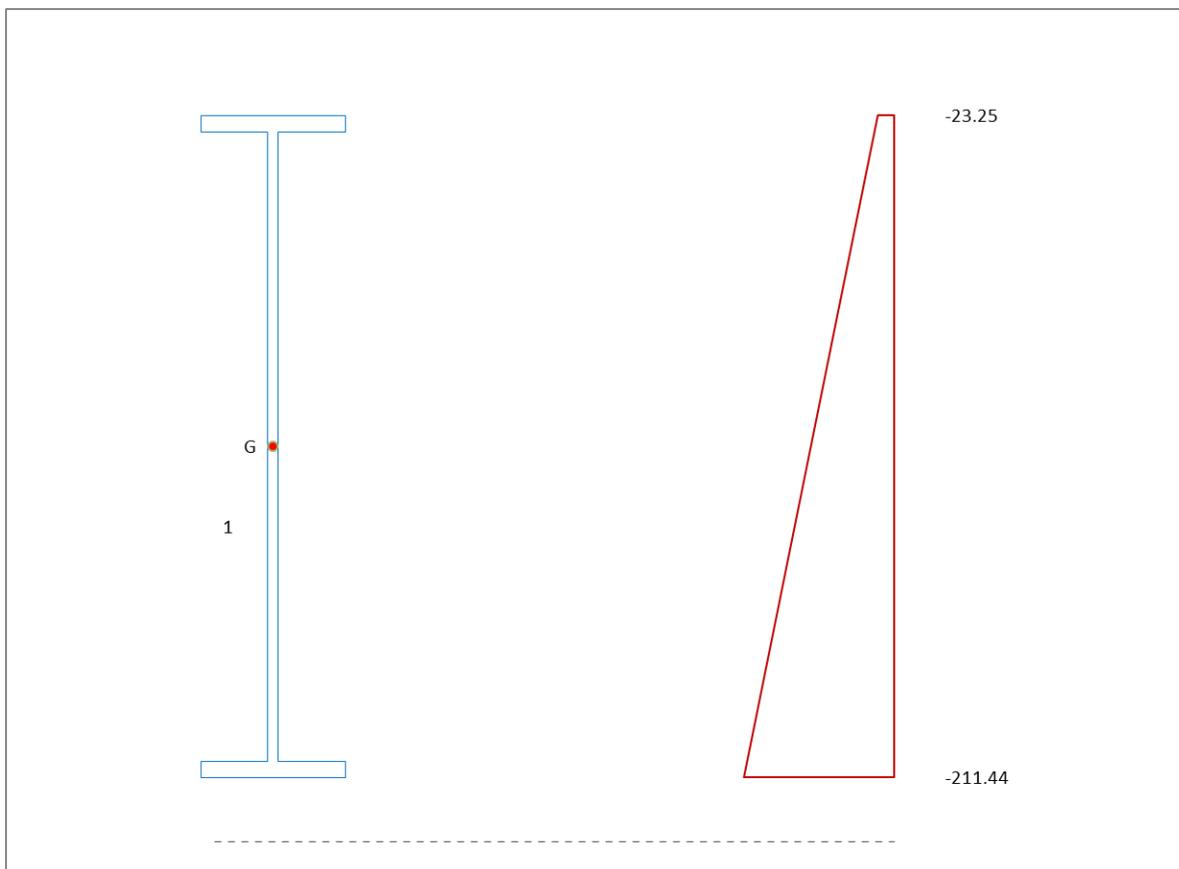
Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	107 di 172

Tensioni di progetto:

$\sigma_{Edsup.} = -23.25 \text{ N/mm}^2$ **Tensione al lembo superiore**

$\sigma_{Edinf.} = -211.44 \text{ N/mm}^2$ **Tensione al lembo inferiore**



Verifica pannello d'anima:

verifica singoli sottopannelli:

sottopannello	b	ψ	ρ	$b_{\text{subpannello}}$	$b_{\text{edge/inf}}$	$b_{\text{edge/sup}}$	b_{inf}	b_{sup}
1	785.0	0.1100	1.0000	785.0	321.1	FALSO	463.9	0.0

sottopannello	b	ψ	ρ	$b_{\text{subpannello}}$	b_{eff}	$b_{\text{edge/inf,eff}}$	$b_{\text{edge/sup,eff}}$	$b_{\text{inf,eff}}$	$b_{\text{sup,eff}}$	x_{eff}
1	785.0	0.1100	1.0000	785.0	785.0	321.1	0.0	463.9	0.0	0.0

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	108 di 172

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	30.00	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	20.00	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	-	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	39550.00	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a.Gz,eff} =$	412.50	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$Y_{Gs.lorda} =$	0.00	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda efficace-asse anima
$e_{Nz} =$	0.00	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$e_{Ny} =$	0.00	mm	
$I_{y,eff.} =$	3.80E+09	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	9.22E+06	mm ³	modulo di resistenza "y"
$I_{z,eff.} =$	4.33E+08	mm ⁴	
$W_{z,eff.} =$	-2.89E+07	mm ³	
$N_{Ed} =$	-4688.0	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-927.0	KNm	Momento di progetto
$M_{Loc_Ed} =$	0.00	KNm	Momento LOCALE di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{f_y A_{eff}} + \frac{M_{y,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{y,N})}{f_y W_{y,eff}} + \frac{M_{z,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{z,N})}{f_y W_{z,eff}} \leq 1,0$$

0.6481 < 1 Verifica soddisfatta!

7.6.3 Diaframma testata lato trave H = 4.15 m – Sezione PIENA

Geometria trave - pannello d'anima

Htot=	4150	mm
C1=	4110	mm
t1=	30	mm
C2=	190	mm
t2=	20	mm
C3=	190	mm
t3=	20	mm

Irrigidimento= **0** tipologia di irrigidimento adottata

N_{irr,long}= **0** numero di irrigidimenti longitudinali

h_{i,irr,long}= **ΔH** altezze irrigidimenti longitudinali

a= **800** mm lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali

A_{s,lorda} = 139700 mm² area sezione lorda

Z_{Gs,lorda} = 2075.0 mm posizione "z" asse baricentrico sezione lorda

I_{s,lorda,y} = 2.435E+11 mm⁴ momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda

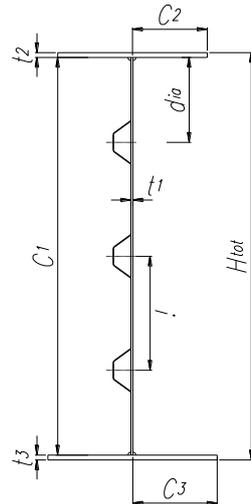
Y_{Gs,lorda} = 0.00 mm posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima

I_{s,lorda,z} = 2.39E+08 mm⁴ momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda

A_{p,anima} = 123300 mm² area sezione lorda pannello d'anima

Y_{p,anima} = 0.00 mm posizione "y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima

I_{p,anima} = 9.248E+06 mm⁴ momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



Classe anima	4	Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)
Classe ala sup.	3	Classe piattabanda ala sup. (soggetta a compressione)
Classe ala inf.	3	Classe piattabanda ala inf. (soggetta a compressione)

Verifica d'instabilità per taglio:

N_{Ed} = -7776.0 kN Sforzo normale di progetto
M_{Ed} = -15601.0 kNm Momento di progetto
V_{Ed} = 5806 kN Taglio di progetto

h_w = 4110 mm altezza pannello
t = 30 mm spessore pannello
N_{irr,long} = 0 numero di irrigidimenti longitudinali
k_{tl} = 0.000
k_t = 112.929 coefficiente per instabilità a taglio
η = 1.2
h_w/t = 137.00 > 48.6 verifica necessaria!

σ_E = 10.12 N/mm² tensione critica euleriana
τ_{cr} = 1143.19 N/mm² tensione tangenziale critica
f_{yw} = 355.00 N/mm² tensione di snervamento del pannello
f_{yf} = 355.00 N/mm² tensione di snervamento della piattabanda
b_f = 243 mm larghezza efficace della piattabanda
λ_w = 0.43 coefficiente di snellezza
χ_w = 1.20 coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello
M_{rk} = 11186.7 kNm momento resistente di progetto

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

V_{bw,Rd} = 27568.90 kN contributo resistente dell'anima

$$M_{f,red} = \frac{M_{rk}}{\gamma_{M0}} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{(A_{fi} + A_{fs}) \cdot f_{yf}} \right)$$

M_{f,red} = 10668.96 kNm momento resistente di progetto ridotto

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \cdot \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,red}} \right) \right]$$

V_{bf,Rd} = -63.7 kN contributo resistente delle piattabande

$$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} = 27568.90 \text{ kN}$$

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

V_{b,Rd} = 27505.2 kN > 5806 Verifica soddisfatta!

η₃ = 0.211

Verifica di stabilità a compressione pannelli con irrigidimenti aperti

Sollecitazioni di progetto:

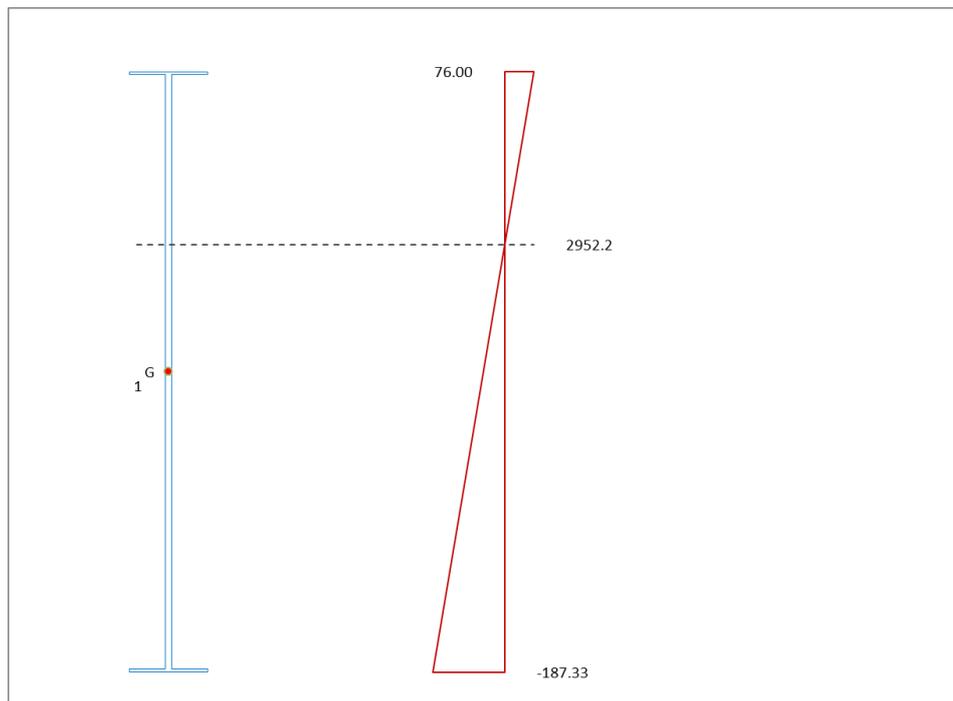
$N_{Ed} = -7776$ KN **Sforzo normale di progetto**

$M_{Ed} = -15601$ KNm **Momento di progetto**

Tensioni di progetto:

$\sigma_{Edsup.} = 76.00$ N/mm² **Tensione al lembo superiore**

$\sigma_{Edinf.} = -187.33$ N/mm² **Tensione al lembo inferiore**



Verifica pannello d'anima:

verifica singoli sottopannelli:

sottopannello	b	ψ	ρ	$b_{\text{sottopannello}}$	$b_{\text{edge/inf}}$	$b_{\text{edge/sup}}$	b_{inf}	b_{sup}
1	4110.0	-0.4057	0.5297	2923.8	1169.5	1754.3	FALSO	0.0

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	112 di 172

sottopannello	b	ψ	ρ	b _{subpannello}	b _{eff}	b _{edge/inf,eff}	b _{edge/sup,eff}	b _{inf,eff}	b _{sup,eff}	x _{eff}
1	4110.0	-0.4057	0.5297	2923.8	1548.6	619.5	929.2	0.0	0.0	1375.1

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

t _{w,eff.} =	15.89	mm	spessore anima zona compressa efficace
t _{sl,1,eff.} =	3.71	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
t _{sl,2,eff.} =	6.36	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
A _{c,eff.} =	97792.07	mm ²	area sezione lorda efficace
h _{a,Gz,eff} =	2390.68	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
Y_{Gs.lorda} =	0.00	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda efficace-asse anima
e _{Nz} =	315.68	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
e _{Ny} =	0.00	mm	
I _{y,eff.} =	2.02E+11	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
W _{y,eff.} =	8.47E+07	mm ³	modulo di resistenza "y"
I_{z,eff.} =	2.20E+09	mm ⁴	
W_{z,eff.} =	-1.46E+08	mm ³	
N _{Ed} =	-7776.0	KN	Sforzo normale di progetto
M _{Ed} =	-15601.0	KNm	Momento di progetto
M_{LOC_Ed} =	24794.00	KNm	Momento LOCALE di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{f_y A_{eff}} + \frac{M_{y,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{y,N})}{f_y W_{y,eff}} + \frac{M_{z,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{z,N})}{f_y W_{z,eff}} \leq 1,0$$

$$\frac{\quad}{\gamma_{M0}} + \frac{\quad}{\gamma_{M0}} + \frac{\quad}{\gamma_{M0}}$$

0.7081 < 1 Verifica soddisfatta!

