

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

Relazione di calcolo: Verifiche di Sicurezza con Treni Reali C3

VI05 – VIADOTTO BRADANO

Travata reticolare a via inferiore L=120 m singolo binario

SCALA:

-

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

I A 5 F 0 1 D 0 9 C L V I 0 5 0 9 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	L.Genca	Gen. 2021	F.Bonifacio	Gen. 2021	F.Gernone	Gen. 2021	A.Vittozzi Gen.2021
		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		

ITALFERR S.p.A.
 U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
 Dott. Ing. Angelo Vittozzi
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
 N. 420783

File: IA5F01D09CLVI0509002A

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3	MATERIALI IMPIEGATI	6
4	ANALISI DEI CARICHI UNITARI	6
4.1	CARICHI PERMANENTI	7
4.1.1	Pesi propri	7
4.1.2	Carichi permanenti portati	7
4.2	SOVRACCARICHI ACCIDENTALI	7
4.2.1	Treni di carico	7
4.2.2	Azioni orizzontali	9
4.2.2.1	Serpeggio	9
4.2.2.2	Avviamento e frenatura	9
4.2.2.3	Forza centrifuga	9
4.3	AZIONI CLIMATICHE	10
4.3.1	Variazione termica	10
4.3.2	Azione della neve	11
4.3.3	Azione del vento	11
4.4	EFFETTI AERODINAMICI	13
4.5	AZIONI ECCEZIONALI	13
4.6	AZIONI SISMICHE	14
4.7	CONFRONTO AZIONI DI PROGETTO – AZIONI DI CALCOLO	14
5	COMBINAZIONI DI CARICO	15
6	MODELLO DI CALCOLO	16
6.1	Verifica della prima frequenza flessionale	16
7	VERIFICHE SLU	17
7.1	TRAVI PRINCIPALI E CONTROVENTI	17
7.1.1	Verifiche di resistenza e di instabilità – SLU	17
7.1.1.1	Elementi parete e controventi	17
7.1.1.2	Longherine	25
7.1.1.3	Traversi	27

8	VERIFICHE SLE.....	28
8.1	Verifiche dell'inflessione impalcato nel piano verticale.....	28
8.2	Verifiche dell'inflessione impalcato nel piano orizzontale.....	28
9	CONCLUSIONI.....	30

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione sono le verifiche di sicurezza della travata reticolare con treni reali di tipo C3 secondo le NTC 2018.

1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il viadotto Bradano (VI05), compreso tra le progressive km 12+785.30 e km 13+030.10 della Nuova linea Ferrandina-Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale, sviluppa una lunghezza complessiva di 245 metri.

Il viadotto, a singolo binario, si compone di 5 campate: la campata centrale è caratterizzata da una luce di 120m realizzata mediante una travatura reticolare a via inferiore, le campate laterali sono invece costituite da impalcati in cap con due di luci da 30 e 35 metri.

La travata reticolare è del tipo a via inferiore chiusa superiormente e le briglie superiori hanno profilo parabolico. La luce di calcolo è pari a $L=109,8$ m; l'altezza della travata, rispetto all'intradosso del corrente inferiore, è compresa tra 9 m (in corrispondenza degli appoggi) e 14,6 m (in mezzeria), la larghezza è pari a 6 m. Ciascun paramento verticale della travata è costituito da maglie triangolari aventi, ciascuna, base di lunghezza pari a 6,1 m e altezza variabile. La travata è appoggiata su quattro apparecchi di appoggi in acciaio, che realizzano lo schema statico di trave semplicemente appoggiata: appoggio fisso e uni-trasversale sulla pila lato Ferrandina (pila 2) e appoggio uni-longitudinale e multidirezionale sulla pila lato Matera (pila 3).

