

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari

Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.

Il Direttore Tecnico
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data 17/03/2023

firma

Data 17/03/2023

firma



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I 0 B	0 2	E	Z Z	C L	V I 0 0 0 7	0 0 1	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	Morleo	Dicembre 2022	Martignoni	Dicembre 2022	Rinaldi	Dicembre 2022	
B	Prima emissione aggiornata	Morleo	28/06/23	Martignoni	29/06/23	Rinaldi	30/06/23	

File: LI0B.0.2.E.ZZ.CL.VI00.0.7.001.B.DOCX

n. Elab.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001	REV B

INDICE

1..PREMESSA	4
2..DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	5
3..DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	6
3.1 Normativa di riferimento.....	6
3.2 Normativa tecnica nazionale	7
3.3 Manuali ITF	7
3.4 Bibliografia e altri riferimenti.....	7
4..CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	8
4.1 Calcestruzzo.....	8
4.2 Acciaio.....	9
4.3 Durabilità dei materiali.....	10
5..APPROCCIO DI CALCOLO	13
5.1 Caratteristiche delle opere	13
5.2 Criteri generali di verifica.....	13
5.3 Software di calcolo.....	19
5.4 Validazione programmi di calcolo	21
6..VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	22
6.1 Elementi in cemento armato	22
7..FASI COSTRUTTIVE.....	26
8..GEOMETRIA DELL'IMPALCATO	27
8.1 Impalcato.....	27
8.2 Travi.....	28
9..ANALISI DEI CARICHI SOLETTA.....	31
9.1 Azioni variabili verticali da traffico ferroviario.....	32
9.2 Carichi sui marciapiedi.....	35
9.3 Carico eccezionale dovuto al deragliamentto.....	36
9.4 Carico eccezionale dovuto alla rottura della catenaria.....	38
9.5 Carico da vento sulla barriera antirumore	39
9.6 Azione aerodinamica da traffico ferroviario.....	41
10. COMBINAZIONI DI CARICO.....	43
10.1 Analisi fase 1.....	43

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	2

10.2	Analisi fase 2.....	43
11.	ANALISI SOLETTA.....	49
11.1	Metodo di calcolo.....	49
11.2	Analisi 1° fase.....	49
11.3	Verifiche strutturali 1° fase	52
11.4	Analisi 2° fase.....	53
11.5	Modello FEM soletta.....	53
11.6	Verifiche strutturali 2° fase	56
12.	ANALISI DEI CARICHI IMPALCATO.....	65
12.1	Azioni permanenti strutturali (G ₁).....	66
12.2	Azioni permanenti non strutturali (G ₂).....	72
12.3	Carichi verticali da treno.....	75
12.4	Deragliamenti	78
12.5	Azioni variabili orizzontali (Q)	79
12.6	Azione del vento (Q ₆).....	88
12.7	Azione sismica (E).....	96
12.8	Variazioni termiche	96
12.9	Attrito.....	96
12.10	Fenomeni lenti.....	97
13.	ANALISI IMPALCATO	104
13.1	Fasi di calcolo.....	104
13.2	Modelli di calcolo FEM.....	104
13.3	Risultati del modello FEM.....	107
13.4	Combinazioni di carico	120
14.	VERIFICHE TRAVI.....	126
14.2	Verifica agli stati limite ultimi.....	134
14.3	Armatura di connessione trave-soletta in sezione corrente d'appoggio.....	140
14.4	Verifica armatura ordinaria nelle testate di travi in c.a.p. a fili aderenti.....	141
14.5	Verifica lato calcestruzzo della zona di appoggio	144
14.6	Controllo delle armature nella zona di appoggio.....	145
14.7	Armatura al lembo inferiore nella zona di appoggio.....	149
15.	VERIFICHE TRAVERSI.....	151
15.1	Verifiche allo Stato Limite di Esercizio	151
15.2	Verifica allo Stato Limite Ultimo	156
15.3	Verifica a sollevamento.....	164
16.	VERIFICHE DI DEFORMAZIONE.....	167
16.1	Verifica deformazioni torsionali (sghembo)	167

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	3

16.2 Inflessione nel piano verticale dell'impalcato..... 168

16.3 Verifica stato limite di comfort..... 169

17. AZIONI SUGLI APPOGGI..... 170

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	4

1. PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto esecutivo del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al raddoppio ferroviario della Linea Bari - Pescara nella tratta Termoli - Ripalta, per uno sviluppo complessivo di 24.930,52 km.