7.6.4 Diaframma testata lato trave $H = 4.15$ m – Sezione **PASSO D'UOMO**

Geometria trave - pannello d'anima

Htot= **1525** mm
 C1= **1485** mm
 t1= **20** mm
 C2= **190** mm
 t2= **20** mm
 C3= **190** mm
 t3= **20** mm

Irrigidimento= **2** tipologia di irrigidimento adottata

Nirr,long= **0** numero di irrigidimenti longitudinali

hi,irr.long= **ΔH** altezze irrigidimenti longitudinali

a= **800** mm lunghezza pannello tra due irrigidimenti trasversali

A_{s.lorda} = 45700 mm² area sezione lorda

Z_{Gs.lorda} = 762.5 mm posizione "z" asse baricentrico sezione lorda

I_{s.lorda,y} = 1.452E+10 mm⁴ momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda

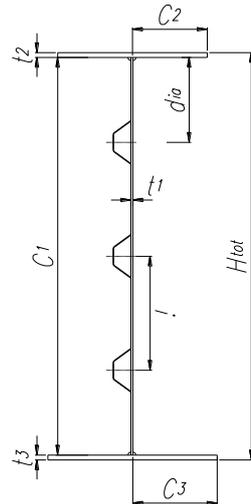
Y_{Gs.lorda} = 0.00 mm posizione "y" asse baricentrico sezione lorda-asse anima

I_{s.lorda,z} = 2.14E+08 mm⁴ momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda

A_{p.anima} = 29700 mm² area sezione lorda pannello d'anima

Y_{p.anima} = 0.00 mm posizione "y" asse baricentrico sezione lorda pannello d'anima

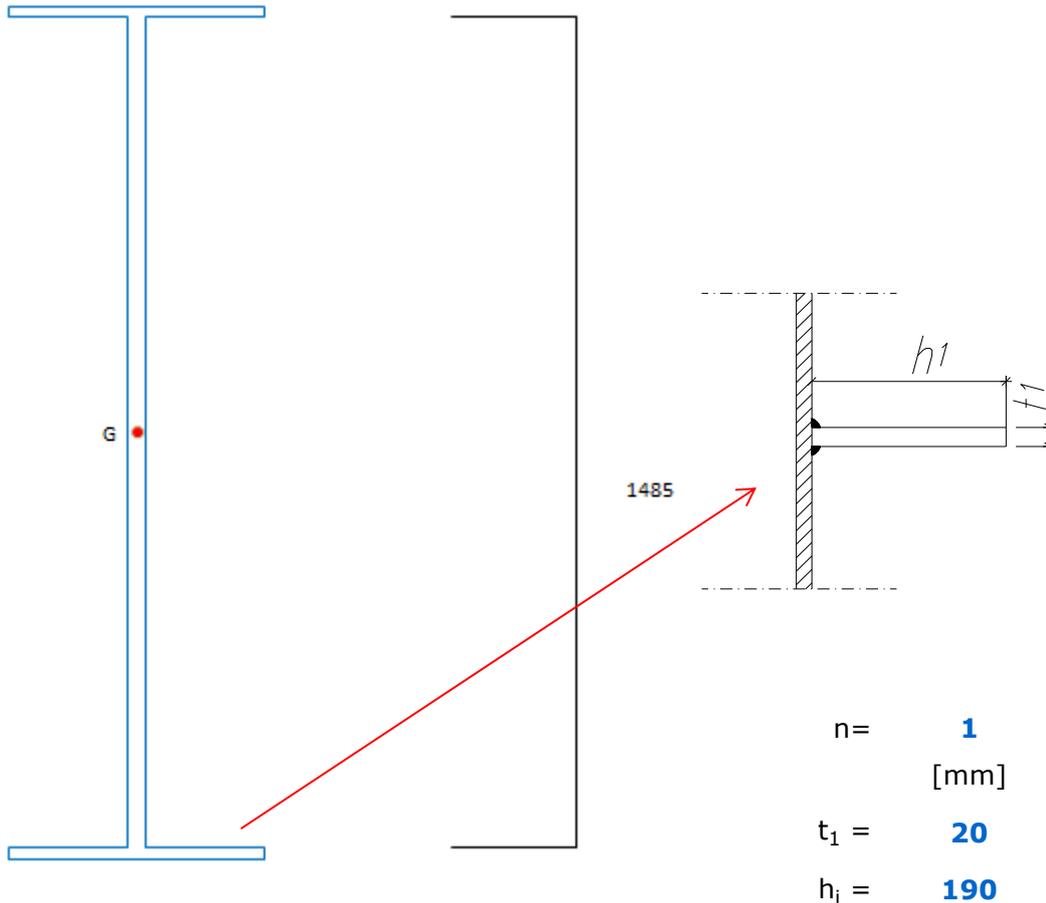
I_{p.anima} = 9.900E+05 mm⁴ momento d'inerzia "z" baricentrico sezione lorda pannello d'anima



Classe anima **3** Classe piattabanda anima (soggetta a flessione)
 Classe ala sup. **3** Classe piattabanda ala sup. (soggetta a compressione)
 Classe ala inf. **3** Classe piattabanda ala inf. (soggetta a compressione)

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	114 di 172



Verifica d'instabilità per taglio:

$N_{Ed} =$	-7159.0	kN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-2617.0	kNm	Momento di progetto
$V_{Ed} =$	2550	kN	Taglio di progetto
$h_w =$	1485	mm	altezza pannello
$t =$	30	mm	spessore pannello
$N_{irr,long} =$	0		numero di irrigidimenti longitudinali
$k_{t1} =$	0.000		
$k_t =$	18.220		coefficiente per instabilità a taglio
$\eta =$	1.2		
$h_w/t =$	49.50		> 48.6 verifica necessaria!

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	115 di 172

$\sigma_E =$	77.54	N/mm ²	tensione critica euleriana	
$\tau_{cr} =$	1412.87	N/mm ²	tensione tangenziale critica	
$f_{yw} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento del pannello	
$f_{yf} =$	355.00	N/mm ²	tensione di snervamento della piattabanda	
$b_f =$	243	mm	larghezza efficace della piattabanda	
$\lambda_w =$	0.38		coefficiente di snellezza	
$\chi_w =$	1.20		coefficiente funzione dell'instabilità elastica del pannello	
$M_{rk} =$	4076.5	KNm	momento resistente di progetto	
$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	$V_{bw,Rd} =$	9961.02	KN	contributo resistente dell'anima
$M_{f,red} = \frac{M_{rk}}{\gamma_{M0}} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{(A_{fi} + A_{fs}) \cdot f_{yf}} \right)$	$M_{f,red} =$	3887.41	KNm	momento resistente di progetto ridotto
$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{a \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) \gamma_{M1}} \cdot \left[1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,red}} \right) \right]$	$V_{bf,Rd} =$	44.6	KN	contributo resistente delle piattabande
$(1.2 \cdot f_{ywd} \cdot h_w \cdot t) / \sqrt{3} =$	9961.02	KN		
$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$	$V_{b,Rd} =$	9961.0	KN	> 2550 Verifica soddisfatta!
$\eta_3 =$	0.256			

Verifica di stabilità a compressione pannelli con irrigidimenti aperti

Sollecitazioni di progetto:

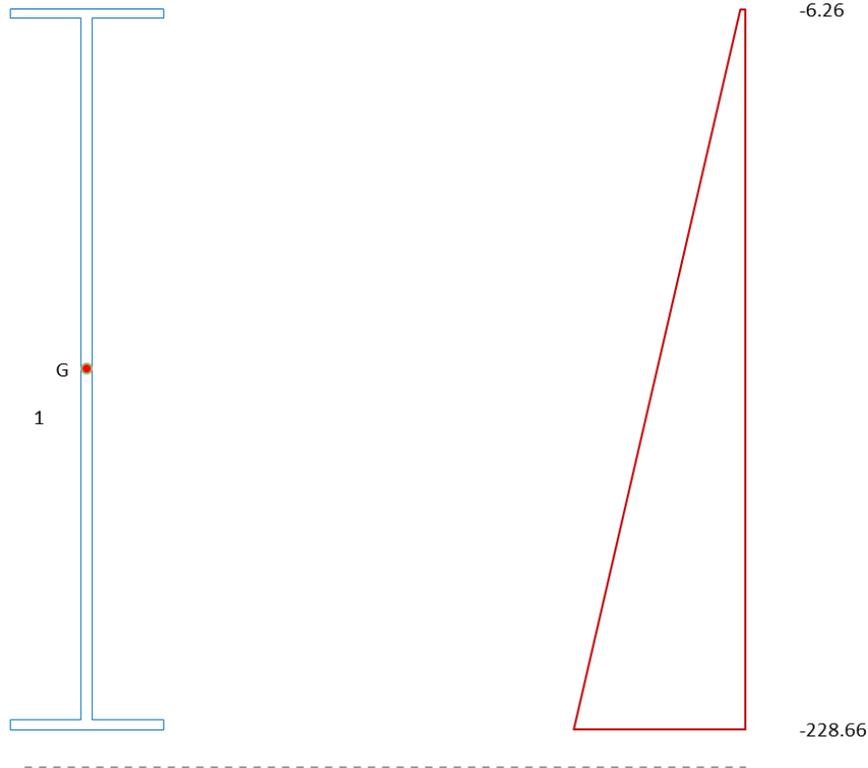
$N_{Ed} =$	-7159	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-2617	KNm	Momento di progetto

Tensioni di progetto:

$\sigma_{Edsup.} =$	-6.26	N/mm²	Tensione al lembo superiore
$\sigma_{Edinf.} =$	-228.66	N/mm²	Tensione al lembo inferiore

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	116 di 172



Verifica pannello d'anima:

verifica singoli sottopannelli:

sottopannello	b	ψ	ρ	$b_{\text{subpannello}}$	$b_{\text{edge/inf}}$	$b_{\text{edge/sup}}$	b_{inf}	b_{sup}
1	1485.0	0.0274	1.0000	1485.0	597.3	FALSO	887.7	0.0

sottopannello	b	ψ	ρ	$b_{\text{subpannello}}$	b_{eff}	$b_{\text{edge/inf,eff}}$	$b_{\text{edge/sup,eff}}$	$b_{\text{inf,eff}}$	$b_{\text{sup,eff}}$	x_{eff}
1	1485.0	0.0274	1.0000	1485.0	1485.0	597.3	0.0	887.7	0.0	0.0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

calcolo caratteristiche geometriche efficaci:

$t_{w,eff.} =$	30.00	mm	spessore anima zona compressa efficace
$t_{sl,1,eff.} =$	20.00	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$t_{sl,2,eff.} =$	-	mm	spessore irrigidimento zona compressa efficace
$A_{c,eff.} =$	60550.00	mm ²	area sezione lorda efficace
$h_{a,Gz,eff} =$	762.50	mm	posizione asse baricentrico sezione lorda efficace
$Y_{Gs.lorda} =$	0.00	mm	posizione "y" asse baricentrico sezione lorda efficace-asse anima
$e_{Nz} =$	0.00	mm	eccentricità lungo "z" asse neutro sezione efficace
$e_{Ny} =$	0.00	mm	
$I_{y,eff.} =$	1.72E+10	mm ⁴	momento d'inerzia "y" baricentrico sezione lorda efficace
$W_{y,eff.} =$	2.26E+07	mm ³	modulo di resistenza "y"
$I_{z,eff.} =$	1.93E+09	mm ⁴	
$W_{z,eff.} =$	-1.29E+08	mm ³	
$N_{Ed} =$	-7159.0	KN	Sforzo normale di progetto
$M_{Ed} =$	-2617.0	KNm	Momento di progetto
$M_{Loc_Ed} =$	0.00	KNm	Momento LOCALE di progetto

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot A_{eff}} + \frac{M_{y,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{y,N})}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot W_{y,eff}} + \frac{M_{z,Ed} + (N_{Ed} \cdot e_{z,N})}{\gamma_{M0} \cdot f_y \cdot W_{z,eff}} \leq 1,0$$

0.6919 < 1 Verifica soddisfatta!

7.7 Verifiche a fatica

Le verifiche a fatica sono condotte secondo quanto indicato in *RFI DTC INC PO SP IFS 003 A Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari*. Le variazioni di tensione considerate per la verifica a fatica sono quelle indotte dai carichi relativi gruppo di carico 3 riportato al cap. 6.

In particolare sono state considerate le variazioni di tensione normale nelle piattabande superiore ed inferiore, e la variazione di tensione tangenziale nelle anime delle travi.

Si riportano di seguito un estratto della specifica RFI richiamata sopra e le verifiche:

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 118 di 172

Estratto RFI DTC INC PO SP IFS 003 A

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

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

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

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

esprimibile con identica forma anche in termini di tensioni tangenziali:

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

Dove:

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

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

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

Φ_2 è il coefficiente di incremento dinamico del sovraccarico teorico valutato mediante la seguente formula:

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\circ - 0,2}} + 0,82 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$$

dove L_\circ rappresenta la lunghezza “caratteristica” in metri, così come definita in Tab. 1.4.2.5.3-1 della Specifica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A.

I coefficienti di incremento dinamico sono stabiliti con riferimento a travi semplicemente appoggiate. La lunghezza L_\circ permette di estendere l'uso di questi coefficienti ad altre tipologie strutturali.

Ove le sollecitazioni agenti in un elemento strutturale dipendessero da diversi termini ciascuno dei quali afferente a componenti strutturali distinti, ognuno di questi termini dovrà calcolarsi utilizzando

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 119 di 172

la lunghezza caratteristica L_0 appropriata.

Per γ_{Mf} vale quanto detto al Paragrafo 1.4.

Il fattore di correzione è dato dalla seguente formula:

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

Dove:

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

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

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

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

$$\lambda_4 = \sqrt[n]{n + [1-n] \cdot [a^5 + (1-a)^5]}$$

dove:

$$a = \frac{\Delta\sigma_1}{\Delta\sigma_{1+2}}$$

in cui:

$\Delta\sigma_1$ è l'intervallo di tensione nella sezione da verificare ottenuta con il modello di carico su un solo binario;

$\Delta\sigma_{1+2}$ è l'intervallo di tensione nella stessa sezione ottenuta con il modello di carico su due binari qualsiasi.

n è uguale alla percentuale dei treni che si incrociano sul ponte, la quale salvo diverse indicazioni da parte del Gestore dell'Infrastruttura si assumerà pari al 33,3%.