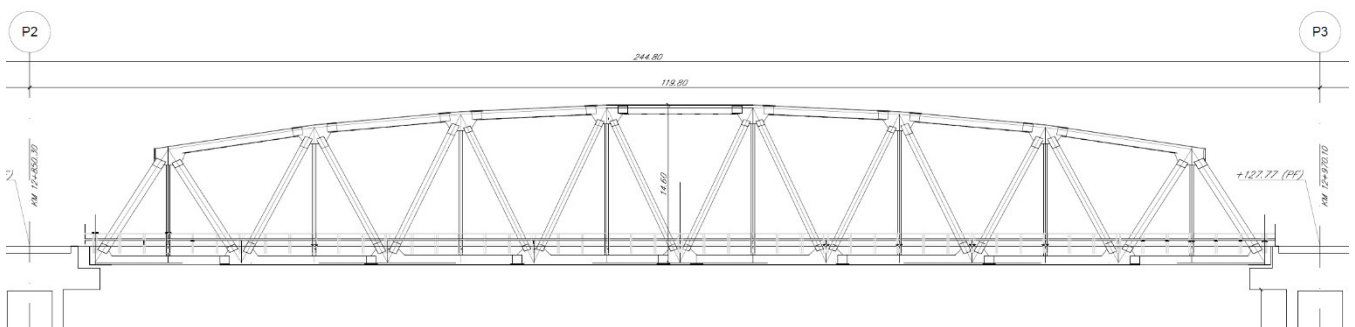


Figura 1_ Prospetto

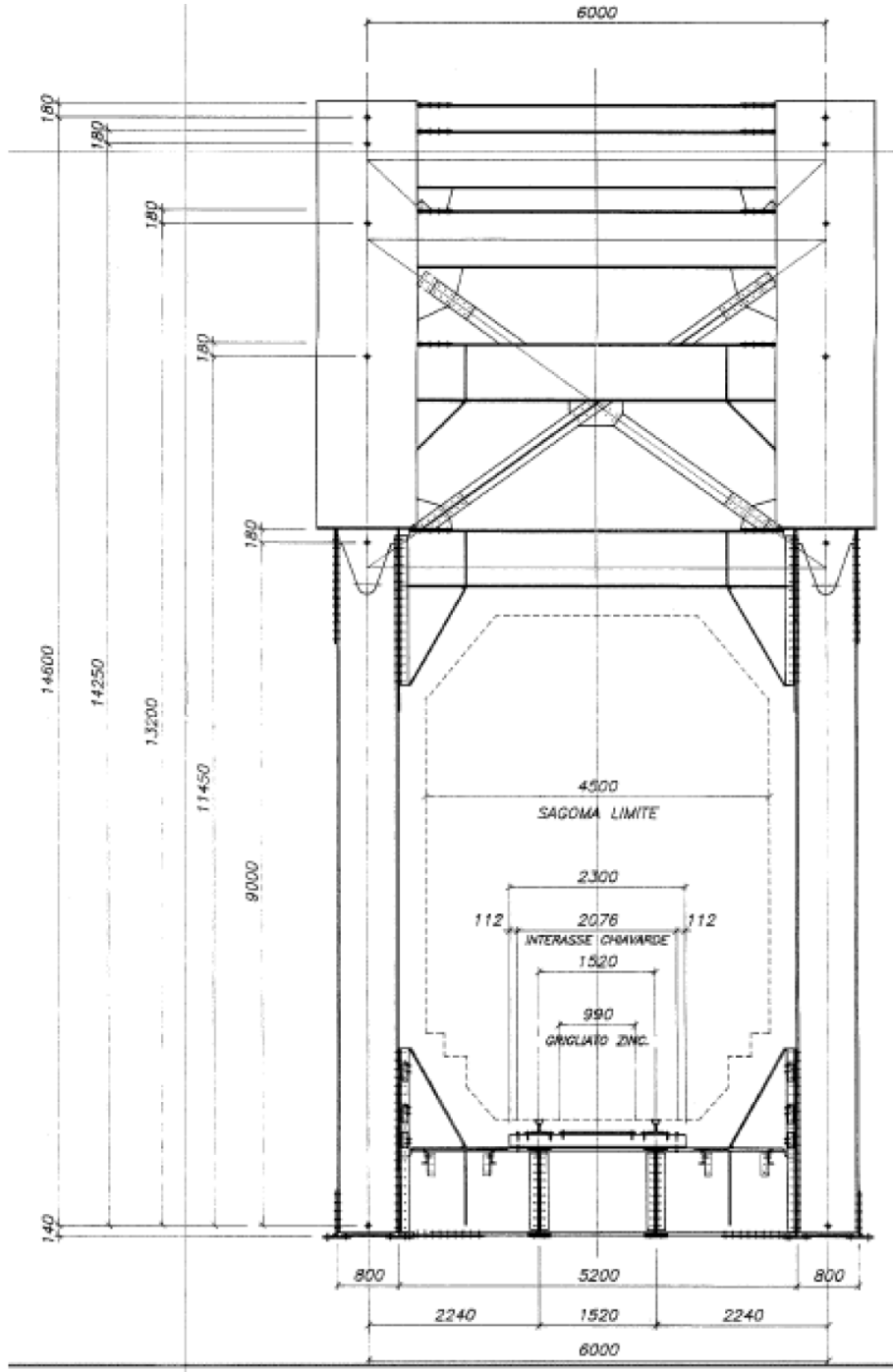


Figura 2_Sezione trasversale

2 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 17 Gennaio 2018:** *Nuove norme tecniche per le costruzioni;*
- [N4] **C.M. 21/01/2019 n.7:** *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";*
- [N5] **RFI DTC SI PS MA IFS 001 D del 20/12/2019:** *Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;*
- [N6] **RFI DTC SI PS SP IFS 001 C del 21/12/2018:** *Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;*
- [N7] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.

3 MATERIALI IMPIEGATI

ACCIAIO

Materiali di progetto: Acciaio da carpenteria Fe430

NTC 18	fyk [MPa]		
	$t \leq 40mm$	$t > 40mm$	
acciaio			
S275	275	255	<i>per travi ed elementi saldati</i>
S275	275	255	<i>per profilati e lamiera</i>

4 ANALISI DEI CARICHI UNITARI

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

4.1 CARICHI PERMANENTI

4.1.1 Pesi propri

Peso proprio carpenteria metallica (inclusi trasversi, irrigidimenti, ecc.) = **62 kN/m** (valore stimato da modello)

4.1.2 Carichi permanenti portati

Totale carichi permanenti portati \approx **8 kN/m**

4.2 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

4.2.1 Treni di carico

Treno di carico reale di tipo C3, come dal MdP RFI, di seguito riportato;

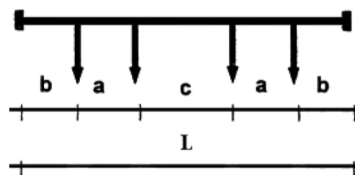


Figura 1: Schema geometrico di un carro

Categoria	Carico					
	Per asse Pa [kN]	Per ml p [kN/m]	a [m]	b [m]	c [m]	L [m]
A	160	48	1,80	1,50	6,75	13,35
B1	180	50	1,80	1,50	7,80	14,40
B2	180	64	1,80	1,50	4,65	11,25
C2	200	64	1,80	1,50	5,90	12,50
C3	200	72	1,80	1,50	4,50	11,10
C4	200	80	1,80	1,50	3,40	10,00
D2	225	64	1,80	1,50	7,45	14,05
D3	225	72	1,80	1,50	5,90	12,50
D4	225	80	1,80	1,50	4,65	11,25
E4	250	80	1,80	1,50	5,90	12,50
E5	250	88	1,80	1,50	4,75	11,35

Tab. n.1: Categorie delle linee

Coefficienti dinamici

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

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

Per i ponti metallici con armamento diretto occorrerà considerare un ulteriore coefficiente di adattamento dell'incremento dinamico β (inserito per tener conto del maggiore incremento dinamico dovuto al particolare tipo di armamento), variabile esclusivamente in ragione della lunghezza caratteristica L_ϕ dell'elemento, dato da:

- $\beta = 1,00$ per $L_\phi \leq 8$ m ed $L_\phi > 90$ m;
- $\beta = 1,10$ per 8 m $< L_\phi \leq 90$ m.

Nel nostro caso $\beta=1$ e la lunghezza L_ϕ , valutata secondo *Manuale di progettazione RFI*, sarà:

- Travi principali $L_\phi = L = 109.8$ m;
 $\Phi_3 = 1$
- Longherine $i = 6.1$ m ; $L_\phi = i + 3 = 6.1 + 3$ m = 9.1m
 $\Phi_3 = 1.5$
- Travi trasversali intermedie $L = 6$ m ; $L_\phi = 2 * L = 12$ m
 $\Phi_3 = 1.39$
- Travi trasversali di estremità $L_\phi = 3.6$ m .
 $\Phi_3 = 2$

4.2.2 Azioni orizzontali

4.2.2.1 Serpeggio

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

Per il treno di carico LM71 sarà moltiplicata per il coefficiente di adattamento $\alpha = 1.1$.

4.2.2.2 Avviamento e frenatura

Frenatura = 1/6 *carico treno C3

treno C3	72 kN/m
frenatura	12 kN/m

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

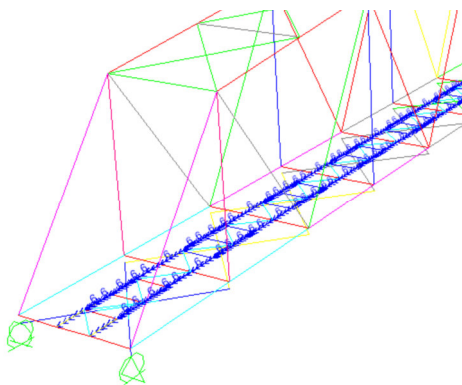


Figura 3_Frenatura C3

4.2.2.3 Forza centrifuga

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

In questo caso è nulla poiché il binario è in rettilineo.

4.3 AZIONI CLIMATICHE

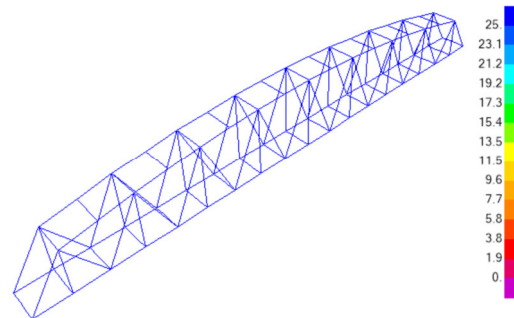
4.3.1 Variazione termica

Nelle verifiche dei singoli elementi è stata considerata una variazione termica uniforme, una variazione volumetrica ed una variazione termica non uniforme secondo quanto indicato sul MdP RFI.

Variazione termica uniforme

Si considera una variazione termica uniforme volumetrica per l'impalcato in acciaio pari a $\pm 25^\circ\text{C}$.

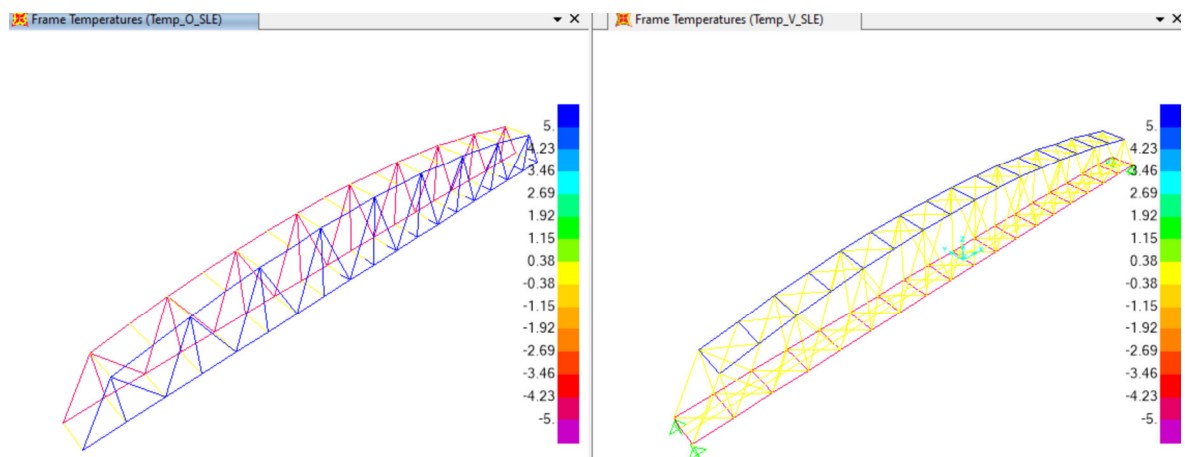
Per la determinazione delle escursioni degli apparecchi di appoggio è stata considerata una variazione termica uniforme di $25^\circ * 1.5 = 37.5^\circ\text{C}$.