Dati

$\gamma_{Mf} =$	1.35	coefficiente parziale di sicurezza (strutture sensibili, conseguenze della rottura per fatica significative)
$L =$	43 m	luce di calcolo
$\Phi_2 =$	1.070	coefficiente dinamico
$\lambda_2 =$	1	(per volume di traffico pari a 25×10^6 t/anno/via)
$\lambda_3 =$	1	(per vita utile a fatica pari a 100 anni)

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	120 di 172

7.7.1 Sezione di mezzzeria

piattabanda inferiore sp = 40 mm

$\Delta\sigma_C=$	71 Mpa	classe del dettaglio
sp=	40 mm	spessore lamiera
$k_s=$	0.91	coefficiente riduttivo della classe del dettaglio
$\Delta\sigma_{C,rid}=$	64.63 Mpa	classe del dettaglio ridotta
$\Delta\sigma_{s,71} = \Delta\sigma_{LM/71}$	27.40 Mpa	Treno LM/71
$\Delta\sigma_{SW/2}=$	22.10 Mpa	1 treno di carico (SW/2)
$\Delta\sigma_{SW/2+LM71}=$	49.50 Mpa	2 treni di carico (SW/2+LM71)
$\lambda_1=$	0.64	(per L = 43 m)
n=	0.33	percentuale dei treni che si incrociano sul ponte
a=	0.45	tensione per 1 solo binario carico/tensione per 2 binari carichi
$\lambda_4=$	0.82	

$$\lambda = 0.53$$

$$\Delta\sigma_{E,d} = \lambda * \Phi_2 * \Delta\sigma_{LM71} = 15.45 < \Delta\sigma_{C,rid} / \gamma_{Mf} = 47.87 \text{ OK}$$

0.32

piattabanda superiore sp = 35 mm

$\Delta\sigma_C=$	71 Mpa	classe del dettaglio
sp=	35 mm	spessore lamiera
$k_s=$	0.93	coefficiente riduttivo della classe del dettaglio
$\Delta\sigma_{C,rid}=$	66.38 Mpa	classe del dettaglio ridotta
$\Delta\sigma_{s,71} = \Delta\sigma_{LM/71}$	7.70 Mpa	Treno LM/71
$\Delta\sigma_{SW/2}=$	8.40 Mpa	1 treno di carico (SW/2)
$\Delta\sigma_{SW/2+LM71}=$	16.10 Mpa	2 treni di carico (SW/2+LM71)
$\lambda_1=$	0.64	(per L = 43 m)
n=	0.33	percentuale dei treni che si incrociano sul ponte
a=	0.52	tensione per 1 solo binario carico/tensione per 2 binari carichi
$\lambda_4=$	0.82	

$$\lambda = 0.53$$

$$\Delta\sigma_{E,d} = \lambda * \Phi_2 * \Delta\sigma_{LM71} = 4.33 < \Delta\sigma_{C,rid} / \gamma_m = 49.17 \text{ OK}$$

0.09

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
 Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	121 di 172

7.7.2 Sezione di giunto conci 1-2

piattabanda inferiore sp = 30 mm

$\Delta\sigma_C =$	71 Mpa	classe del dettaglio		
sp =	30 mm	spessore lamiera		
$k_s =$	0.96	coefficiente riduttivo della classe del dettaglio		
$\Delta\sigma_{C,rid} =$	68.46 Mpa	classe del dettaglio ridotta		
$\Delta\sigma_{s,71} = \Delta\sigma_{LM/71}$	37.60	Treno LM/71		
$\Delta\sigma_{SW/2} =$	40.00 Mpa	1 treno di carico (SW/2)		
$\Delta\sigma_{SW/2+LM71} =$	77.60 Mpa	2 treni di carico (SW/2+LM71)		
$\lambda_1 =$	0.64	(per L = 43 m)		
n =	0.33	percentuale dei treni che si incrociano sul ponte		
a =	0.52	tensione per 1 solo binario carico/tensione per 2 binari carichi		
$\lambda_4 =$	0.82			
$\lambda =$	0.53			
$\Delta\sigma_{E,d} = \lambda * \phi_2 * \Delta\sigma_{LM71} =$	43.67	< $\Delta\sigma_{C,rid} / \gamma_m =$	50.71 OK	0.86

anima sp = 24 mm

taglio				
$\Delta\tau_C =$	80 Mpa	classe del dettaglio		
sp =	24 mm	spessore lamiera		
$k_s =$	1.00	coefficiente riduttivo della classe del dettaglio		
$\Delta\tau_{C,rid} =$	80.00 Mpa	per lo spessore della lamiera 22 mm		
$\Delta\tau_{s,71} = \Delta\tau_{LM/71}$	6.80	Treno LM/71		
$\Delta\tau_{SW/2} =$	3.90 Mpa	1 treno di carico (SW/2)		
$\Delta\tau_{SW/2+LM71} =$	10.70 Mpa	2 treni di carico (SW/2+LM71)		
$\lambda_1 =$	0.64	(per L = 43 m)		
n =	0.33	percentuale dei treni che si incrociano sul ponte		
a =	0.36	tensione per 1 solo binario carico/tensione per 2 binari carichi		
$\lambda_4 =$	0.84			
$\lambda =$	0.53			
$\Delta\tau_{E,d} = \lambda * \phi_2 * \Delta\tau_{LM71} =$	3.89	< $\Delta\tau_{C,rid} / \gamma_m =$	59.26 OK	0.07

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	122 di 172

tensione ideale

$\Delta\sigma_C=$	71 Mpa	classe del dettaglio		
sp=	20 mm	spessore lamiera		
$k_s=$	1.00	coefficiente riduttivo della classe del dettaglio		
$\Delta\sigma_{C,rid}=$	71.00 Mpa	per lo spessore della lamiera 22 mm		
$\Delta\sigma_{s,71} = \Delta\sigma_{LM/71}$	39.40	Treno LM/71		
$\Delta\sigma_{id-SW/2}=$	40.57 Mpa	1 treno di carico(SW/2)		
$\Delta\sigma_{id-SW/2+LM71}=$	79.78 Mpa	2 treni di carico (SW/2+LM71)		
$\lambda_1=$	0.64	(per L = 43 m)		
n=	0.33	percentuale dei treni che si incrociano sul ponte		
a=	0.51	tensione per 1 solo binario carico/tensione per 2 binari carichi		
$\lambda_4=$	0.82			
$\lambda=$	0.53			
$\Delta\sigma_{id-E,d}=\lambda*\Phi_2*\Delta\sigma_{id-LM71}=$	22.17	< $\Delta\sigma_{C,rid}/\gamma_m=$	52.59 OK	0.42

piattabanda superiore sp = 22 mm

$\Delta\sigma_C=$	71 Mpa	classe del dettaglio		
sp=	22 mm	spessore lamiera		
$k_s=$	1.00	coefficiente riduttivo della classe del dettaglio		
$\Delta\sigma_{C,rid}=$	71.00 Mpa	per lo spessore della lamiera 24 mm		
$\Delta\sigma_{s,71} = \Delta\sigma_{LM/71}$	5.94	Treno LM/71		
$\Delta\sigma_{SW/2}=$	5.68 Mpa	1 treno di carico(SW/2)		
$\Delta\sigma_{SW/2+LM71}=$	11.62 Mpa	2 treni di carico (SW/2+LM71)		
$\lambda_1=$	0.64	(per L = 43 m)		
n=	0.33	percentuale dei treni che si incrociano sul ponte		
a=	0.49	tensione per 1 solo binario carico/tensione per 2 binari carichi		
$\lambda_4=$	0.82			
$\lambda=$	0.53			
$\Delta\sigma_{E,d}=\lambda*\Phi_2*\Delta\sigma_{LM71}=$	3.34	< $\Delta\sigma_{C,rid}/\gamma_m=$	52.59 OK	0.06

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	123 di 172

piattabanda superiore sp = 30 mm

$\Delta\sigma_C=$	71 Mpa	classe del dettaglio		
sp=	30 mm	spessore lamiera		
$k_s=$	0.96	coefficiente riduttivo della classe del dettaglio		
$\Delta\sigma_{C,rid}=$	68.46 Mpa	per lo spessore della lamiera 24 mm		
$\Delta\sigma_{s,71} = \Delta\sigma_{LM/71}$	14.60	Treno LM/71		
$\Delta\sigma_{SW/2}=$	15.80 Mpa	1 treno di carico (SW/2)		
$\Delta\sigma_{SW/2+LM71}=$	30.40 Mpa	2 treni di carico (SW/2+LM71)		
$\lambda_1=$	0.64	(per L = 43 m)		
n=	0.33	percentuale dei treni che si incrociano sul ponte		
a=	0.52	tensione per 1 solo binario carico/tensione per 2 binari carichi		
$\lambda_4=$	0.82			
$\lambda=$	0.53			
$\Delta\sigma_{E,d}=\lambda*\Phi_2*\Delta\sigma_{LM71}=$	8.22	< $\Delta\sigma_{C,rid}/\gamma_m=$	50.71	OK

0.16

7.7.3 Sezione di giunto conci 3-4

piattabanda inferiore sp = 40 mm

$\Delta\sigma_C=$	71 Mpa	classe del dettaglio		
sp=	40 mm	spessore lamiera		
$k_s=$	0.91	coefficiente riduttivo della classe del dettaglio		
$\Delta\sigma_{C,rid}=$	64.63 Mpa	classe del dettaglio ridotta		
$\Delta\sigma_{s,71} = \Delta\sigma_{LM/71}$	37.20	Treno LM/71		
$\Delta\sigma_{SW/2}=$	45.00 Mpa	1 treno di carico (SW/2)		
$\Delta\sigma_{SW/2+LM71}=$	82.20 Mpa	2 treni di carico (SW/2+LM71)		
$\lambda_1=$	0.64	(per L = 43 m)		
n=	0.33	percentuale dei treni che si incrociano sul ponte		
a=	0.55	tensione per 1 solo binario carico/tensione per 2 binari carichi		
$\lambda_4=$	0.82			
$\lambda=$	0.53			
$\Delta\sigma_{E,d}=\lambda*\Phi_2*\Delta\sigma_{LM71}=$	46.34	< $\Delta\sigma_{C,rid}/\gamma_m=$	47.87	OK

0.97

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	124 di 172

anima sp = 20 mm

taglio

$\Delta\tau_C=$	80 Mpa	classe del dettaglio		
sp=	20 mm	spessore lamiera		
$k_s=$	1.00	coefficiente riduttivo della classe del dettaglio		
$\Delta\tau_{C,rid}=$	80.00 Mpa	per lo spessore della lamiera 22 mm		
$\Delta\tau_{s,71} = \Delta\tau_{LM/71}$	12.60	Treno LM/71		
$\Delta\tau_{SW/2}=$	7.00 Mpa	1 treno di carico(SW/2)		
$\Delta\tau_{SW/2+LM71}=$	19.60 Mpa	2 treni di carico (SW/2+LM71)		
$\lambda_1=$	0.64	(per L = 43 m)		
n=	0.33	percentuale dei treni che si incrociano sul ponte		
a=	0.36	tensione per 1 solo binario carico/tensione per 2 binari carichi		
$\lambda_4=$	0.84			

$\lambda=$	0.54			
$\Delta\tau_{E,d}=\lambda*\phi_2*\Delta\tau_{LM71}=$	7.22	<	$\Delta\tau_{C,rid}/\gamma_m=$	59.26 OK
				0.12

tensione ideale

$\Delta\sigma_C=$	71 Mpa	classe del dettaglio		
sp=	20 mm	spessore lamiera		
$k_s=$	1.00	coefficiente riduttivo della classe del dettaglio		
$\Delta\sigma_{C,rid}=$	71.00 Mpa	per lo spessore della lamiera 22 mm		
$\Delta\sigma_{id-s,71} = \Delta\sigma_{id-LM/71}$	43.13	Treno LM/71		
$\Delta\sigma_{id-SW/2}=$	46.60 Mpa	1 treno di carico(SW/2)		
$\Delta\sigma_{id-SW/2+LM71}=$	89.73 Mpa	2 treni di carico (SW/2+LM71)		
$\lambda_1=$	0.64	(per L = 43 m)		
n=	0.33	percentuale dei treni che si incrociano sul ponte		
a=	0.52	tensione per 1 solo binario carico/tensione per 2 binari carichi		
$\lambda_4=$	0.82			

$\lambda=$	0.53			
$\Delta\sigma_{id-E,d}=\lambda*\phi_2*\Delta\sigma_{id-LM71}=$	24.27	<	$\Delta\sigma_{C,rid}/\gamma_m=$	52.59 OK
				0,46

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

7.7.4 Sezione di appoggio

anima sp = 24mm

taglio

$\Delta\tau_c =$	80 Mpa	classe del dettaglio	
sp =	24 mm	spessore lamiera	
$k_s =$	1.00	coefficiente riduttivo della classe del dettaglio	
$\Delta\tau_{C,rid} =$	80.00 Mpa	per lo spessore della lamiera 24 mm	
$\Delta\tau_{s,71} = \Delta\tau_{LM/71}$	10.50 Mpa	Treno LM/71	
$\Delta\tau_{SW/2} =$	2.30 Mpa	1 treno di carico (SW/2)	
$\Delta\tau_{SW/2+LM71} =$	12.80 Mpa	2 treni di carico (SW/2+LM71)	
$\lambda_1 =$	0.7	(L = 0.4 * luce campata)	
n =	5.57	percentuale dei treni che si incrociano sul ponte	
a =	0.18	tensione per 1 solo binario carico/tensione per 2 binari carichi	
$\lambda_4 =$	1.31		
$\lambda =$	0.92		
$\Delta\tau_{E,d} = \lambda * \phi_2 * \Delta\tau_{LM71} =$	10.31	< $\Delta\tau_{C,rid} / \gamma_m =$	59.26 OK
			0.17

7.8 Verifica sistema di connessione

L'accoppiamento trave-soletta è affidato a pioli di ancoraggio saldati alle ali superiori delle travi.

Il loro numero, diametro e passo è funzione delle tensioni di aderenza che nascono alla superficie di separazione trave-soletta. In particolare il numero totale dei connettori è stato determinato al fine di garantire una connessione a completo ripristino di resistenza.

7.8.1 Resistenza a taglio del singolo connettore

Si utilizzano connettori tipo St37-3K DIN 17100.

Si riporta il calcolo della resistenza del singolo connettore.

*Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
 Viadotto ferroviario – L=45 m*

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	126 di 172

h	300 mm	Altezza piolo
d	22 mm	Diametro piolo
h/d	13.6	
α	1	
f _u	450 Mpa	Resistenza ultima a trazione del piolo
f _{ck}	32 Mpa	Resistenza cilindrica del cls
E _{cm}	11115 Mpa	Valore medio del modulo secante del cls
γ_v	1.25	Coeff. parziale di sicurezza
P _{Rd1}	109 KN	
P _{Rd2}	67 KN	
P_{Rd}	67 KN	Resistenza di un piolo

7.8.2 Calcolo numero totale pioli

Le norme tecniche ferroviarie richiedono che il progetto delle connessioni a taglio nelle travi miste in acciaio-calcestruzzo si effettua a completo ripristino di resistenza.

Nelle connessioni a completo ripristino bisogna predisporre un numero di connettori tali da poter assorbire una forza di scorrimento pari a

$$V = M_{pl,Rd} / z = \min (R_c; R_a) = F_{cf}$$

dove:

$$R_c = 0.85 f_{ck} b_{eff} h_c / \gamma_c \quad \text{Resistenza soletta di calcestruzzo}$$

$$R_a = A_a f_{yd} / \gamma_a \quad \text{Resistenza a trazione della trave in acciaio}$$

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	127 di 172

SOLETTA

CLS

Classe cls **C32/40**
fcd **18.81** Mpa
b **13.7** m
h **0.427**
Area **5.85** m²

Larghezza soletta
Altezza media soletta
Area soletta

ARMATURA

passo **20** cm
n barre 138.4
φ 20 mm
As tot 43480 mm²
fyd 391 MPa

Passo armatura longitudinale nella soletta

Rc 127050 KN Resistenza a compressione della soletta

TRAVE ACCIAIO

Acciaio **S355**
Aa **0.57** m²
fyd **309** Mpa
Ra 175957 KN

Area trave
Resistenza a trazione della trave in acciaio

Fcf 127050 KN **Forza di scorrimento su L/2**

n TOT 1897 numero minimo pioli su L/2
n ala 474 numero minimo pioli su ogni ala superiore

File da	5	pioli
n file	95	numero minimo file

L/2 **22.5** m metà luce del ponte
i max pioli **0.24** m interasse massimo tra le file

i scelta	0.20 m	interasse di progetto tra le file
----------	---------------	-----------------------------------

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 128 di 172

7.9 Scarichi apparecchi d'appoggio

Si riportano di seguito gli scarichi elementari sugli apparecchi d'appoggio, in cui F_z , F_y e F_x indicano rispettivamente le reazioni vincolari in direzione verticale, trasversale e longitudinale dell'impalcato.

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
 Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	129 di 172

CAMPATA L = 45 m

	N° disp. appoggio	Load Case	Fz	Fy	Fx		N° disp. appoggio	Load Case	Fz	Fy	Fx
			KN	KN	KN				KN	KN	KN
F i l a 1	App 1	Peso proprio	1150.7	0.0	0.0	F i l a 2	App 1	Peso proprio	1107.5	0.0	0.0
		Perm Portati	1327.2	0.0	0.0			Perm Portati	1195.5	0.0	0.0
		Treno LM71	66.7	0.0	0.0			Treno LM71	116.3	0.0	0.0
		Treno SW/2	1549.2	0.0	0.0			Treno SW/2	1917.1	0.0	0.0
		Vento 0 bin	261.2	0.0	0.0			Vento 0 bin	304.6	0.0	0.0
		Vento 1 bin	332.6	0.0	0.0			Vento 1 bin	374.1	0.0	0.0
		Vento 2 bin	120.9	0.0	0.0			Vento 2 bin	151.9	0.0	0.0
		Folla marciapiede	83.1	0.0	0.0			Folla marciapiede	72.3	0.0	0.0
		Sisma X	754.9	0.0	0.0			Sisma X	623.2	0.0	0.0
		Sisma Y	1680.0	0.0	0.0			Sisma Y	2129.3	0.0	0.0
		Sisma Z	339.5	0.0	0.0			Sisma Z	282.4	0.0	0.0
		Res. paras. vincoli	0.0	0.0	0.0			Res. paras. vincoli	0.0	0.0	0.0
F i l a 1	App 2	Peso proprio	1162.1	-159.6	-0.7	F i l a 2	App 2	Peso proprio	1478.6	0.0	0.0
		Perm Portati	1133.8	-235.9	-1.0			Perm Portati	1383.7	0.0	0.0
		Treno LM71	622.4	315.4	584.2			Treno LM71	1004.7	0.0	0.0
		Treno SW/2	1343.0	261.6	1737.1			Treno SW/2	1475.5	0.0	0.0
		Vento 0 bin	59.8	303.1	96.3			Vento 0 bin	198.0	0.0	0.0
		Vento 1 bin	61.7	279.2	165.3			Vento 1 bin	202.2	0.0	0.0
		Vento 2 bin	61.0	208.0	47.8			Vento 2 bin	139.1	0.0	0.0
		Folla marciapiede	24.3	-29.6	-0.1			Folla marciapiede	40.3	0.0	0.0
		Sisma X	764.0	632.6	5113.9			Sisma X	643.9	0.0	0.0
		Sisma Y	839.0	2981.7	754.5			Sisma Y	1830.4	0.0	0.0
		Sisma Z	272.9	83.9	603.3			Sisma Z	350.9	0.0	0.0
		Res. paras. vincoli	0.0	0.0	474.6			Res. paras. vincoli	0.0	0.0	0.0
F i l a 1	App 3	Peso proprio	1162.2	159.6	0.7	F i l a 2	App 3	Peso proprio	1477.6	0.0	0.0
		Perm Portati	1134.0	235.9	1.0			Perm Portati	1382.7	0.1	0.0
		Treno LM71	1159.0	253.3	1014.1			Treno LM71	1045.1	488.3	0.0
		Treno SW/2	470.2	203.1	770.3			Treno SW/2	350.5	-99.4	0.0
		Vento 0 bin	-71.0	316.4	-96.3			Vento 0 bin	-120.3	658.7	0.0
		Vento 1 bin	-113.5	315.6	-165.3			Vento 1 bin	-163.1	623.6	0.0
		Vento 2 bin	-25.3	184.8	-47.8			Vento 2 bin	-54.2	427.7	0.0
		Folla marciapiede	24.3	29.6	0.1			Folla marciapiede	40.3	0.0	0.0
		Sisma X	758.4	641.2	5088.5			Sisma X	649.6	10.8	0.0
		Sisma Y	835.4	2980.1	759.4			Sisma Y	1024.4	6013.7	0.0
		Sisma Z	278.1	84.8	598.5			Sisma Z	354.9	5.8	0.0
		Res. paras. vincoli	0.0	0.0	474.6			Res. paras. vincoli	0.0	0.0	0.0
F i l a 1	App 4	Peso proprio	1151.1	0.0	0.0	F i l a 2	App 4	Peso proprio	1107.4	0.0	0.0
		Perm Portati	1327.7	0.0	0.0			Perm Portati	1195.2	0.0	0.0
		Treno LM71	687.0	0.0	0.0			Treno LM71	350.9	0.0	0.0
		Treno SW/2	-262.6	0.0	0.0			Treno SW/2	-130.9	0.0	0.0
		Vento 0 bin	-250.1	0.0	0.0			Vento 0 bin	-382.3	0.0	0.0
		Vento 1 bin	-280.7	0.0	0.0			Vento 1 bin	-413.2	0.0	0.0
		Vento 2 bin	-156.6	0.0	0.0			Vento 2 bin	-236.8	0.0	0.0
		Folla marciapiede	83.1	0.0	0.0			Folla marciapiede	72.2	0.0	0.0
		Sisma X	801.5	0.0	0.0			Sisma X	630.0	0.0	0.0
		Sisma Y	1680.3	0.0	0.0			Sisma Y	2941.6	0.0	0.0
		Sisma Z	348.0	0.0	0.0			Sisma Z	292.5	0.0	0.0
		Res. paras. vincoli	0.0	0.0	0.0			Res. paras. vincoli	0.0	0.0	0.0

Si riportano di seguito anche i valori massimi e minime degli involuipi SLU e SLV delle combinazioni di carico.

F i l l a 1	N° disp. appoggio	Load Case	Fz KN	Fy KN	Fx KN	F i l l a 2	N° disp. appoggio	Load Case	Fz KN	Fy KN	Fx KN
	App 1	SLU max SLU min SLV max SLV min	6324 3502 4825 439	0 0 0 0	0 0 0 0		App 1	SLU max SLU min SLV max SLV min	6739 3288 5115 -109	0 0 0 0	0 0 0 0
App 2	SLU max SLU min SLV max SLV min	6282 3198 3828 1115	595 595 3640 3640	3022 2504 6482 5964	App 2	SLU max SLU min SLV max SLV min	7856 4072 5440 725	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	
App 3	SLU max SLU min SLV max SLV min	5891 2986 3782 1103	1416 1416 3667 3667	2968 2450 6451 5933	App 3	SLU max SLU min SLV max SLV min	6280 3778 4464 1506	1556 1556 6138 6138	0 0 0 0	0 0 0 0	
App 4	SLU max SLU min SLV max SLV min	4638 2781 4653 383	0 0 0 0	0 0 0 0	App 4	SLU max SLU min SLV max SLV min	3972 1967 5634 -1044	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	

7.10 Verifica di deformabilità dell'impalcato

7.10.1 Stati limite di esercizio per la sicurezza del traffico ferroviario

Considerando la presenza dei treni di carico LM71, SW/2, incrementati con il corrispondente coefficiente dinamico e con il coefficiente α , il massimo valore di inflessione nel piano verticale dell'impalcato per effetto di tali carichi ferroviari non deve eccedere il valore di $L/600$.

$$L/600 = 43\text{m}/600 = 0.072 \text{ m}$$

Il modello in CsiBridge riporta uno spostamento sotto l'effetto dei suddetti carichi pari a $0.036 \text{ m} < 0.072 \text{ m}$. La verifica è pertanto soddisfatta.

7.10.2 Stati limite per il comfort dei passeggeri

L'inflessione verticale deve calcolarsi in asse al binario, considerando il modello di carico LM71 con il relativo incremento dinamico e con il coefficiente α .

Il valore limite del rapporto L/δ per impalcato semplicemente appoggiati aventi tre o più campate, per una luce di 43 m e una velocità di progetto pari a 200 km/h, è pari a $L/\delta = 1450$, da cui si determina il massimo abbassamento $\delta_{\max} = 3.0 \text{ cm}$.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 131 di 172

Il modello agli elementi finiti restituisce come valore di abbassamento in asse al binario carico $\delta = 1.7$ cm. La verifica risulta pertanto soddisfatta.

7.11 Controfreccia di montaggio

Al fine di contrastare gli effetti deformativi dovuti ai pesi propri, ai sovraccarichi permanenti, ad una quota pari al 25% dei sovraccarichi accidentali ed al ritiro della soletta ed agli effetti viscosi, è prevista l'adozione di una controfreccia di montaggio, così ottenuta:

$$c_f = f_p + f_f + (0.25f_s\phi) + f_r = 22 \text{ mm} + 23 \text{ mm} + 7 \text{ mm} + 17 \text{ mm} = 69 \text{ mm}$$

dove:

f_p = deformazione elastica dovuta al peso proprio della struttura metallica e della soletta;

f_f = deformazione elastica dovuta al peso delle opere di finitura;

f_s = deformazione elastica dovuta ai carichi verticali da traffico;

f_r = deformazione elastica dovuta agli effetti del ritiro e della viscosità.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 132 di 172

8 IMPALCATO: EFFETTI LOCALI

La soletta è realizzata da predalles e da getto aggiuntivo di completamento. Nei successivi paragrafi si descrivono i modelli di calcolo, l'analisi dei carichi e le verifiche di sicurezza della sezione trasversale, ove si riscontrano le condizioni più severe per l'elemento strutturale in oggetto.

8.1 Modello di calcolo

Per il calcolo delle sollecitazioni, si è ricorso alla risoluzione di modelli agli elementi finiti tramite il software SAP2000.

Il modello realizzato con 29 elementi frame e 30 nodi riproduce la soletta vincolata in corrispondenza delle anime delle travi metalliche.

Gli elementi frame che riproducono la soletta variano linearmente da 38 cm di altezza al bordo a 47 cm in mezzeria. Così facendo, oltre a riprodurre in maniera fedele la variazione di altezza, si lascia calcolare il peso proprio della soletta automaticamente al programma di calcolo, senza dover definire un ulteriore caso di carico.

Di seguito si riportano tre immagini del modello di soletta appena citato, dove si evidenziano le indicazioni dei nodi, dei frames e della variazione di altezza della sezione assegnata agli elementi frames:



Figura 64: Modello trasversale con l'indicazione degli elementi frames

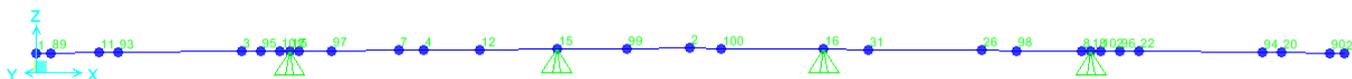


Figura 65: Modello trasversale con l'indicazione dei nodi



Figura 66: Modello trasversale (sezione ad altezza variabile)

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 133 di 172

Per tener conto dell'effetto prodotto dalle eccentricità geometrica ed accidentale (definite al par. 5.4) in aggiunta al modello sopra descritto in cui non si è tenuto conto di alcuna eccentricità, sono stati definiti tre ulteriori modelli:

due modelli che tengono conto delle situazioni limite, assegnando, da una parte e dall'altra rispetto all'asse della struttura metallica, il massimo spostamento (somma di entrambe le eccentricità) alle fasce di carico associate ai carichi viaggianti;

un modello che tiene conto della sola eccentricità accidentale assegnando lo spostamento corrispondente alla sola fascia di carico associata al treno di carico LM71.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 134 di 172

8.2 Descrizione condizioni di carico

Di seguito si riportano le condizioni di carico elementari considerate e la loro applicazione nel modello.

8.2.1 Carichi permanenti strutturali (DEAD)

Il peso proprio degli elementi strutturali componenti il modello, definiti come detto in precedenza con sezione variabile con sezione variabile da 38 cm di altezza al bordo a 47 cm in mezzera, è calcolato in automatico dal modello di calcolo avendo considerato un peso per unità di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

8.2.2 Carichi permanenti non strutturali

ballast più massetto sottostante (g2_ballast)

Per tener conto del massetto sottostante si è considerato il peso di volume γ del ballast pari a 19 kN/m³ e considerando un'altezza di 0.8 m si ha un carico distribuito su 8.2 m pari a 15.2 kN/m.