Variazione termica non uniforme

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

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



4.3.2 Azione della neve

Per l'opera oggetto della presente relazione il carico risulta non dimensionante.

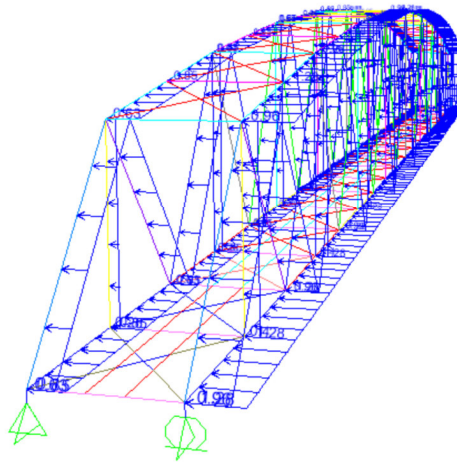
4.3.3 Azione del vento

L'azione del vento è stata distinta in:

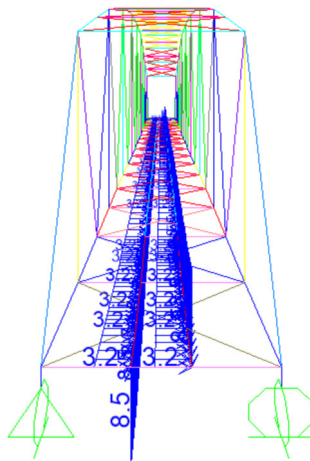
- Vento su struttura scarica, ossia azione del vento sul ponte senza carichi mobili;
- Vento su struttura carica, ossia azione del vento sul ponte durante il transito dei veicoli.

Per l'azione del vento si prevedono 1.6 kN/mq applicati sulle superfici esposte della travata metallica e dei treni di carico (ripartendo con i coefficienti c_p da norma tra le due superfici).

Azione di vento scarico:



Azione di vento carico su bin:



Calcolo dell'AZIONE DEL VENTO [NTC 18 - par. 3.3]

REGIONE	Zona	$v_{ref,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s [1/s]
Basilicata	3	27	500	0.37

T_R [anni]	α_R	a_s [m]	$v_{ref}(T_R=50)$ [m/s]	$v_{ref}(T_R)$ [m/s]	q_{ref} [N/m ²]
50	1.00	70	27.0	27.0	456.29

Classe di rugosità del terreno
Aree prive di ostacoli
D

Categoria di esposizione del sito
oltre 30 km dalla costa, sotto i 500 m
II

Coefficiente di topografia	c_t
	1.00

Coefficiente di esposizione			
k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]	z [m]
0.19	0.05	4.00	7.00
c_e			2.13

Ulteriori coefficienti	
c_d	1.00
c_f	0.01

Coefficiente di forma o aerodinamico [C3.3.8.6]	
Tipologia di struttura soggetta all'azione del vento:	a travi reticolari

Travi reticolari			
S_p [m ²]	591	φ	0.46
S [m ²]	1291		
Altezza della travata	h [m]	11.8	
Distanza tra le travate	d [m]	6	
	d/h	0.51	
	μ	0.451	
		1 ^a travata	2 ^a travata
		$c_{p,1}$	$c_{p,2}$
		1.60	0.72

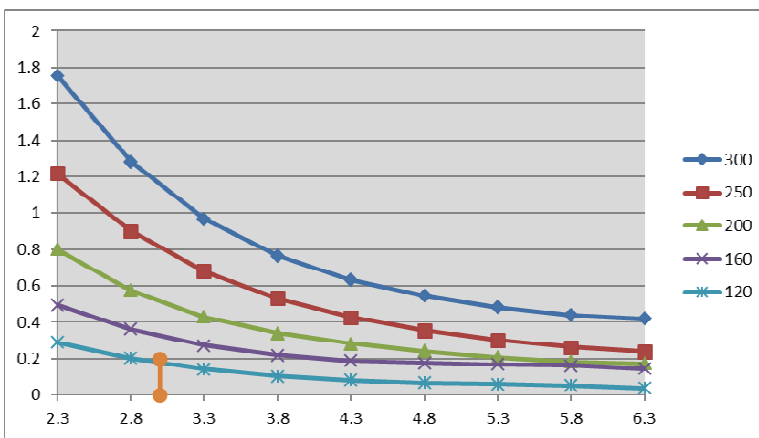
Pressione del vento	$T_R =$	50	anni
pressione del vento travata esposta		p_1 [N/m ²]	1555
pressione del vento travata successiva		p_2 [N/m ²]	701

4.4 EFFETTI AERODINAMICI

Superfici verticali parallele al binario

Per una distanza ag dall'asse del binario pari a 3 m, e per una velocità massima di percorrenza pari a 125 km/h, il valore caratteristico dell'azione sul pannello è di $\pm 0.2 \text{ kN/m}^2$.

Nelle combinazioni di carico si è tenuto conto via via del segno sfavorevole di tali pressioni.



4.5 AZIONI ECCEZIONALI

Deragliamento schema 1

Sono state considerate due stese di carico di lunghezza 6.40 m, intensità di 60 kN/m, ad una distanza pari allo scartamento S ed eccentriche fino alla briglia inferiore.

Deragliamento schema 2

È stato considerato un carico lineare di lunghezza 20m, intensità $80 \cdot 1.4 \text{ kN/m}$, eccentrico di circa 1.5s (2.2m) rispetto all'asse binari.

Questo carico è da considerarsi nelle verifiche all'interno della combinazione eccezionale, la quale induce sugli elementi principali delle sollecitazioni minori rispetto ai modelli di traffico già descritti. Nel caso del ponte in esame non è, dunque, dimensionante.

4.6 AZIONI SISMICHE

Non sono oggetto della presente relazione.

4.7 CONFRONTO AZIONI DI PROGETTO – AZIONI DI CALCOLO

Impalcato travata reticolare metallica Bradano Lt = 109.8m			
Azioni	Descrizione	Relazione di progetto	NTC '18
G1	carpenteria met.	62 kN/m	62 kN/m
G2	armamento e grigliati	8 kN/m	8 kN/m
Qvk	carico vert. da traffico	Treno A (eq flett su ciascuna parete= 44.1 kN/m x 1.193 =52.61 kN/m)	Treno C3 (eq flett tot = 72 kN/m)
		Treno A (eqTA su ciascuna parete= 51.2 kN/m x 1.193 =61.1 kN/m)	Treno C3 (eqTA tot= 72 kN/m)
Incremento dinamico		1.193 (*)	(*)
QLk	frenatura/avviamento	7.8 kN/m	QL C3 = 12 kN/m
Qtk	centrifuga	assente	assente
S	serpeggio	62.5 kN	100 * 1.1 kN
Vento treno		4.5 kN/m	6.4 kN/m
Vento travata		6.57 kN/m	8.3 kN/m
Termica unif.		Non considerata	± 25°C
Termica non unif.		Non considerata	± 5°C (orizz) e ± 5°C (vert)
Folla		Non considerata	Non considerata
Sismica		Non considerata	Non considerata
Effetti aerodinamici		Non considerata	0.2 kN/mq

(*) coeff. dinamici	Rel. di progetto	NTC '18
elem parete e controventi	1.193	$\phi = 1, \beta = 1$
traversi di testata	1.5	$\phi = 2, \beta = 1$
traversi correnti	1.5	$\phi = 1.39, \beta = 1$
longherine	1.5	$\phi = 1.5, \beta = 1$

5 COMBINAZIONI DI CARICO

Le singole azioni elementari vengono combinate come previsto dal MdP RFI

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

ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
<i>treno scarico</i>		
1	0	0
<i>serpeggio</i>		
1	0.8	0
<i>Eff_aerodinamici</i>		
0.8	0.5	0
<i>vento</i>		
0.6	0.5	0
<i>temperatura</i>		
0.6	0.6	0.5