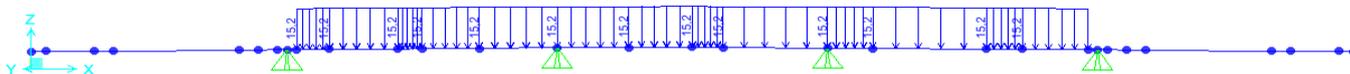


Figura 67: Carico ballast e sottostante massetto

barriere antirumore (g2_barriere)

- barriere antirumore: due forze concentrate pari a 16 kN



Figura 68: Forze barriere antirumore

altri permanenti portati (g2_portati)

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

- cavidotti e marciapiedi FFP



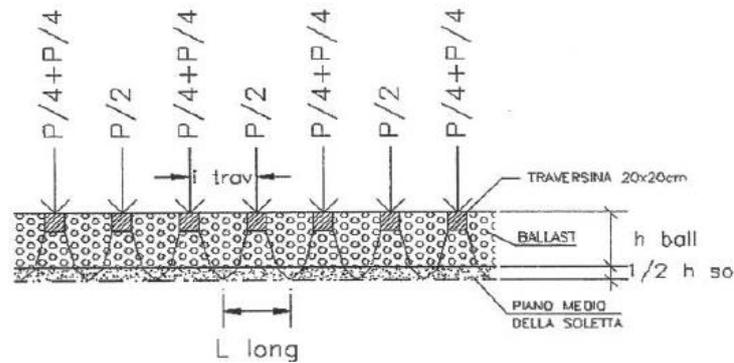


Figura 73: Ripartizione longitudinale carichi viaggianti

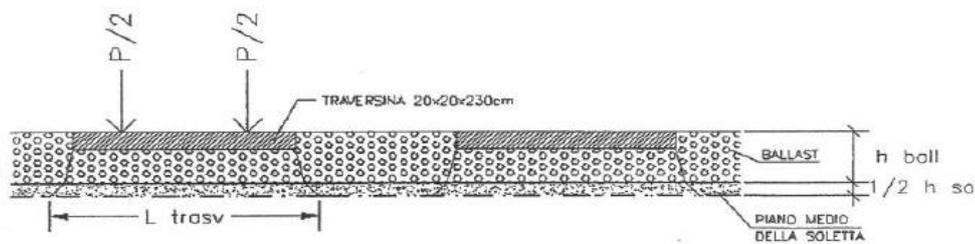


Figura 74: Ripartizione trasversale carichi viaggianti

In particolare, con riferimento a quanto determinato per L_{trav} ed L_{long} e alle figure sopra riportate:

carico viaggiante LM71 ($q1_{LM71}$):

$$q1_{LM71} = F \cdot \alpha \cdot \phi_3 / (3.10 \cdot 1.40) = 97 \text{ kN/m}^2$$

dove:

- $F = 250.00 \text{ kN}$ (carico assiale relativo al treno LM71)
- $\alpha = 1.1$
- $\phi_3 = 1.53$ (vedi par. 5.3)

Avendo quindi considerato una sezione larga 1 m, si applicherà un carico distribuito di 97 kN/m su 3.10 m:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

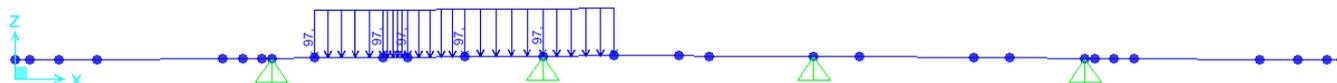


Figura 75: carico LM71 ($q1_{LM71}$)

Si ignora, a favore di sicurezza, l'effetto di ripartizione longitudinale nella soletta (in effetti gli assi da 250 kN hanno interasse longitudinale pari a 1.60 m)

carico viaggiante SW/2 ($q1_{SW/2}$):

$$q1_{SW/2} = F \cdot \phi_3 / (3.10) = 74.1 \text{ kN/m}^2$$

dove:

- $F = 150.00 \text{ kN}$ (carico assiale distribuito relativo al treno SW/2)
- $\phi_3 = 1.53$ (vedi par. 5.3)

Avendo quindi considerato una sezione larga 1 m, si applicherà un carico distribuito di 74.1 kN/m su 3.10 m:

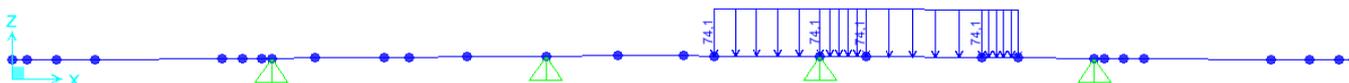


Figura 76: carico SW/2 ($q1_{SW/2}$)

Nel calcolo delle sollecitazioni indotte dai carichi viaggianti sulla soletta è stata considerata la presenza di un solo treno di carico (LM71) o di due treni di carico (LM71+SW/2) in maniera tale da determinare, per le diverse sollecitazioni, la condizione più gravosa a seconda della sezione di calcestruzzo considerata.

8.2.4 Forza centrifuga

L'effetto della forza centrifuga su un carico viaggiante che sta percorrendo una curva si traduce in una modifica della pressione esercitata sulla struttura sottostante che da uniforme diviene trapezia con valori più elevati sul lato esterno della curva. Si riporta di seguito il calcolo della pressione esercitata.

In particolare:

centrifuga LM71 ($q4_{LM71}$):

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO</p>					
<p>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</p>	<p>COMMESSA IF0H</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI 00 07 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 138 di 172</p>

$$q_v = 250/1.40 = 178.50 \text{ kN/m} \quad (\text{carico verticale viaggiante al metro})$$

$$q_t = c \cdot q_v = 0.129 \cdot 178.5 = 23 \text{ kN/m} \quad (\text{azione orizzontale centrifuga al metro})$$

dove:

- $c = (V^2)/(127 \cdot R) \cdot f$, coeff. definito al par. 5.7(b) per treno LM71, con $V=200 \text{ Km/h}$, $R=1550 \text{ m}$

La forza q_t applicata secondo normativa ad 1.8 m al di sopra del P.F., presenta un braccio rispetto al piano medio della soletta $b=2.835 \text{ m}$ e quindi il momento torcente sulla soletta risulta pari a:

$$M_{\text{torc}} = q_t \cdot b = 23 \cdot (1.8 + 0.8 + 0.235) = 65.2 \text{ kNm/m}$$

Per il calcolo degli effetti locali sulla soletta tale momento torcente si traduce in una distribuzione di tensioni triangolare applicata su 3.10 m variabile linearmente tra -42.1 kN/m e 42.1 kN/m .

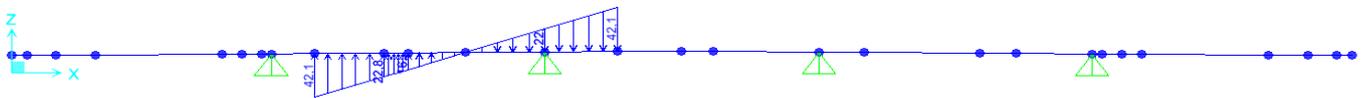


Figura 77: centrifuga LM71 ($q4_{LM71}$)

centrifuga SW/2 ($q4_{SW/2}$):

$$q_v = 150/1.40 = 107.2 \text{ kN/m} \quad (\text{carico verticale viaggiante al metro})$$

$$q_t = c \cdot q_v = 0.051 \cdot 107.5 = 5.44 \text{ kN/m} \quad (\text{azione orizzontale centrifuga al metro})$$

dove:

- $c = (V^2)/(127 \cdot R) \cdot f$, coeff. definito al par. 5.70 per treno SW/2, con $V=100 \text{ Km/h}$, $R=1550 \text{ m}$

La forza q_t applicata secondo normativa ad 1.8 m al di sopra del P.F., presenta un braccio rispetto al piano medio della soletta $b=2.835 \text{ m}$ e quindi il momento torcente sulla soletta risulta pari a:

$$M_{\text{torc}} = q_t \cdot b = 5.44 \cdot (1.8 + 0.8 + 0.235) = 15.4 \text{ kNm/m}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

Per il calcolo degli effetti locali sulla soletta tale momento torcente si traduce in una distribuzione di tensioni triangolare applicata su 3.10 m variabile linearmente tra -10 kN/m e 10 kN/m.

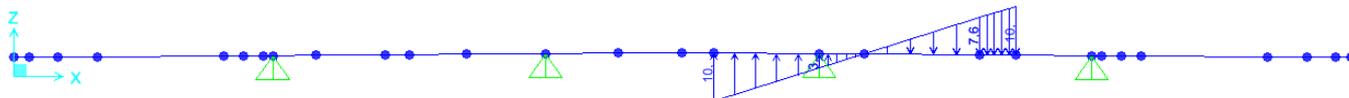


Figura 78: centrifuga SW/2 (q4_SW/2)

Nel calcolo delle sollecitazioni indotte dalla forza centrifuga sulla soletta è stata considerata la presenza di un solo treno di carico (LM71) o di due treni di carico (LM71+SW/2) in maniera tale da determinare, per le diverse sollecitazioni, la condizione più gravosa a seconda della sezione di calcestruzzo considerata.

8.2.5 Carico variabile sui marciapiedi (q_folla)

Per la verifica della sezione della soletta si applica un carico di folla pari a 10 kN/m²

Come prescritto tale carico non è da considerarsi contemporaneo ai convogli ferroviari.

8.2.6 Serpeggio (q5)

L'effetto della serpeggio su un carico viaggiante è il medesimo di quello indotto dall'azione centrifuga. Il calcolo della pressione esercitata, la cui azione concentrata è pari a 100 kN si può pensare distribuita su una lunghezza di 3 m, è riportato di seguito:

$$q_s = F_s/3 = 100/3 = 33.3 \text{ kN/m} \quad (\text{azione orizzontale centrifuga al metro})$$

La forza q_s applicata secondo normativa alla sommità della rotaia più alta, presenta un braccio rispetto al piano medio della soletta $b=1.15$ m e quindi il momento torcente sulla soletta risulta pari a:

$$M_{\text{torc}} = q_s \cdot b = 33.3 \cdot 1.15 = 38.3 \text{ kNm/m}$$

Per il calcolo degli effetti locali sulla soletta tale momento torcente si traduce in una distribuzione di tensioni triangolare applicata su 3.10 m variabile linearmente tra -24.7 kN/m e 24.7 kN/m.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

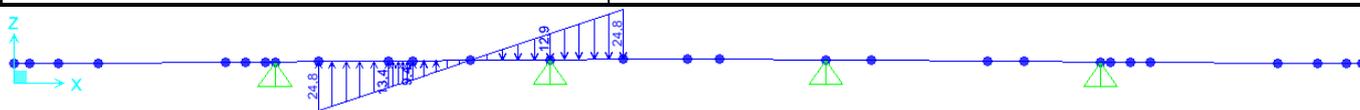


Figura 79: serpeggio binario 1 (q5_1treno)

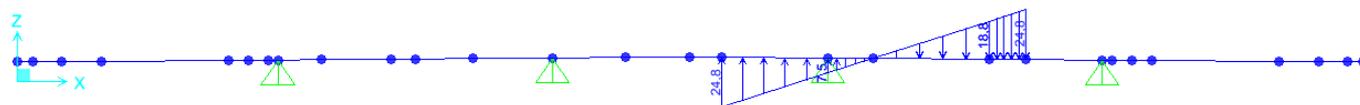


Figura 80: serpeggio binario 2 (q5_2treno) (direzione-y)

Il serpeggio è stato considerato agente in entrambe i versi ed alternativamente su uno solo o su entrambi i binari in maniera da determinare quale fosse, per le diverse sollecitazioni, la condizione più gravosa a seconda della sezione di calcestruzzo considerata.

8.2.7 Vento (q6)

vento su barriere (q6_barriere):

L'azione su ogni barriera di altezza 4 m dal piano della soletta, vale:

$$q_{\text{barr}} = q_{v,1} * 4.00 = 2.39 * 4 = 9.56 \text{ kN/m} \quad (\text{azione orizzontale del vento al metro sulle barriere})$$

dove:

- $q_{v,1}$ = pressione del vento definita al par. 5.12

Considerando un braccio $b=2.2$ m (metà altezza della barriera più metà altezza della soletta) il momento agente sulla soletta ed applicato a modello risulta pari a:

$$M_{\text{barr}} = q_{\text{barr}} * b = 9.56 * (2 + 0.2) = 21.05 \text{ kNm/m}$$

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A



Figura 81: vento barriere ($q6_barriere$)

vento su treno ($q6_treno$):

L'effetto del vento su un treno è il medesimo di quello indotto dall'azione centrifuga. L'azione sul treno (indipendentemente dal numero di convogli) considerata agente su una fascia di altezza 4 metri dal P.F., vale:

$$q_{treno} = q_{v,1} * 4.00 = 2.39 * 4 = 9.56 \text{ kN/m} \quad (\text{azione orizzontale del vento al metro sul treno})$$

dove:

$$q_{v,1} = \text{pressione del vento definita al par. 5.12}$$

Tale azione presenta un braccio rispetto al piano medio della soletta $b=3.05 \text{ m}$ e quindi il momento torcente sulla soletta risulta pari a:

$$M_{\text{torc-vento}} = q_{treno} * b = 9.56 * 3.05 = 29.2 \text{ kNm/m}$$

Per il calcolo degli effetti locali sulla soletta tale momento torcente si traduce in una distribuzione di tensioni triangolare applicata su 3.10 m variabile linearmente tra -18.8 kN/m e 18.8 kN/m .

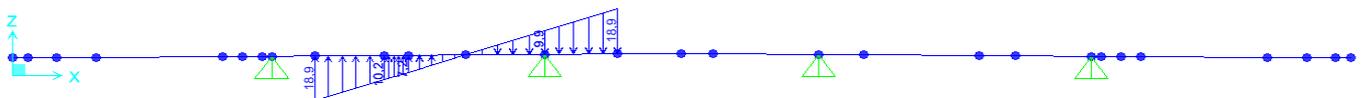


Figura 82: vento treno ($q6_treno$)

Nel calcolo delle sollecitazioni indotte sulla soletta il vento è stato considerato agente in entrambe i versi ed alternativamente sulle barriere antirumore o su un treno in maniera da determinare quale fosse, per le diverse sollecitazioni, la condizione più gravosa a seconda della sezione di calcestruzzo considerata.