VALUTAZIONE DEI CARICHI DA TRAFFICO

Commenti	TIPO DI CARICO	Azioni Verticali		Azioni Orizzontali						Y _Q			
	GRUPPO DI CARICO	Carico verticale		Treno scarico	Frenatura e avviamento		Centrifuga		Serpeggio		1.45		
		<i>sfav</i>	<i>fav</i>		<i>sfav</i>	<i>fav</i>	<i>sfav</i>	<i>fav</i>	<i>sfav</i>	<i>fav</i>	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
massima azione verticale e laterale	Gruppo1	1	1	0	0.5	0	1	0	1	0	0.8	0.8	0
stabilità laterale	Gruppo2	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0.8	0.8	0
massima azione longitudinale	Gruppo3	1	0.5	0	1	1	0.5	0	0.5	0	0.8	0.8	0
fessurazione	Gruppo4	0.8	0.6	0	0.8	0.6	0.8	0.6	0.8	0.6	1	1	0

S.L.U

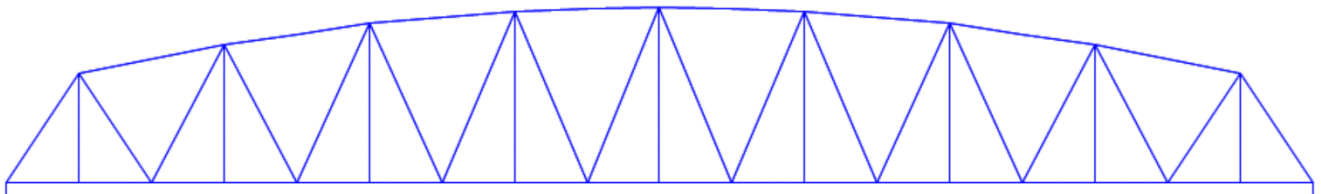
VARIABILE PRINCIPALE:	TRAFFICO				VENTO		TEMPERATURA			
CARICHI	C3				STR.		C3		STR. SCARICA	
	GRUPPO1	GRUPPO2	GRUPPO3	GRUPPO4	SCARICA	GR1	GR3			
combinazioni	01	02	03	04	05	06	07	08	09	
Peso Proprio (G1)	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	
Permanenti Portati (G2)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
C3	1.45	1.45	1.45	1.45	0	0	1.16	1.16	0	
serpeggio	1.45	1.45	0.73	0.73	0	0	1.16	0.58	0	
Avviamento/frenatura	0.73	0.73	1.45	1.45	0	0	0.58	1.16	0	
centrifuga	1.45	1.45	0.73	0.73	0	0	1.16	0.58	0	
Eff_aerodinamici	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	1.20	1.20	0	
Vento_scarico	0	0	0	0	1.5	1.5	0	0	0.9	
Vento_carico	0.9	0.9	0.9	0.9	0	0	0.9	0.9	0	
Temp_SLU	0	0.9	0	0.9	0	0.9	1.5	1.5	1.5	

6 MODELLO DI CALCOLO

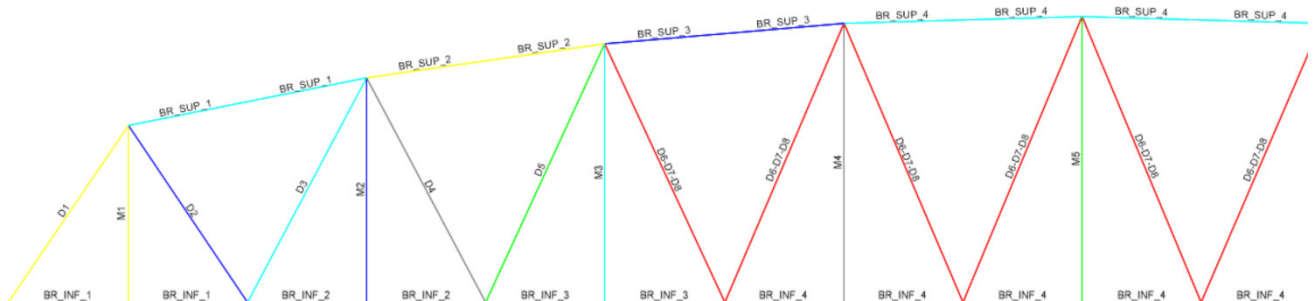
Per il calcolo delle sollecitazioni e per l'analisi strutturale sono stati realizzati dei modelli agli elementi finiti con il programma di calcolo SAP2000. L'analisi statica effettuata è di tipo elastico lineare e le verifiche sono state effettuate agli stati limite in conformità alle Normative Vigenti.

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

Gli assi baricentrici e le sezioni geometriche degli elementi costituenti il modello sono come da elaborato grafici di progetto, cui si rimanda:



Le sezioni di parete nel modello di calcolo sono le seguenti:



6.1 Verifica della prima frequenza flessionale

Considerando la prima frequenza propria flessionale dell'impalcato, si valuta la necessità o meno di effettuare analisi dinamiche piuttosto che statiche, in base alle indicazioni del **RFI DTC SI PS MA IFS 001 D** § 2.5.1.4.2.4., verificando che essa ricada nel fuso dei *Limiti della frequenza naturale del ponte* n_0 [Hz] in funzione di L [m]:

δ_0 è la freccia in mezzera dovuta alle azioni permanenti
N_0 è la prima frequenza naturale flessionale del ponte

L	110	m
---	-----	---

δ_0	41.0	mm
N_0	2.77	Hz
(1)	2.82	Hz
(2)	1.46	Hz

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

7 VERIFICHE SLU

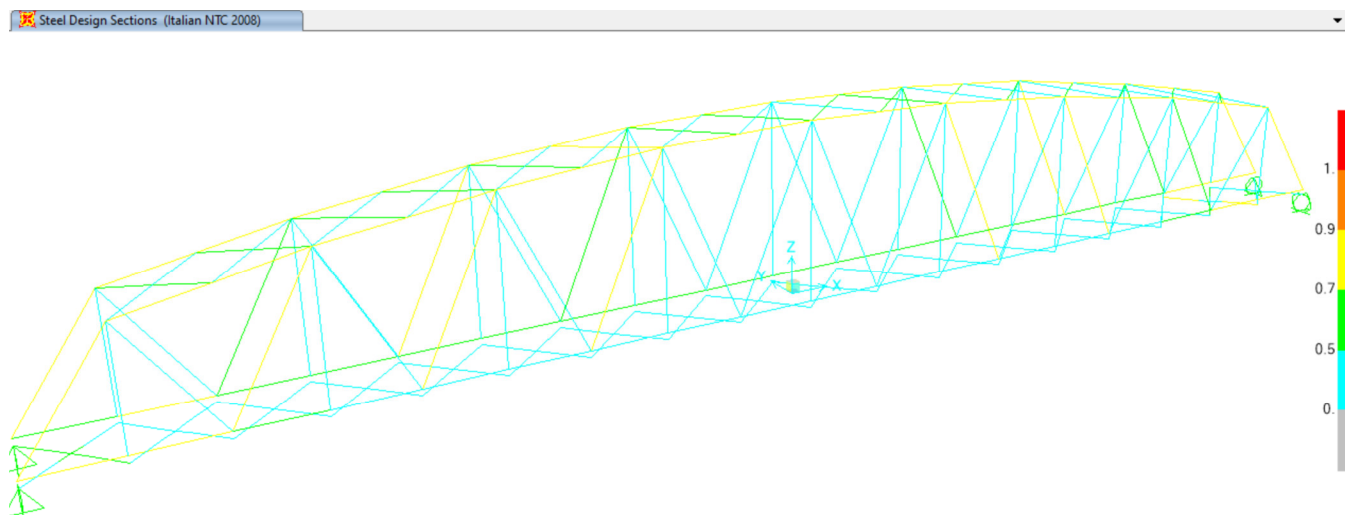
Si riportano di seguito le verifiche agli SLU dei singoli elementi costituenti l'impalcato.

7.1 TRAVI PRINCIPALI E CONTROVENTI

7.1.1 Verifiche di resistenza e di instabilità – SLU

7.1.1.1 Elementi parete e controventi

Si riporta l'output di verifica del modello di calcolo descritto per l'involuppo delle combinazioni di carico precedentemente descritte:



Le verifiche risultano soddisfatte.

I tassi di lavoro degli elementi (ratio) sono inferiori a 1.

Si riporta di seguito l'estratto della verifica:

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - Italian NTC 2018								
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo	Location	ErrMsg
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	m	Text
d1	D1	Brace	No Messages	0.709	PMM	INV_SLU	0	No Messages
d10	D4	Brace	No Messages	0.309	PMM	INV_SLU	6.48677	No Messages
d17	D5	Brace	No Messages	0.878	PMM	INV_SLU	0	No Messages
d18	D6-7-8	Brace	No Messages	0.349	PMM	INV_SLU	7.27066	No Messages
d25	D6-7-8	Brace	No Messages	0.750	PMM	INV_SLU	0	No Messages
d26	D6-7-8	Brace	No Messages	0.255	PMM	INV_SLU	7.75036	No Messages
d33	D6-7-8	Brace	No Messages	0.280	PMM	INV_SLU	0	No Messages

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

Travata reticolare a via inferiore L=120 m singolo binario

Relazione di calcolo: Verifiche di Sicurezza con Treni Reali C3

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D	09	CL	VI0509	002	A	18 di 30

d34	D6-7-8	Brace	No Messages	0.271	PMM	INV_SLU	15.82308	No Messages
d19	D6-7-8	Brace	No Messages	0.347	PMM	INV_SLU	7.27066	No Messages
d20	D5	Brace	No Messages	0.875	PMM	INV_SLU	14.54132	No Messages
d11	D4	Brace	No Messages	0.310	PMM	INV_SLU	6.48677	No Messages
d4	D1	Brace	No Messages	0.714	PMM	INV_SLU	10.87244	No Messages
br.i.3	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.531	PMM	INV_SLU	6.1	No Messages
br.i.4	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.471	PMM	INV_SLU	0.46923	No Messages
br.i.5	BRIGLIA_INF3	Beam	No Messages	0.478	PMM	INV_SLU	6.1	No Messages
br.i.6	BRIGLIA_INF3	Beam	No Messages	0.435	PMM	INV_SLU	1.40769	No Messages
br.i.7	BRIGLIA_INF4	Beam	No Messages	0.459	PMM	INV_SLU	6.1	No Messages
br.i.8	BRIGLIA_INF4	Beam	No Messages	0.434	PMM	INV_SLU	0.93846	No Messages
br.i.9	BRIGLIA_INF4	Beam	No Messages	0.461	PMM	INV_SLU	6.1	No Messages
br.i.10	BRIGLIA_INF4	Beam	No Messages	0.455	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.i.11	BRIGLIA_INF4	Beam	No Messages	0.429	PMM	INV_SLU	5.63077	No Messages
br.i.12	BRIGLIA_INF4	Beam	No Messages	0.443	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.i.13	BRIGLIA_INF3	Beam	No Messages	0.417	PMM	INV_SLU	4.69231	No Messages
br.i.14	BRIGLIA_INF3	Beam	No Messages	0.448	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.i.15	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.446	PMM	INV_SLU	6.1	No Messages
br.i.16	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.519	PMM	INV_SLU	6.1	No Messages
m2	M1-RINF	Column	No Messages	0.372	PMM	INV_SLU	0	No Messages
m6	M2	Column	No Messages	0.070	PMM	INV_SLU	0	No Messages
m10	M3	Column	No Messages	0.122	PMM	INV_SLU	0	No Messages
m14	M4	Column	No Messages	0.150	PMM	INV_SLU	0	No Messages
m17	M5	Column	No Messages	0.146	PMM	INV_SLU	0	No Messages
m13	M4	Column	No Messages	0.148	PMM	INV_SLU	0	No Messages
m9	M3	Column	No Messages	0.117	PMM	INV_SLU	0	No Messages
m5	M2	Column	No Messages	0.063	PMM	INV_SLU	0	No Messages
m1	M1-RINF	Column	No Messages	0.372	PMM	INV_SLU	0	No Messages
d5	D1	Brace	No Messages	0.809	PMM	INV_SLU	0	No Messages
d6	D2	Brace	No Messages	0.445	PMM	INV_SLU	10.87244	No Messages
d13	D3	Brace	No Messages	0.673	PMM	INV_SLU	0	No Messages
d14	D4	Brace	No Messages	0.292	PMM	INV_SLU	6.48677	No Messages
d21	D5	Brace	No Messages	0.792	PMM	INV_SLU	0	No Messages
d22	D6-7-8	Brace	No Messages	0.329	PMM	INV_SLU	7.27066	No Messages
d29	D6-7-8	Brace	No Messages	0.670	PMM	INV_SLU	0	No Messages
d30	D6-7-8	Brace	No Messages	0.243	PMM	INV_SLU	7.75036	No Messages
d35	D6-7-8	Brace	No Messages	0.229	PMM	INV_SLU	0	No Messages
d36	D6-7-8	Brace	No Messages	0.235	PMM	INV_SLU	15.82308	No Messages
d31	D6-7-8	Brace	No Messages	0.245	PMM	INV_SLU	7.75036	No Messages
d32	D6-7-8	Brace	No Messages	0.673	PMM	INV_SLU	15.50073	No Messages
d23	D6-7-8	Brace	No Messages	0.331	PMM	INV_SLU	7.27066	No Messages
d24	D5	Brace	No Messages	0.792	PMM	INV_SLU	14.54132	No Messages
d15	D4	Brace	No Messages	0.289	PMM	INV_SLU	6.48677	No Messages

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

Travata reticolare a via inferiore L=120 m singolo binario

Relazione di calcolo: Verifiche di Sicurezza con Treni Reali C3

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D	09	CL	VI0509	002	A	19 di 30

d16	D3	Brace	No Messages	0.665	PMM	INV_SLU	12.97353	No Messages
d7	D2	Brace	No Messages	0.427	PMM	INV_SLU	0	No Messages
d8	D1	Brace	No Messages	0.799	PMM	INV_SLU	10.87244	No Messages
br.i.21	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.585	PMM	INV_SLU	0.93846	No Messages
br.i.22	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.644	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.i.23	BRIGLIA_INF3	Beam	No Messages	0.559	PMM	INV_SLU	3.28462	No Messages
br.i.24	BRIGLIA_INF3	Beam	No Messages	0.580	PMM	INV_SLU	0.93846	No Messages
br.i.25	BRIGLIA_INF4	Beam	No Messages	0.557	PMM	INV_SLU	5.16154	No Messages
br.i.26	BRIGLIA_INF4	Beam	No Messages	0.573	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.i.27	BRIGLIA_INF4	Beam	No Messages	0.583	PMM	INV_SLU	6.1	No Messages
br.i.28	BRIGLIA_INF4	Beam	No Messages	0.585	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.i.29	BRIGLIA_INF4	Beam	No Messages	0.566	PMM	INV_SLU	6.1	No Messages
br.i.30	BRIGLIA_INF4	Beam	No Messages	0.552	PMM	INV_SLU	0.93846	No Messages
br.i.31	BRIGLIA_INF3	Beam	No Messages	0.566	PMM	INV_SLU	5.16154	No Messages
br.i.32	BRIGLIA_INF3	Beam	No Messages	0.544	PMM	INV_SLU	2.34615	No Messages
br.i.33	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.613	PMM	INV_SLU	6.1	No Messages
br.i.34	BRIGLIA_INF2	Beam	No Messages	0.599	PMM	INV_SLU	6.1	No Messages
m4	M1-RINF	Column	No Messages	0.340	PMM	INV_SLU	0	No Messages
m8	M2	Column	No Messages	0.071	PMM	INV_SLU	11.45	No Messages
m12	M3	Column	No Messages	0.065	PMM	INV_SLU	13.2	No Messages
m16	M4	Column	No Messages	0.074	PMM	INV_SLU	0	No Messages
m18	M5	Column	No Messages	0.074	PMM	INV_SLU	0	No Messages
m15	M4	Column	No Messages	0.072	PMM	INV_SLU	0	No Messages
m11	M3	Column	No Messages	0.066	PMM	INV_SLU	13.2	No Messages
m7	M2	Column	No Messages	0.069	PMM	INV_SLU	11.45	No Messages
m3	M1-RINF	Column	No Messages	0.305	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.s.2	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.744	PMM	INV_SLU	6.22179	No Messages
br.s.6	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.768	PMM	INV_SLU	6.22179	No Messages
br.s.10	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.774	PMM	INV_SLU	3.08122	No Messages
br.s.14	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.788	PMM	INV_SLU	6.16244	No Messages
br.s.18	BRIGLIA_SUP3	Brace	No Messages	0.837	PMM	INV_SLU	6.12255	No Messages
br.s.22	BRIGLIA_SUP3	Brace	No Messages	0.845	PMM	INV_SLU	6.12255	No Messages
br.s.26	BRIGLIA_SUP4	Brace	No Messages	0.854	PMM	INV_SLU	6.10251	No Messages
br.s.30	BRIGLIA_SUP4	Brace	No Messages	0.857	PMM	INV_SLU	6.10251	No Messages
br.s.29	BRIGLIA_SUP4	Brace	No Messages	0.856	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.s.25	BRIGLIA_SUP4	Brace	No Messages	0.853	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.s.21	BRIGLIA_SUP3	Brace	No Messages	0.842	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.s.17	BRIGLIA_SUP3	Brace	No Messages	0.833	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.s.13	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.784	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.s.9	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.769	PMM	INV_SLU	3.08122	No Messages
br.s.5	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.762	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.s.1	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.746	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.s.4	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.769	PMM	INV_SLU	3.11089	No Messages