8.2.8 Deragliamento (deragliamento)

Si riportano di seguito le posizioni del carico relativamente ai due casi di deragliamento indicati nelle Norme Ferroviarie. Tali posizioni sono state definite in maniera da determinare, per le diverse sollecitazioni, la condizione più gravosa a seconda della sezione di calcestruzzo considerata;

caso 1 (**deragliamento1**):

$$q_{svio1} = 60/0.45 = 133.00 \text{ kN/m.}$$



Figura 83: deragliamento1 (posizione a)



Figura 84: deragliamento1 (posizione b)

caso 2 (**deragliamento2**):

$$q_{svio2} = 80*1.4/0.45 = 249.00 \text{ kN/m.}$$

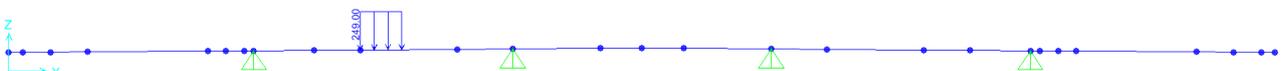


Figura 85: deragliamento2 (posizione a)



Figura 86: deragliamento2 (posizione b)

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 143 di 172

8.3 Combinazione azioni

I casi di carico, descritti al par.8.2, sono stati combinati secondo quanto riportato al cap. 6 in maniera tale da massimizzare gli sforzi di taglio e momento nelle sezioni di verifica della soletta, riportate di seguito:

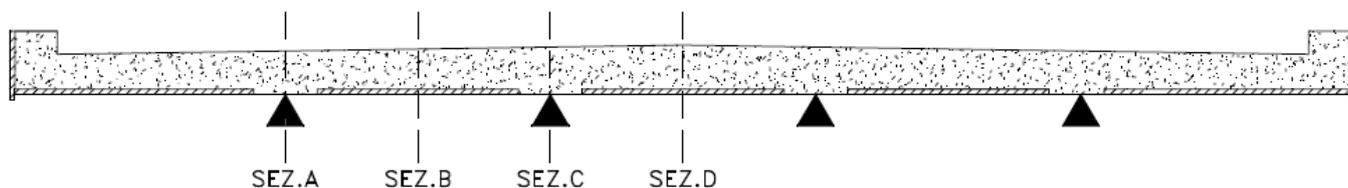


Figura 87: sezioni verifica

In particolare:

sez. A: massimo taglio e massimo momento negativo

sez. B: massimo momento positivo

sez. C: massimo taglio e massimo momento negativo

sez. D: massimo momento positivo

Le combinazioni di carico considerate sono riportate nelle tabelle seguenti:

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	144 di 172

TABLE: Combination Definitions				TABLE: Combination Definitions			
ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor	ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Unitless
SLU1	Linear Add	DEAD	1.35	SLEcar1	Linear Add	DEAD	1
SLU1		g2_portati	1.35	SLEcar1		g2_portati	1
SLU1		g2_barriere	1.35	SLEcar1		g2_barriere	1
SLU1		g2_ballast	1.5	SLEcar1		g2_ballast	1
SLU1		q1_LM71	1.45	SLEcar1		q1_LM71	1
SLU1		q4_LM71(-)	1.45	SLEcar1		q4_LM71(-)	1
SLU1		q5_1treno(-)	1.45	SLEcar1		q5_1treno(-)	1
SLU1		q6_treno(-)	0.9	SLEcar1		q6_treno(-)	0.6
SLU2	Linear Add	DEAD	1.35	SLEcar2	Linear Add	DEAD	1
SLU2		g2_portati	1.35	SLEcar2		g2_portati	1
SLU2		g2_barriere	1.35	SLEcar2		g2_barriere	1
SLU2		g2_ballast	1.5	SLEcar2		g2_ballast	1
SLU2		q1_LM71	1.45	SLEcar2		q1_LM71	1
SLU3	Linear Add	DEAD	1.35	SLEcar3	Linear Add	DEAD	1
SLU3		g2_portati	1.35	SLEcar3		g2_portati	1
SLU3		g2_barriere	1.35	SLEcar3		g2_barriere	1
SLU3		g2_ballast	1.5	SLEcar3		g2_ballast	1
SLU3		q1_LM71	1.45	SLEcar3		q1_LM71	1
SLU3		q1_SW2	1.45	SLEcar3		q1_SW2	1
SLU4	Linear Add	DEAD	1.35	SLEcar4	Linear Add	DEAD	1
SLU4		g2_portati	1.35	SLEcar4		g2_portati	1
SLU4		g2_barriere	1.35	SLEcar4		g2_barriere	1
SLU4		g2_ballast	1.5	SLEcar4		g2_ballast	1
SLU4		q1_LM71	1.45	SLEcar4		q1_LM71	1
SLU4		q4_LM71	1.45	SLEcar4		q4_LM71	1
SLU4		q5_1treno(+)	1.45	SLEcar4		q5_1treno(+)	1
SLU4		q6_treno(+)	0.9	SLEcar4		q6_treno(+)	0.6
SLU5	Linear Add	DEAD	1.35	SLEcar5	Linear Add	DEAD	1
SLU5		g2_portati	1.35	SLEcar5		g2_portati	1
SLU5		g2_barriere	1.35	SLEcar5		g2_barriere	1
SLU5		g2_ballast	1.5	SLEcar5		g2_ballast	1
SLU5		q1_LM71	1.45	SLEcar5		q1_LM71	1
SLU5		q4_LM71	1.45	SLEcar5		q4_LM71	1
SLU5		q5_1treno(+)	1.45	SLEcar5		q5_1treno(+)	1
SLU5		q6_treno(+)	0.9	SLEcar5		q6_treno(+)	0.6
SLU5		q1_SW2	1.45	SLEcar5		q1_SW2	1
SLU5		q5_2treni(-)	1.45	SLEcar5		q5_2treni(-)	1
SLU6	Linear Add	DEAD	1.35	SLEcar6	Linear Add	DEAD	1
SLU6		g2_portati	1.35	SLEcar6		g2_portati	1
SLU6		g2_barriere	1.35	SLEcar6		g2_barriere	1
SLU6		g2_ballast	1.5	SLEcar6		g2_ballast	1
SLU6		q6_barriere(-)	1.5	SLEcar6		q6_barriere(-)	1
SLU6		q_folla	1.5	SLEcar6		q_folla	1

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	145 di 172

TABLE: Combination Definitions				TABLE: Combination Definitions			
ComboName Text	ComboType Text	CaseName Text	ScaleFactor Unitless	ComboName Text	ComboType Text	CaseName Text	ScaleFactor Unitless
SLEfreq1	Linear Add	DEAD	1	SLEqp	Linear Add	DEAD	1
SLEfreq1		g2_portati	1	SLEqp		g2_portati	1
SLEfreq1		g2_barriere	1	SLEqp		g2_barriere	1
SLEfreq1		g2_ballast	1	SLEqp		g2_ballast	1
SLEfreq1		q1_LM71	0.8	Eccezionale1a	Linear Add	DEAD	1
SLEfreq1		q4_LM71(-)	0.8	Eccezionale1a		g2_portati	1
SLEfreq1		q5_1treno(-)	0.8	Eccezionale1a		g2_barriere	1
SLEfreq1		q6_treno(-)	0.5	Eccezionale1a		g2_ballast	1
SLEfreq2	Linear Add	DEAD	1	Eccezionale1a		derag1a	1
SLEfreq2		g2_portati	1	Eccezionale1b	Linear Add	DEAD	1
SLEfreq2		g2_barriere	1	Eccezionale1b		g2_portati	1
SLEfreq2		g2_ballast	1	Eccezionale1b		g2_barriere	1
SLEfreq2		q1_LM71	0.8	Eccezionale1b		g2_ballast	1
SLEfreq3	Linear Add	DEAD	1	Eccezionale1b		derag1b	1
SLEfreq3		g2_portati	1	Eccezionale2a	Linear Add	DEAD	1
SLEfreq3		g2_barriere	1	Eccezionale2a		g2_portati	1
SLEfreq3		g2_ballast	1	Eccezionale2a		g2_barriere	1
SLEfreq3		q1_LM71	0.8	Eccezionale2a		g2_ballast	1
SLEfreq3		q1_SW2	0.8	Eccezionale2a		derag1a	1
SLEfreq4	Linear Add	DEAD	1	Eccezionale2b	Linear Add	DEAD	1
SLEfreq4		g2_portati	1	Eccezionale2b		g2_portati	1
SLEfreq4		g2_barriere	1	Eccezionale2b		g2_barriere	1
SLEfreq4		g2_ballast	1	Eccezionale2b		g2_ballast	1
SLEfreq4		q1_LM71	0.8	Eccezionale2b		derag1b	1
SLEfreq4		q4_LM71	0.8				
SLEfreq4		q5_1treno(+)	0.8				
SLEfreq4		q6_treno(+)	0.5				
SLEfreq5	Linear Add	DEAD	1				
SLEfreq5		g2_portati	1				
SLEfreq5		g2_barriere	1				
SLEfreq5		g2_ballast	1				
SLEfreq5		q1_LM71	0.8				
SLEfreq5		q4_LM71	0.8				
SLEfreq5		q5_1treno(+)	0.8				
SLEfreq5		q6_treno(+)	0.5				
SLEfreq5		q1_SW2	0.8				
SLEfreq5		q5_2treni(-)	0.8				
SLEfreq6	Linear Add	DEAD	1				
SLEfreq6		g2_portati	1				
SLEfreq6		g2_barriere	1				
SLEfreq6		g2_ballast	1				
SLEfreq6		q6_barriere(-)	0.5				
SLEfreq6		q_folla	1				

Tali combinazioni sono state definite per ognuno dei modelli di cui al par. 8.1. I segni più e meno indicati tra parentesi al fianco del singolo caso di carico (es. q5_1treno(+)) indicano il verso in cui sono stati considerati tali casi di carico.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

8.4 Verifiche

Nelle verifiche della soletta il contributo delle dalles è stato considerato solo nel caso di momento negativo (appoggio) e quindi compressione delle stesse. Al contrario, a favore di sicurezza, è stato trascurato il suo contributo nel caso di momento positivo (campata) .

Si riportano nelle tabelle seguenti, per gli stati limite indicati, le sollecitazioni massime considerate nella verifica delle sezioni della soletta; tali valori sono stati determinati involupando le sollecitazioni dovute alle combinazioni di carico definite al par. 8.3 .

Sezione A			Sezione B			Sezione C			Sezione D		
	Momento	Taglio									
SLU	-189,6	269,6	SLU	93,2	71,7	SLU	-98,5	233,7	SLU	41,0	35,9
SLE car	-135,6	189,5	SLE car	61,8	51,5	SLE car	-66,7	161,4	SLE car	29,6	24,7
SLE freq	-125,1	167,4	SLE freq	45,4	46,4	SLE freq	-53,6	136,8	SLE freq	29,5	19,9
SLE qp	-92,6	78,2	SLE qp	-20,9	32,3	SLE qp	-1,3	37,5	SLE qp	25,0	0,1

Le immagini sotto mostrano i diagrammi delle sollecitazioni relativi ad alcuni dei valori riportati nelle tabelle sopra:

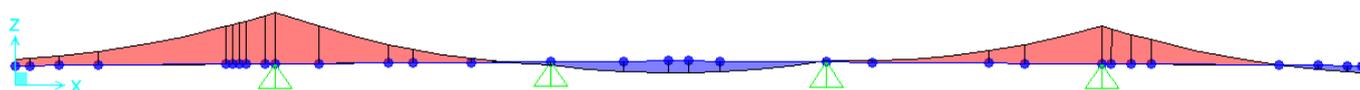


Figura 88: massimo momento negativo sez. A (combinazione SLU6)

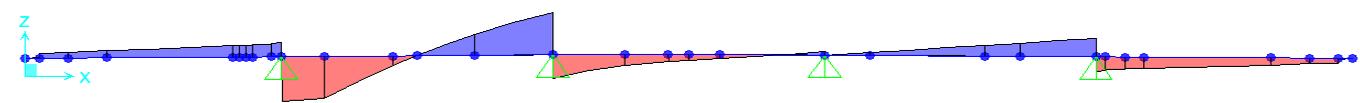


Figura 89: massimo taglio sez. A (combinazione SLU1)

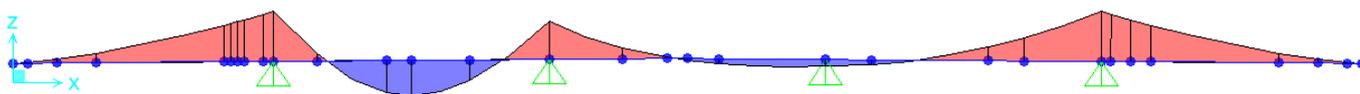


Figura 90: massimo momento positivo sez. B (combinazione SLU1)

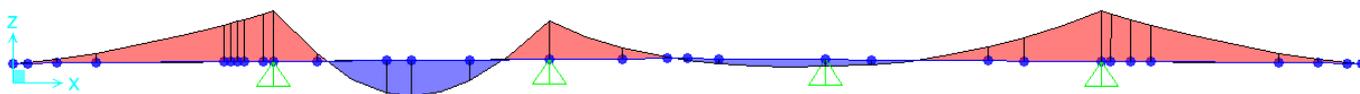


Figura 91: massimo momento negativo sez. C (combinazione SLU1)

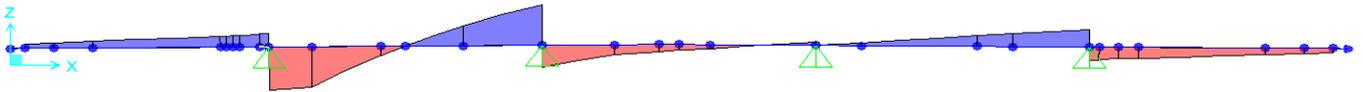


Figura 92: massimo taglio sez. C (combinazione SLU1)

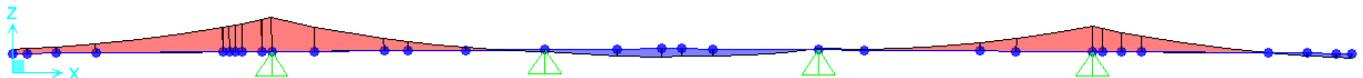


Figura 93: massimo momento positivo sez. D (combinazione SLU4)

8.4.1 Verifiche a flessione (SLU - SLE)

8.4.1.1 Sezione A

SEZIONE A : Dati della Sezione Soletta con Armature Trasversale

B_{sol} =	100	cm	Striscia di 1m Soletta
H_{sol} =	41	cm	Altezza Soletta
s_{pred} =	5	cm	Spessore Predalla (non collaborante)
H_{sez} =	41	cm	Altezza Sezione considerata nei calcoli
$copr_{sup}$ =	7	cm	Copriferro Superiore
Φ_{sup} =	24	mm	Ferri Trasversali Superiori
$n_{\Phi_{sup}}$ =	5		Numero Ferri Trasversali Superiori
d_{sup} =	8	cm	Altezza Utile Ferri Superiori
Φ_{inf} =	20	mm	Ferri Trasversali Inferiori
$n_{\Phi_{inf}}$ =	5		Numero Ferri Trasversali Inferiori
d_{inf} =	34	cm	Altezza Utile Ferri Inferiori
$\Phi_{agg-sup}$ =	20	mm	Ferri Aggiuntivi Trasv. Superiori
$n_{agg-sup}$ =	5		Numero Ferri Aggiuntivi Trasv. Superiori
$d_{agg-sup}$ =	8	cm	Altezza Utile Ferri Aggiuntivi Superiori

Materiali

CLS:	C32/40
ACCIAIO:	B450C

Sollecitazioni

	Momento	Taglio
SLU	-189,6	269,6
SLE car	-135,6	189,5
SLE freq	-125,1	167,4
SLE qp	-92,6	78,2

Riepilogo :

Sezione di calcolo : $\left\{ \begin{array}{l} H = 41 \text{ cm} \\ B = 100 \text{ cm} \end{array} \right.$

Ferri utilizzati: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Armatura Superiore: } \Phi 24/20 + \Phi 20/20 \\ \text{Armatura Inferiore: } \Phi 20/20 \end{array} \right.$ $A_{\Phi_{sup}} = 3833 \text{ mm}^2$
 $A_{\Phi_{inf}} = 1571 \text{ mm}^2$

La sezione A come mostrato in *Figura 87: sezioni verifica* si trova in corrispondenza dell'anima della trave di bordo. A favore di sicurezza i valori di momento flettente che si ottengono in asse (riportati nelle tabelle di par. 8.4) non vengono ridotti per tener conto del fatto che la reazione vincolare esplicata dalle anime delle travi non è concentrata ma distribuita per una certa larghezza grazie alla presenza della piattabanda superiore metallica.