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

Travata reticolare a via inferiore L=120 m singolo binario

Relazione di calcolo: Verifiche di Sicurezza con Treni Reali C3

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D	09	CL	VI0509	002	A	20 di 30

br.s.8	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.753	PMM	INV_SLU	6.22179	No Messages
br.s.12	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.732	PMM	INV_SLU	3.08122	No Messages
br.s.16	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.713	PMM	INV_SLU	6.16244	No Messages
br.s.20	BRIGLIA_SUP3	Brace	No Messages	0.732	PMM	INV_SLU	3.06128	No Messages
br.s.24	BRIGLIA_SUP3	Brace	No Messages	0.724	PMM	INV_SLU	6.12255	No Messages
br.s.28	BRIGLIA_SUP4	Brace	No Messages	0.716	PMM	INV_SLU	6.10251	No Messages
br.s.32	BRIGLIA_SUP4	Brace	No Messages	0.714	PMM	INV_SLU	6.10251	No Messages
br.s.31	BRIGLIA_SUP4	Brace	No Messages	0.714	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.s.27	BRIGLIA_SUP4	Brace	No Messages	0.717	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.s.23	BRIGLIA_SUP3	Brace	No Messages	0.726	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.s.19	BRIGLIA_SUP3	Brace	No Messages	0.735	PMM	INV_SLU	3.06128	No Messages
br.s.15	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.718	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.s.11	BRIGLIA_SUP2	Brace	No Messages	0.738	PMM	INV_SLU	3.08122	No Messages
br.s.7	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.762	PMM	INV_SLU	0	No Messages
br.s.3	BRIGLIA_SUP1	Brace	No Messages	0.784	PMM	INV_SLU	3.11089	No Messages
d2	D2	Brace	No Messages	0.440	PMM	INV_SLU	10.87244	No Messages
d9	D3	Brace	No Messages	0.700	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.1	cv inf da rel	Beam	No Messages	0.481	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.37	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.628	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.46	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.628	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.82	cv inf da rel	Beam	No Messages	0.481	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.81	cv inf da rel	Beam	No Messages	0.601	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.45	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.662	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.38	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.698	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.2	cv inf da rel	Beam	No Messages	0.601	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.3	CONTROV_INF_B	Beam	No Messages	0.376	PMM	INV_SLU	1.83349	No Messages
cv.i.39	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.227	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.48	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.227	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.84	CONTROV_INF_B	Beam	No Messages	0.382	PMM	INV_SLU	1.83349	No Messages
cv.i.83	CONTROV_INF_B	Beam	No Messages	0.194	PMM	INV_SLU	1.83349	No Messages
cv.i.47	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.098	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.40	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.102	PMM	INV_SLU	1.06954	No Messages
cv.i.4	CONTROV_INF_B	Beam	No Messages	0.201	PMM	INV_SLU	1.83349	No Messages
cv.i.85	CONTROV_INF_B	Beam	No Messages	0.797	PMM	INV_SLU	3.20861	No Messages
cv.i.49	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.286	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.42	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.286	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.6	CONTROV_INF_B	Beam	No Messages	0.785	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.86	CONTROV_INF_B	Beam	No Messages	0.600	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.50	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.408	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.41	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.400	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.5	CONTROV_INF_B	Beam	No Messages	0.595	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.8	cv inf da rel	Beam	No Messages	0.096	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.44	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.320	PMM	INV_SLU	0	No Messages

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

Travata reticolare a via inferiore L=120 m singolo binario

Relazione di calcolo: Verifiche di Sicurezza con Treni Reali C3

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D	09	CL	VI0509	002	A	21 di 30

cv.i.51	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.367	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.87	cv inf da rel	Beam	No Messages	0.100	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.7	cv inf da rel	Beam	No Messages	0.126	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.43	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.436	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.52	cv inf interno mod	Beam	No Messages	0.452	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.i.88	cv inf da rel	Beam	No Messages	0.128	PMM	INV_SLU	0	No Messages
d27	D6-7-8	Brace	No Messages	0.253	PMM	INV_SLU	7.75036	No Messages
d28	D6-7-8	Brace	No Messages	0.740	PMM	INV_SLU	15.50073	No Messages
d12	D3	Brace	No Messages	0.689	PMM	INV_SLU	12.97353	No Messages
d3	D2	Brace	No Messages	0.423	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.1	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.328	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.7	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.333	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.11	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.565	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.13	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.571	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.17	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.337	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.23	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.344	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.27	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.590	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.29	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.597	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.31	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.354	PMM	INV_SLU	4.30045	No Messages
cv.s.25	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.349	PMM	INV_SLU	4.30045	No Messages
cv.s.21	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.605	PMM	INV_SLU	4.30045	No Messages
cv.s.19	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.595	PMM	INV_SLU	4.30045	No Messages
cv.s.15	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.304	PMM	INV_SLU	4.32177	No Messages
cv.s.9	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.302	PMM	INV_SLU	4.32177	No Messages
cv.s.5	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.590	PMM	INV_SLU	4.32177	No Messages
cv.s.3	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.583	PMM	INV_SLU	4.32177	No Messages
cv.s.33	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.406	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.39	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.418	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.43	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.704	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.45	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.721	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.49	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.490	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.55	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.494	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.59	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.601	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.61	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.607	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.62	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.596	PMM	INV_SLU	4.27904	No Messages
cv.s.60	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.590	PMM	INV_SLU	4.27904	No Messages
cv.s.56	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.505	PMM	INV_SLU	4.27904	No Messages
cv.s.50	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.501	PMM	INV_SLU	4.27904	No Messages
cv.s.46	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.712	PMM	INV_SLU	4.28619	No Messages
cv.s.44	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.695	PMM	INV_SLU	4.28619	No Messages
cv.s.40	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.428	PMM	INV_SLU	4.28619	No Messages
cv.s.34	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.416	PMM	INV_SLU	4.28619	No Messages
cv.s.36	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.665	PMM	INV_SLU	0	No Messages

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

Travata reticolare a via inferiore L=120 m singolo binario

Relazione di calcolo: Verifiche di Sicurezza con Treni Reali C3

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D	09	CL	VI0509	002	A	22 di 30

cv.s.38	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.686	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.42	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.410	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.48	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.416	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.52	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.559	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.54	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.571	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.58	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.483	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.64	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.481	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.63	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.471	PMM	INV_SLU	4.27904	No Messages
cv.s.57	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.474	PMM	INV_SLU	4.27904	No Messages
cv.s.53	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.584	PMM	INV_SLU	4.27904	No Messages
cv.s.51	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.571	PMM	INV_SLU	4.27904	No Messages
cv.s.47	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.408	PMM	INV_SLU	4.28619	No Messages
cv.s.41	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.403	PMM	INV_SLU	4.28619	No Messages
cv.s.37	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.697	PMM	INV_SLU	4.28619	No Messages
cv.s.35	1/2 IPE 400	Brace	No Messages	0.676	PMM	INV_SLU	4.28619	No Messages
cv.s.2	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.316	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.8	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.321	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.12	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.572	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.14	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.578	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.18	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.339	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.24	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.347	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.28	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.588	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.30	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.596	PMM	INV_SLU	0	No Messages
cv.s.32	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.354	PMM	INV_SLU	4.30045	No Messages
cv.s.26	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.349	PMM	INV_SLU	4.30045	No Messages
cv.s.22	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.601	PMM	INV_SLU	4.30045	No Messages
cv.s.20	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.591	PMM	INV_SLU	4.30045	No Messages
cv.s.16	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.296	PMM	INV_SLU	4.32177	No Messages
cv.s.10	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.293	PMM	INV_SLU	4.32177	No Messages
cv.s.6	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.603	PMM	INV_SLU	4.32177	No Messages
cv.s.4	1/2 HEA400	Brace	No Messages	0.596	PMM	INV_SLU	4.32177	No Messages
Br.i.1	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.808	PMM	INV_SLU	6.1	No Messages
Br.i.2	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.743	PMM	INV_SLU	0	No Messages
Br.i.17	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.726	PMM	INV_SLU	6.1	No Messages
Br.i.18	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.846	PMM	INV_SLU	0	No Messages
Br.i.19	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.667	PMM	INV_SLU	6.1	No Messages
Br.i.20	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.871	PMM	INV_SLU	0	No Messages
Br.i.35	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.827	PMM	INV_SLU	6.1	No Messages
Br.i.36	BRIGLIA_INF1	Beam	No Messages	0.776	PMM	INV_SLU	0	No Messages
135	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.298	PMM	INV_SLU	0	No Messages
136	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.298	PMM	INV_SLU	0	No Messages
137	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.244	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
138	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.244	PMM	INV_SLU	0	No Messages

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

Travata reticolare a via inferiore L=120 m singolo binario

Relazione di calcolo: Verifiche di Sicurezza con Treni Reali C3

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D	09	CL	VI0509	002	A	23 di 30

139	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.275	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
140	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.275	PMM	INV_SLU	0	No Messages
141	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.254	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
142	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.254	PMM	INV_SLU	0	No Messages
143	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.284	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
144	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.284	PMM	INV_SLU	0	No Messages
145	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.256	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
146	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.256	PMM	INV_SLU	0	No Messages
147	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.268	PMM	INV_SLU	0	No Messages
148	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.268	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
149	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.245	PMM	INV_SLU	0	No Messages
150	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.245	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
151	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.248	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
152	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.248	PMM	INV_SLU	0	No Messages
153	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.261	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
154	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.261	PMM	INV_SLU	0	No Messages
155	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.262	PMM	INV_SLU	0	No Messages
156	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.262	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
157	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.277	PMM	INV_SLU	0	No Messages
158	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.277	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
159	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.257	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
160	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.257	PMM	INV_SLU	0	No Messages
161	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.250	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
162	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.250	PMM	INV_SLU	0	No Messages
163	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.273	PMM	INV_SLU	0	No Messages
164	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.273	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
165	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.265	PMM	INV_SLU	0	No Messages
166	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.265	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
167	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.264	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
168	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.264	PMM	INV_SLU	0	No Messages
169	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.246	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
170	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.246	PMM	INV_SLU	0	No Messages
171	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.279	PMM	INV_SLU	0	No Messages
172	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.279	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
173	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.257	PMM	INV_SLU	0	No Messages
174	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.257	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
175	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.269	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
176	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.269	PMM	INV_SLU	0	No Messages
177	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.242	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
178	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.242	PMM	INV_SLU	0	No Messages
179	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.283	PMM	INV_SLU	0	No Messages
180	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.283	PMM	INV_SLU	0	No Messages
181	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.254	PMM	INV_SLU	0	No Messages

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

Travata reticolare a via inferiore L=120 m singolo binario

Relazione di calcolo: Verifiche di Sicurezza con Treni Reali C3

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D	09	CL	VI0509	002	A	24 di 30

182	1/2 HEA400	Beam	No Messages	0.254	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
183	CONTROV_INF_C	Beam	No Messages	0.286	PMM	INV_SLU	0	No Messages
184	CONTROV_INF_C	Beam	No Messages	0.286	PMM	INV_SLU	0	No Messages
185	CONTROV_INF_C	Beam	No Messages	0.228	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
186	CONTROV_INF_C	Beam	No Messages	0.228	PMM	INV_SLU	0	No Messages
187	CONTROV_INF_C	Beam	No Messages	0.270	PMM	INV_SLU	0	No Messages
188	CONTROV_INF_C	Beam	No Messages	0.269	PMM	INV_SLU	0	No Messages
189	CONTROV_INF_C	Beam	No Messages	0.225	PMM	INV_SLU	4.27814	No Messages
190	CONTROV_INF_C	Beam	No Messages	0.225	PMM	INV_SLU	0	No Messages

LEGENDA:

“br.s.” = briglie superiori

“br.i.” = briglie inferiori

“m” = montanti

“d” = diagonali

Elementi numerati da 135 a 190 + “cv.i.” = controventi inferiori

“cv.s.” = controventi superiori

7.1.1.2 Longherine

Sezione HEA 600, in favore di sicurezza

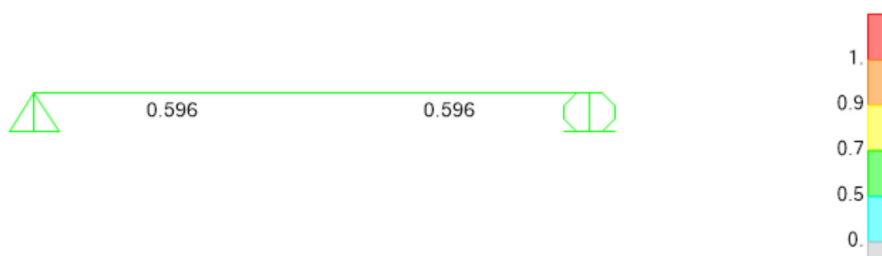
CARICHI:

	z	y	x		SLU
PESO PROPRIO					1.35
PERM PORT	2			kN/m	1.35
TRENO*	36			kN/m	1.45
SERP		55		kN	1.45
VENTO TRENO	8.5	3.2		kN/m	0.9
N GLOBALE			685	kN	1

*coeff. dinamico =1.5

VERIFICA IN COMBINAZIONE SLU:

Steel P-M Interaction Ratios (Italian NTC 2018)



La verifica risulta soddisfatta.

Nel dettaglio:

Italian NTC 2018 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 3 X Mid: 1.500 Combo: SLU Design Type: Beam
Length: 3.000 Y Mid: 0.000 Shape: HE600A Frame Type: DCH-MRF
Loc : 3.000 Z Mid: 0.000 Class: Class 1 Rolled : Yes

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
Consider Torsion? No
GammaM0=1.00 GammaM1=1.00 GammaM2=1.25
An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.950
Aeff=0.023 eNy=0.000 eNz=0.000
A=0.023 Iyy=0.001 iyy=0.250 Wel,yy=0.005 Weff,yy=0.005
It=4.070E-06 Izz=1.127E-04 izz=0.071 Wel,zz=7.513E-04 Weff,zz=7.513E-04
Iw=8.994E-06 Iyz=0.000 h=0.590 Wpl,yy=0.005 Av,y=0.016
E=210000000.0 fy=275000.000 fu=430000.000 Wpl,zz=0.001 Av,z=0.009

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
3.000	685.000	0.000	0.000	272.995	48.515	0.000

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

D/C Ratio: 0.596 = 0.000 + 0.338 + 0.258 < 0.950 OK
= NED/(Chi_z NRk/GammaM1) + kzy (My,Ed+NED eNy) / (Chi_LT My,Rk/GammaM1)
+ kzz (Mz,Ed+NED eNz) / (Mz,Rk/GammaM1) (NTC Eq C4.2.38)

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

Travata reticolare a via inferiore L=120 m singolo binario

Relazione di calcolo: Verifiche di Sicurezza con Treni Reali C3

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D	09	CL	VI0509	002	A	26 di 30