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	148 di 172

Si considera un'apertura massima delle fessure pari $w_{amm} = 0.2$ mm.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Sezione A

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Molto aggressive
 Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.810	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.000	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	160.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	50.0	0.0
3	50.0	-41.0
4	-50.0	-41.0

DATI BARRE ISOLATE

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
 Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	149 di 172

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	-8.0	24
2	35.0	-8.0	24
3	-40.0	-34.0	20
4	40.0	-34.0	20
5	-36.0	-8.0	20
6	45.0	-8.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	24
2	3	4	3	20
3	5	6	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-189.60	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-135.60	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-135.60 (-107.99)	0.00 (0.00)
2	0.00	-125.10 (-107.99)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
 Viadotto ferroviario - L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	150 di 172

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-92.60 (-107.99)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.8 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-189.60	0.00	-434.74	2.293	38.3(5.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00370	-50.0	-41.0	0.00063	-40.0	-34.0	-0.01002	45.0	-8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000409778	-0.013300899	0.259	0.764

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
 Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	151 di 172

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.01	50.0	-41.0	-126.1	24.8	-8.0	1350	38.3	9.8	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.01	50.0	-41.0	-126.1	24.8	-8.0	1350	38.3	9.8	0.50
2	S	5.55	50.0	-41.0	-116.3	24.8	-8.0	1350	38.3	9.8	0.50

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
S2	Minima di trazione [Mpa] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= (S1 + S2)/(2*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/S2) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.8	-1.2	0.166	22	70.0	0.683	0.00043 (0.00025)	211	0.155 (0.20)	-107.99	0.00
2	S	-3.5	-1.1	0.166	22	70.0	0.627	0.00036 (0.00023)	211	0.131 (0.20)	-107.99	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.10	50.0	-41.0	-86.1	24.8	-8.0	1350	38.3	9.8	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.6	-0.8	0.166	22	70.0	0.320	0.00017 (0.00017)	211	0.062 (0.20)	-107.99	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

8.4.1.2 Sezione B

SEZIONE B : Dati della Sezione Soletta con Armature Trasversale

B_{sol} =	100	cm	Striscia di 1m Soletta
H_{sol} =	43	cm	Altezza Soletta
s_{pred} =	5	cm	Spessore Predalla (non collaborante)
H_{sez} =	38	cm	Altezza Sezione considerata nei calcoli
$copr_{sup}$ =	7	cm	Copriferro Superiore
Φ_{sup} =	24	mm	Ferri Trasversali Superiori
$n_{\Phi_{sup}}$ =	5		Numero Ferri Trasversali Superiori
d_{sup} =	8	cm	Altezza Utile Ferri Superiori
Φ_{inf} =	20	mm	Ferri Trasversali Inferiori
$n_{\Phi_{inf}}$ =	5		Numero Ferri Trasversali Inferiori
d_{inf} =	36	cm	Altezza Utile Ferri Inferiori

Materiali

CLS:	C32/40
ACCIAIO:	B450C

Sollecitazioni

	Momento	Taglio
SLU	93,2	71,7
SLE car	61,8	51,5
SLE freq	45,4	46,4
SLE qp	-20,9	32,3

Riepilogo :

Sezione di calcolo : $\left\{ \begin{array}{l} H = 38 \text{ cm} \\ B = 100 \text{ cm} \end{array} \right.$

Ferri utilizzati: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Armatura Superiore: } \Phi 24/20 \\ \text{Armatura Inferiore: } \Phi 20/20 \end{array} \right.$

$A_{\Phi_{sup}} = 2262 \text{ mm}^2$
 $A_{\Phi_{inf}} = 1571 \text{ mm}^2$

La sezione B come mostrato in Figura 87: sezioni verifica , rappresenta la sezione di mezzeria della campata tra la trave di bordo e la trave centrale. Nei calcoli la predalla non viene considerata collaborante.

Si considera un'apertura massima delle fessure pari $w_{amm} = 0.2 \text{ mm}$.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Sezione B

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.810 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.000 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
 Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	153 di 172

ACCIAIO -	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	160.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50		
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	50.0	0.0
3	50.0	-38.0
4	-50.0	-38.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	-8.0	24
2	40.0	-8.0	24
3	-40.0	-36.0	20
4	40.0	-36.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	24
2	3	4	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	154 di 172

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	93.20	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	61.80	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	61.80 (90.32)	0.00 (0.00)
2	0.00	45.40 (90.32)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-20.90 (-89.73)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 1.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 17.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	93.20	0.00	224.42	2.408	15.7(4.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	155 di 172

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00530	-50.0	0.0	-0.00082	-40.0	-8.0	-0.01596	-40.0	-36.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000540446	0.003500000	0.180	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 \cdot Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.28	-50.0	0.0	-123.0	20.0	-36.0	1373	15.7	20.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.28	-50.0	0.0	-123.0	20.0	-36.0	1373	15.7	20.0	0.50
2	S	2.41	-50.0	0.0	-90.4	20.0	-36.0	1373	15.7	20.0	0.50

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
S2	Minima di trazione [Mpa] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= $(S1 + S2)/(2 \cdot S1)$ con riferimento all'area tesa Ac eff
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	156 di 172

Psi = $1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi
 srm Distanza media tra le fessure [mm]
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot \text{sm} \cdot \text{srm}$. Valore limite tra parentesi
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.1	-0.6	0.159	20	10.0	-0.068	0.00025 (0.00025)	171	0.072 (0.20)	90.32	0.00
2	S	-1.5	-0.4	0.159	20	10.0	-0.979	0.00018 (0.00018)	171	0.053 (0.20)	90.32	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.13	50.0	-38.0	-34.2	20.0	-8.0	1400	22.6	20.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.7	-0.2	0.160	24	68.0	-8.217	0.00007 (0.00007)	271	0.031 (0.20)	-89.73	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

8.4.1.3 Sezione C

SEZIONE C : Dati della Sezione Soletta con Armature Trasversale

$B_{sol} =$	100	cm	Striscia di 1m Soletta
$H_{sol} =$	45	cm	Altezza Soletta
$S_{pred} =$	5	cm	Spessore Predalla (non collaborante)
$H_{sez} =$	45	cm	Altezza Sezione considerata nei calcoli
$copr_{sup} =$	7	cm	Copriferro Superiore
$\Phi_{sup} =$	24	mm	Ferri Trasversali Superiori
$n_{\Phi_{sup}} =$	5		Numero Ferri Trasversali Superiori
$d_{sup} =$	8	cm	Altezza Utile Ferri Superiori
$\Phi_{inf} =$	20	mm	Ferri Trasversali Inferiori
$n_{\Phi_{inf}} =$	5		Numero Ferri Trasversali Inferiori
$d_{inf} =$	38	cm	Altezza Utile Ferri Inferiori

Materiali

CLS:	C32/40
ACCIAIO:	B450C

Sollecitazioni

	Momento	Taglio
SLU	-98,5	233,7
SLE car	-66,7	161,4
SLE freq	-53,6	136,8
SLE qp	-1,3	37,5

Riepilogo :

Sezione di calcolo : $\left\{ \begin{array}{l} H = 45 \text{ cm} \\ B = 100 \text{ cm} \end{array} \right.$

Ferri utilizzati: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Armatura Superiore: } \Phi 24/20 \\ \text{Armatura Inferiore: } \Phi 20/20 \end{array} \right.$

$A\Phi_{sup} = 2262 \text{ mm}^2$
 $A\Phi_{inf} = 1571 \text{ mm}^2$

La sezione C si trova in corrispondenza dell'anima della trave interna. A favore di sicurezza i valori di momento flettente che si ottengono in asse (riportati nelle tabelle di par. 8.4) non vengono ridotti per tener conto del fatto che la reazione vincolare esplicita dalle anime delle travi non è concentrata ma distribuita per una certa larghezza grazie alla presenza della piattabanda superiore metallica.

Si considera un'apertura massima delle fessure pari $w_{amm} = 0.2 \text{ mm}$.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Sezione C

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.810 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.000 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	158 di 172

Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	160.00 daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	50.0	0.0
3	50.0	-45.0
4	-50.0	-45.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	-8.0	24
2	40.0	-8.0	24
3	-40.0	-38.0	20
4	40.0	-38.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	24
2	3	4	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	159 di 172

Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-98.50	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-66.70	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-66.70 (-120.39)	0.00 (0.00)
2	0.00	-53.60 (-120.39)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1.30 (-120.39)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 17.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-98.50	0.00	-307.88	3.126	22.6(6.1)

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario - $L=45\text{ m}$

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	160 di 172

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00699	-50.0	-45.0	-0.00031	-40.0	-38.0	-0.01662	40.0	-8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000543682	-0.020965680	0.174	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $\beta_1 \cdot \beta_2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.92	50.0	-45.0	-90.6	20.0	-8.0	1650	22.6	20.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.92	50.0	-45.0	-90.6	20.0	-8.0	1650	22.6	20.0	0.50
2	S	2.35	50.0	-45.0	-72.8	20.0	-8.0	1650	22.6	20.0	0.50

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
k2	Minima di trazione [Mpa] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
	= $(S1 + S2)/(2 \cdot S1)$ con riferimento all'area tesa Ac eff

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	161 di 172

\emptyset Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_c \text{ eff}$
 C_f Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 Ψ = $1 - \text{Beta}12^2 \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \text{Beta}12^2 \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \text{Beta}12^2 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
 $e \text{ sm}$ Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s/E_s$ è tra parentesi
 srm Distanza media tra le fessure [mm]
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \text{ sm} \cdot srm$. Valore limite tra parentesi
 $M_X \text{ fess.}$ Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 $M_Y \text{ fess.}$ Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	\emptyset	C_f	Ψ	$e \text{ sm}$	srm	wk	$M_x \text{ fess}$	$M_y \text{ fess}$
1	S	-1.7	-0.5	0.159	24	68.0	-0.629	0.00018 (0.00018)	287	0.088 (0.20)	-120.39	0.00
2	S	-1.3	-0.4	0.159	24	68.0	-1.523	0.00015 (0.00015)	287	0.071 (0.20)	-120.39	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	$S_c \text{ max}$	$X_c \text{ max}$	$Y_c \text{ max}$	$S_f \text{ min}$	$X_s \text{ min}$	$Y_s \text{ min}$	$A_c \text{ eff.}$	$A_s \text{ eff.}$	D barre	Beta12
1	S	0.06	50.0	-45.0	-1.8	20.0	-8.0	1650	22.6	20.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	\emptyset	C_f	Ψ	$e \text{ sm}$	srm	wk	$M_x \text{ fess}$	$M_y \text{ fess}$
1	S	0.0	0.0	0.159	24	68.0-4287.2290.00000	0.00000 (0.00000)	287	0.002 (0.20)	-120.39	0.00	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
	<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista</i> <i>Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A

8.4.1.4 Sezione D

SEZIONE D : Dati della Sezione Soletta con Armature Trasversale

$B_{sol} =$	100	cm	Striscia di 1m Soletta
$H_{sol} =$	47	cm	Altezza Soletta
$s_{pred} =$	5	cm	Spessore Predalla (non collaborante)
$H_{sez} =$	42	cm	Altezza Sezione considerata nei calcoli
$copr_{sup} =$	7	cm	Copriferro Superiore
$\Phi_{sup} =$	24	mm	Ferri Trasversali Superiori
$n_{\Phi_{sup}} =$	5		Numero Ferri Trasversali Superiori
$d_{sup} =$	8	cm	Altezza Utile Ferri Superiori
$\Phi_{inf} =$	20	mm	Ferri Trasversali Inferiori
$n_{\Phi_{inf}} =$	5		Numero Ferri Trasversali Inferiori
$d_{inf} =$	40	cm	Altezza Utile Ferri Inferiori

Materiali

CLS:	C32/40
ACCIAIO:	B450C

Sollecitazioni

	Momento	Taglio
SLU	41,0	35,9
SLE car	29,6	24,7
SLE freq	29,5	19,9
SLE qp	25,0	0,1

Riepilogo :

Sezione di calcolo : $\left\{ \begin{array}{l} H = 42 \text{ cm} \\ B = 100 \text{ cm} \end{array} \right.$

Ferri utilizzati: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Armatura Superiore: } \Phi 24/20 \\ \text{Armatura Inferiore: } \Phi 20/20 \end{array} \right.$

$A_{\Phi_{sup}} = 2262 \text{ mm}^2$
 $A_{\Phi_{inf}} = 1571 \text{ mm}^2$

La sezione D come mostrato in **Figura 87: sezioni verifica**, rappresenta la sezione di mezzeria della campata tra le due travi interne. Nei calcoli la predalla non viene considerata collaborante.