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity				
Axial	685.000	6215.000	6215.000				
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag		
	6215.000	6996.960	12548.048	12548.048	1.000		
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd	
Major (y-y)	a	0.210	81292.642	0.276	0.546	0.983	6108.887
MajorB (y-y)	a	0.210	81292.642	0.276	0.546	0.983	6108.887
Minor (z-z)	b	0.340	6488.442	0.979	1.111	0.611	3794.826
MinorB (z-z)	b	0.340	6488.442	0.979	1.111	0.611	3794.826
Torsional TF	b	0.340	12548.048	0.704	0.833	0.782	4857.488

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med, span Moment	Mm, Ed Moment	Meq, Ed Moment			
Major (y-y)	0.000	409.493	0.000	307.120			
Minor (z-z)	0.000	132.585	0.000	99.439			
	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity			
Major (y-y)	1471.250	1471.250	1471.250	1211.502			
Minor (z-z)	317.900	317.900	317.900				
LTB	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
	b	0.340	0.694	0.825	0.823	1.304	3056.960
Factors	kyy	kzy	kzy	kzz			
	0.800	0.372	1.000	0.620			

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Ted Torsion	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check
Major (z)	272.995	0.000	1472.603	0.185	OK
Minor (y)	48.515	0.000	2473.656	0.020	OK
Reduction	Vpl,Rd	Eta	LambdaBarW		
	1472.603	1.000	0.488		

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor Left	VMajor Right
Major (V2)	0.000	272.995

7.1.1.3 Traversi

Le sollecitazioni sono ricavate da modello locale del traverso con il coefficiente dinamico come definito al cap.4 e da modello globale per tener conto anche delle sollecitazioni globali.

Si riporta la verifica più gravosa.

TRAVERSO DI TESTATA		
<i>Caratteristiche del profilo forato</i>		
A_{NETTA}	m^2	0.041
$A_{anima,NETTA}$	m^2	0.0137
$A_{ali,NETTA}$	m^2	0.0272
$W_{x,NETTA}$	m^3	0.0139
$W_{y,LORDA}$	m^3	2.380E-03
<i>Locali</i>		
M_x	KNm	517
T_y	kN	318
σ_{Mx}	N/mm^2	37.15
τ_y	N/mm^2	23.22
$\sigma_{ID_}(anima-piatt.)$	N/mm^2	54.75
<i>Globali</i>		
N	KN	555
M_y	KNm	415.0
T_x	kN	184.0
σ_N	N/mm^2	13.57
σ_{My}	N/mm^2	174.37
τ_x	N/mm^2	6.76
σ_{tot}	N/mm^2	225.1
$\sigma_{ID_}(bordo ala)$	N/mm^2	225.4
$\gamma_{M0} =$	-	1.05
$f_{yk} =$	N/mm^2	275
$f_{yd} =$	N/mm^2	262
Verifica	soddisfatta	

TRAVERSO INTERMEDIO		
<i>Caratteristiche del profilo</i>		
A_{NETTA}	m^2	0.041
$A_{anima,NETTA}$	m^2	0.0137
$A_{ali,NETTA}$	m^2	0.0272
$W_{x,NETTA}$	m^3	0.0139
$W_{y,LORDA}$	m^3	2.380E-03
<i>Locali</i>		
M_x	KNm	818.5
T_y	kN	363.8
σ_{Mx}	N/mm^2	58.80
τ_y	N/mm^2	26.56
$\sigma_{ID_}(anima-piatt.)$	N/mm^2	74.66
<i>Globali</i>		
N	KN	1222
M_y	KNm	361.0
T_x	kN	160.0
σ_N	N/mm^2	29.88
σ_{My}	N/mm^2	151.68
τ_x	N/mm^2	5.88
σ_{tot}	N/mm^2	240.4
$\sigma_{ID_}(bordo ala)$	N/mm^2	240.6
$\gamma_{M0} =$	-	1.05
$f_{yk} =$	N/mm^2	275
$f_{yd} =$	N/mm^2	262
Verifica	soddisfatta	

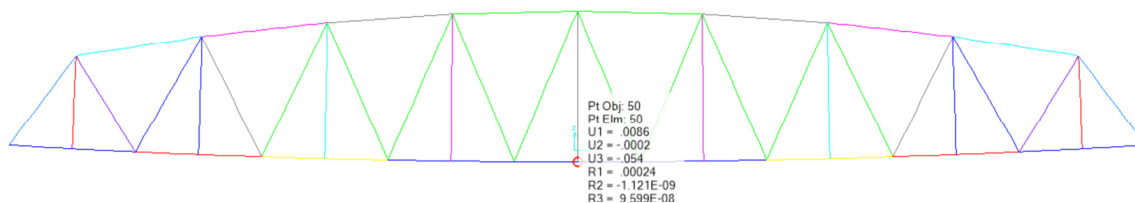
8 VERIFICHE SLE

8.1 Verifiche dell'inflessione impalcato nel piano verticale

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

È stato considerato agente il treno di carico C3 incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico.

C3



Abbassamento $54 < L/1000 = 109.8$ mm

Stati limite per il comfort dei passeggeri

$$\delta_v = 54\text{mm}$$

$$L / \delta_v = 109800 / 54 = 2033 > 1000$$

Verifica soddisfatta.

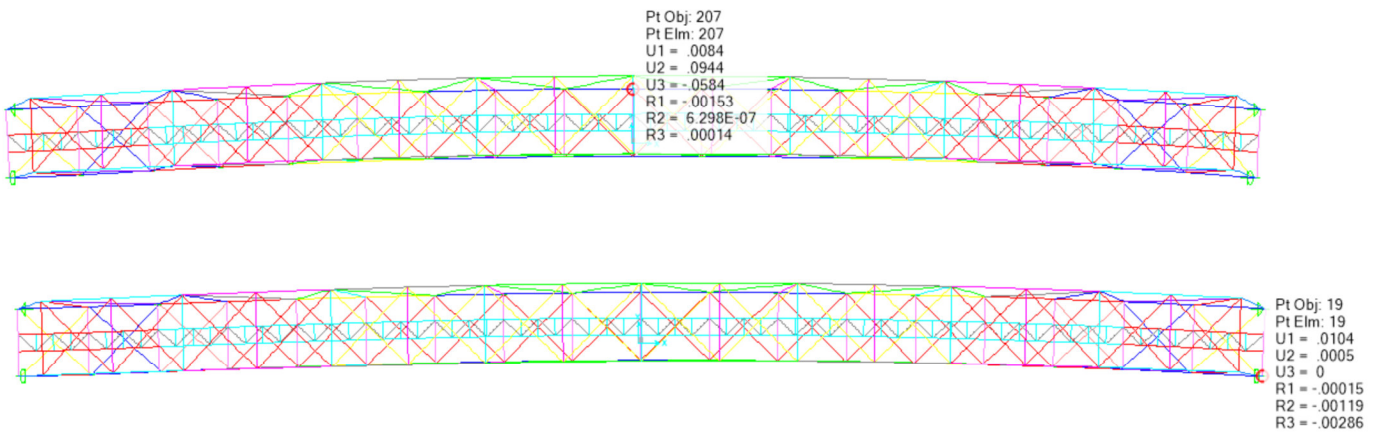
8.2 Verifiche dell'inflessione impalcato nel piano orizzontale

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

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

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

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



Ipotizzando una massima velocità di percorrenza del ponte risulta pari a 125 Km/h, è stato verificato che:

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

$$\delta_h = 94.4 \text{ mm}$$

RAGGIO MINIMO DI CURVATURA: $R = 15964\text{m} > 6000\text{m}$

VARIAZIONE ANGOLARE MASSIMA: $0.00119 < 0.002 \text{ rad}$

Verifiche soddisfatte.

9 CONCLUSIONI

Tenuto conto degli interventi previsti nell'ambito del progetto di miglioramento sismico (che prevede la modifica dei sistemi di vincolo), si ritiene che le verifiche di sicurezza secondo DM 17 gennaio 2018 condotte per l'impalcato con i Treni Reali C3 siano soddisfatte.

Il confronto tra le analisi dei carichi ha evidenziato che le azioni da traffico derivanti dal Treno di tipo A del 1945 sono superiori a quelle derivanti dal Treno Reale C3.