Si considera un'apertura massima delle fessure pari $w_{amm} = 0.2 \text{ mm}$.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Sezione D

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.810 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.000 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	163 di 172

ACCIAIO -	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	160.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50		
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	50.0	0.0
3	50.0	-42.0
4	-50.0	-42.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	-8.0	24
2	40.0	-8.0	24
3	-40.0	-40.0	20
4	40.0	-40.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	24
2	3	4	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
 Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	164 di 172

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	41.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	29.60	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	29.60 (109.34)	0.00 (0.00)
2	0.00	29.50 (109.34)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	25.00 (109.34)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 1.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 17.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	41.00	0.00	249.02	6.074	15.7(5.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	165 di 172

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00623	-50.0	0.0	-0.00082	-40.0	-8.0	-0.01812	-40.0	-40.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000540426	0.003500000	0.162	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 \cdot Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.31	-50.0	0.0	-52.7	20.0	-40.0	1460	15.7	20.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.31	-50.0	0.0	-52.7	20.0	-40.0	1460	15.7	20.0	0.50
2	S	1.30	-50.0	0.0	-52.5	20.0	-40.0	1460	15.7	20.0	0.50

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
S2	Minima di trazione [Mpa] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= $(S1 + S2)/(2 \cdot S1)$ con riferimento all'area tesa Ac eff
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	166 di 172

Psi = $1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi
 srm Distanza media tra le fessure [mm]
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot \text{sm} \cdot \text{srm}$. Valore limite tra parentesi
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.8	-0.2	0.159	20	10.0	-5.822 0.00011 (0.00011)	178	0.032 (0.20)	109.34	0.00	
2	S	-0.8	-0.2	0.159	20	10.0	-5.869 0.00011 (0.00011)	178	0.032 (0.20)	109.34	0.00	

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.11	-50.0	0.0	-44.5	20.0	-40.0	1460	15.7	20.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.7	-0.2	0.159	20	10.0	-8.564 0.00009 (0.00009)	178	0.027 (0.20)	109.34	0.00	

8.4.1.5 Armatura Longitudinale

ARMATURA LONGITUDINALE :

Si decide di disporre la seguente armatura longitudinale :

Armatura Longitudinale Superiore

Armatura Longitudinale Superiore: **Ferri Ø14/20**

$A_{\Phi \text{Long sup}} = 770 \text{ mm}^2$

Armatura Longitudinale Inferiore

Armatura Longitudinale Inferiore: **Ferri Ø14/20**

$A_{\Phi \text{Long inf}} = 770 \text{ mm}^2$

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 167 di 172

8.4.2 Verifica a taglio (SLU)

8.4.2.1 Sezione A

La *sezione A* verificata, presenta un'altezza di 41cm. Si predispongono spille $\phi 12/20 \times 20$.

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	168 di 172

Caratteristiche materiali

Cls R_{ck}	<input type="text" value="40"/>	
Cls	<input type="text" value="Fessurato (<math>v=0</math>)"/>	condizioni calcestruzzo
Acciaio 1	<input type="text" value="B450"/>	acciaio barre longitudinali
Acciaio 2	<input type="text" value="B450"/>	acciaio armature trasversali
γ_c	<input type="text" value="1,5"/>	coefficiente parziale relativo al calcestruzzo
γ_s	<input type="text" value="1,15"/>	coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w	<input type="text" value="1000"/>	mm	larghezza dell'anima anima resistente (larghezza minima d'anima)
d	<input type="text" value="330"/>	mm	altezza utile della sezione
A_c	<input type="text" value="410000"/>	mm ²	area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl}	<input type="text" value="5"/>		numero di barre longitudinali
\varnothing_{bl}	<input type="text" value="20"/>	mm	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	<input type="text" value="5"/>		numero di bracci delle staffe
\varnothing_{st}	<input type="text" value="12"/>	mm	diametro delle staffe
s_{st}	<input type="text" value="200"/>	mm	passo delle staffe
α	<input type="text" value="90"/>	°	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	<input type="text" value="0"/>	KN	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	<input type="text" value="269,60"/>	KN	taglio di calcolo
N_{Rd}	<input type="text" value="9074,7"/>	KN	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	<input type="text" value="45"/>	°	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg}\theta$	<input type="text" value="1,00"/>		(il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

Lo sforzo normale agente è "significativo" (vedi par. 4.1.2.1.3.2 NTC)

<input type="radio"/> Si	
<input checked="" type="radio"/> No	
τ	N/mm ² tensione tangenziale corda baricentrica
σ_1	N/mm ² tensione principale di trazione sulla corda baricentrica
$\text{ctg}\theta_l$	valore limite dell'inclinazione delle bielle

Calcolo del Taglio resistente

V_{Rd}	<input type="text" value="176,7"/>	KN	taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale
V_{Rd}	<input type="text" value="328,6"/>	KN	taglio resistente per elemento con armatura trasversale

Si predispongono dunque spille: $\varnothing 12/20 \times 20$

Verifica:

V_{Rd}	<input type="text" value="328,6"/>	KN	>	V_{Ed}	<input type="text" value="269,60"/>	KN
----------	------------------------------------	----	---	----------	-------------------------------------	----

8.4.2.2 Sezione C

La sezione C verificata, presenta un'altezza di 45cm. Si predispongono spille $\varnothing 12/20 \times 20$.

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario – L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	169 di 172

Caratteristiche materiali

Cls R_{ck}	<input type="text" value="40"/>	
Cls	<input type="text" value="Fessurato (<math>v=0</math>)"/>	condizioni calcestruzzo
Acciaio 1	<input type="text" value="B450"/>	acciaio barre longitudinali
Acciaio 2	<input type="text" value="B450"/>	acciaio armature trasversali
γ_c	<input type="text" value="1,5"/>	coefficiente parziale relativo al calcestruzzo
γ_s	<input type="text" value="1,15"/>	coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w	<input type="text" value="1000"/>	mm	larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)
d	<input type="text" value="370"/>	mm	altezza utile della sezione
A_c	<input type="text" value="450000"/>	mm ²	area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl}	<input type="text" value="5"/>		numero di barre longitudinali
\varnothing_{bl}	<input type="text" value="20"/>	mm	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	<input type="text" value="5"/>		numero di bracci delle staffe
\varnothing_{st}	<input type="text" value="12"/>	mm	diametro delle staffe
s_{st}	<input type="text" value="200"/>	mm	passo delle staffe
α	<input type="text" value="90"/>	°	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	<input type="text" value="0"/>	KN	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	<input type="text" value="233,70"/>	KN	taglio di calcolo
N_{Rd}	<input type="text" value="9960,0"/>	KN	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	<input type="text" value="45"/>	°	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$ctg\theta$	<input type="text" value="1,00"/>		(il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

Lo sforzo normale agente è "significativo" (vedi par. 4.1.2.1.3.2 NTC)

<input type="checkbox"/> Si	
<input checked="" type="checkbox"/> No	
τ	N/mm ² tensione tangenziale corda baricentrica
σ_1	N/mm ² tensione principale di trazione sulla corda baricentrica
$ctg\theta_0$	valore limite dell'inclinazione delle bielle

Calcolo del Taglio resistente

V_{Rd}	<input type="text" value="186,1"/>	KN	taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale
V_{Rd}	<input type="text" value="368,4"/>	KN	taglio resistente per elemento con armatura trasversale

Si predispongono dunque spille: $\varnothing 12/20 \times 20$

Verifica:

V_{Rd}	<input type="text" value="368,4"/>	KN	>	V_{Ed}	<input type="text" value="233,70"/>	KN
----------	------------------------------------	----	---	----------	-------------------------------------	----

Ok; verifica soddisfatta

	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO-VITULANO					
<i>Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista Viadotto ferroviario – L=45 m</i>	COMMESSA IF0H	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 00 07 002	REV. A	FOGLIO 170 di 172

8.5 Verifica dalles in fase di getto

8.5.1 Modalità di esecuzione del getto

Il getto della soletta dell'impalcato è effettuato in due fasi:

1ª fase – getto delle campate interne, delle zone soprastanti le piattabande superiori delle travi di bordo e di un tratto di sbalzo di 0.8 m misurato dall'asse dell'anima delle travi di bordo;

2ª fase – getto delle della restante parte di sbalzo mediante l'ausilio di puntelli .

8.5.2 Carichi considerati

Sono stati considerati i seguenti casi di carico:

peso proprio dalles: $0.05\text{m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 1.5 \text{ kN/m}^2$

peso getto spessore 46 cm: $0.46\text{m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 11.5 \text{ kN/m}^2$

sovraccarico mezzi d'opera: 1 kN/m^2

8.5.3 Verifiche

Stante l'ausilio di puntelli nella *2ª fase* di getto; si procede alla sola verifica della prima *1ª fase* , la quale presenta una luce libera d'inflessione maggiore.

Nella verifica *1ª fase* sono state fatte le seguenti approssimazioni a favore di sicurezza:

- è stata considerata una luce di calcolo maggiore, pari alla distanza netta tra le piattabande (2.0m) più 0.3 m, per un totale di 2.3 m. Come riportato nell'immagine seguente;
- inoltre non è stato considerato l'apporto benefico dovuto agli 0.8m di getto negli sbalzi, in modo da massimizzare il momento sollecitante nella mezzeria del tratto verificato.

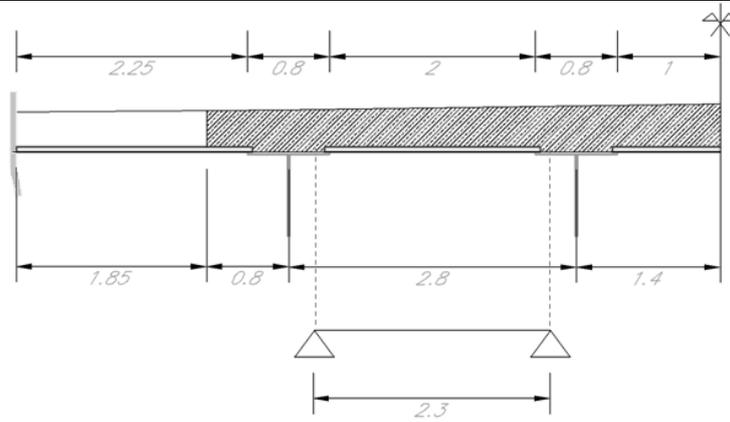


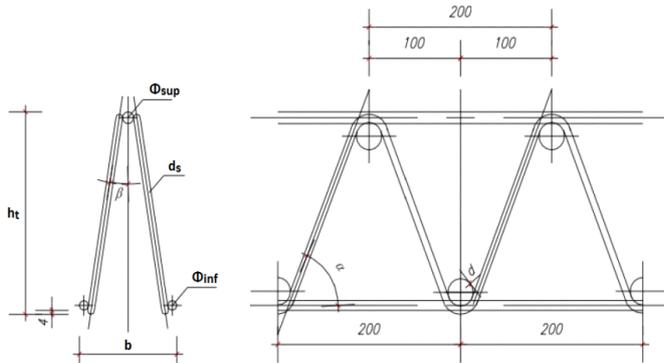
Figura 94: schema di calcolo 1ª fase

Considerando come elemento resistente il solo traliccio (predalla non collaborante), vengono riportate le relative verifiche.

Relazione di Calcolo impalcato a struttura mista
Viadotto ferroviario - L=45 m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0H	02	D 09 CL	VI 00 07 002	A	172 di 172

Dati della sezione della predalla e del traliccio usato:



$S_{pred} =$	5	cm	Spessore predalla
$h_{tr} =$	25	cm	Altezza traliccio
$b_{tr} =$	11	cm	Distanza tra i correnti inf.
$p_d =$	20	cm	Passo diagonali traliccio
$L_{pred} =$	120	cm	Larghezza predalla
$i_{tr} =$	60	cm	Interasse tralicci
$N_{Tr/pred} =$	2	-	Num tralicci ogni predalla

ϕ (mm)	A_s (mm ²)	J (mm ⁴)	
14	154	1886	Corrente Superiore
12	113	1018	Correnti Inferiori
10	79	491	Diagonale Traliccio
0	0	0	Armatura Aggiuntiva

Resist. Car. Snervam. ACCIAIO $f_{yk} = 450$ N/mm²
Resist. Car. Compress. CLS $R_{ck} = 40$ N/mm²

Tipo di Traliccio adottato: 12/14/10 H=25

Getto soletta tratto in campata

L =	2,30 m	Luce	$M_{max} =$	13,5 kNm	Momento massimo
H soletta campata =	0,46 m	Altezza Media Soletta	$T_{max} =$	23,5 kN	Taglio massimo
$l_{predalles} =$	1,20 m	Larghezza predalla	<u>Sollecitazioni Agenti su ogni Traliccio</u>		
$Q_{acc} =$	1,00 kN/m ²	Sovraccarico Mezzi d'Opera	$M_{TR-max} =$	6,8 kNm	M_{max} ogni traliccio
$\gamma_G =$	1,35	Coeff. Perm. Strutt.	$T_{TR-max} =$	11,7 kN	T_{max} ogni traliccio
$\gamma_Q =$	1,5	Coeff. Perm. Non Strutt.			

Verifica Instabilità Corrente Superiore Compresso

$N_{Ed} = M_{Tr} / h_{Tr} =$	27,0 KN	Azione Assiale di Compressione
$N_{c,r} = \pi^2 \cdot E \cdot I / L_0^2 =$	97,7 KN	Carico Critico Euleriano
$\lambda = \sqrt{(A \cdot f_{yk} / N_{c,r})} =$	0,84 -	Snellezza Adimensionale
$\alpha =$	0,49 -	Fatt. Imperf. per Sez Piene-Curva Inst. c
$\Phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0.2) + \lambda^2] =$	1,01 -	
$\chi = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 + \lambda^2}) \leq 1.0 =$	0,64 -	Fattore relativo all'inflessione
$\gamma_{M1} =$	1,10 -	Coeff. di sicurezza
$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yk} / \gamma_{M1} =$	40,0 KN	Resistenza all'instabilità a compressione
$N_{Ed} / N_{b,Rd} \leq 1 =$	0,67 -	≤1 verifica soddisfatta!

Verifica a Trazione Correnti Inferiori Tesi

$N_{Ed} = M_{Tr} / h_{Tr} / 2 =$	13,5 KN	Sforzo Assiale di trazione
$\gamma_{M0} =$	1,05	Coeff. di sicurezza
$N_{pl,Rd} = A \cdot F_{yk} / \gamma_{M0} =$	48,5 kN	Resistenza a Trazione
$N_{Ed} / N_{b,Rd} \leq 1 =$	0,28 -	≤1 verifica soddisfatta!

Verifica Instabilità Diagonalali Compresi

Si fa l'approssimazione di considerare che il taglio venga portato tutto dai diagonalali.

$L_d =$	27,0 cm	Lunghezza Diagonalali
$N_{Ed} = (T_{Tr} \cdot L_d) / h_{Tr} / 2 =$	6,3 KN	Azione Assiale di Compressione
$N_{c,r} = \pi^2 \cdot E \cdot I / L_0^2 =$	13,9 KN	Carico Critico
$\lambda = \sqrt{(A \cdot f_{yk} / N_{c,r})} =$	1,59 -	Snellezza Adimensionale
$\alpha =$	0,49 -	Fatt. Imperf. per Sez Piene-Curva Inst. c
$\Phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0.2) + \lambda^2] =$	2,11 -	
$\chi = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 + \lambda^2}) \leq 1.0 =$	0,29 -	Fattore relativo all'inflessione
$\gamma_{M1} =$	1,10 -	Coeff. di sicurezza
$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yk} / \gamma_{M1} =$	9,2 KN	Resistenza all'instabilità a compressione
$N_{Ed} / N_{b,Rd} \leq 1 =$	0,69 -	≤1 verifica soddisfatta!