L'opera oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientra fra quelle inserite nella categoria denominata "OPERE PRINCIPALI – PONTI E VIADOTTI".

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all'opera.

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	5

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche dell'impalcato in c.a.p. di campata 25 m in semplice appoggio. Il raggio di curvatura minimo nei tratti in viadotto è pari a 2200 m.

L'impalcato è costituito da 4 travi in C.A.P. a cassoncino prefabbricate (precompressione a fili aderenti) solidarizzate da 4 traversi (2 sull'asse-appoggi e 2 in campata), prefabbricati insieme alle travi e da una soletta superiore in c.a. gettata in opera con una larghezza complessiva pari a 13.70 m su cui gravano 2 binari posti ad interasse pari a 4 m, in maniera simmetrica rispetto alla mezzzeria del viadotto.

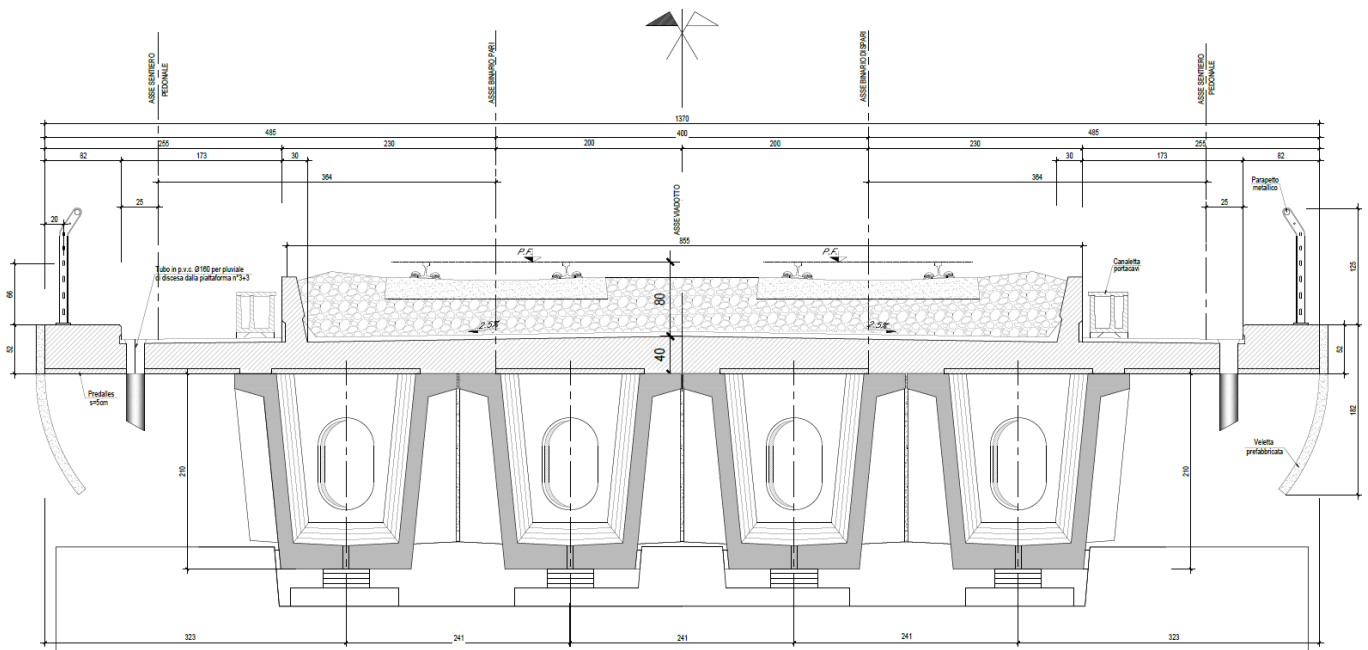


Figura 1 – Sezione trasversale impalcato tipo

Lo schema dei vincoli prevede per ogni campata:

- due appoggi fissi a rigidità variabile e due multidirezionali su un lato;
- un appoggio unidirezionale (scorrevoli in senso longitudinale) e tre multidirezionali sul lato opposto.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	6

3. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1.1 Specifiche tecniche interoperabilità ferroviarie

[1] Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea.

3.1.2 Materiali

[2] UNI 11104: 2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206”;

[3] UNI EN 206: 2014 – “Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;

3.1.3 Costruzioni in c.a. e acciaio

Eurocodice 1 - “Azioni sulle strutture”

[4] UNI EN 1991-1-4:2010 – “Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento”;

[5] UNI EN 1991-1-5:2004 – “Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche”;

[6] UNI EN 1991-1-7:2014 – “Parte 1-7: Azioni in generale - Azioni eccezionali”;

[7] UNI EN 1991-2:2005 – “Parte 2: Carichi da traffico sui ponti”;

Eurocodice 2 - “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”

[8] UNI EN 1992-1-1:2015 – “Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;

[9] UNI EN 1992-2:2006 – “Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi”;

Eurocodice 3 - “Progettazione delle strutture in acciaio”

[10] UNI EN 1993-1-1:2014 – “Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;

[11] UNI EN 1993-1-3:2007 – “Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo”;

3.1.4 Sismica

Eurocodice 8 – “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”

[12] UNI EN 1998-1:2013 – “Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”;

[13] UNI EN 1998-2:2011 – “Parte 2: Ponti”;

[14] UNI EN 1998-5:2005 – “Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	7

3.2 NORMATIVA TECNICA NAZIONALE

- [15] Legge 5 Novembre 1971 n°1086 – “Norme per la disciplina delle opere in calcestruzzo cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- [16] Legge 2 Febbraio 1974 n°64 - “Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- [17] D.M. 14/01/2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”;
- [18] Circolare LL.PP. n°617 02/02/2009 - “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”.

3.3 MANUALI ITF

- [19] RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di progettazione delle opere Civili;
- [20] RFI DTC SI SP IFS 001 C – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili;
- [21] RFI DINIC MA PO 00 001 B - Manuale di progettazione Ponti
- [22] RFI DTC ICI PO SP INF 001 A - Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari del 12/10/2009
- [23] RFI DINIC MA PO 00 001 C - Prescrizioni tecniche per la progettazione esecutiva ponti Vol.1 e vol.2
- [24] RFI DTC INC PO SP IFS 003 A - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- [25] RFI DTC INC PO SP IFS 005 A - Specifica per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti negli impalcati ferroviari e cavalcavia.

3.4 BIBLIOGRAFIA E ALTRI RIFERIMENTI

- [26] Migliacci – F. Mola – “Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.” - Masson Italia Editori 1985

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	8

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per gli elementi strutturali in cemento armato è previsto l'impiego dei seguenti materiali.

4.1 CALCESTRUZZO

4.1.1 Calcestruzzo per soletta

Classe minima	C32/40		
Classe di esposizione ambientale	XC4 – XS1		
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	R_{ck}	≥ 40	MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} * 0.83 =$	33.20	MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41.20	MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 * (f_{cm}/10)^{0.3} =$	33643	MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 * (f_{ck})^{2/3} =$	3.10	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$	2.17	MPa

Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1.5	
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c =$	18.81	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.45	MPa
Valore ultimo della deformazione a compressione	$\epsilon_{cu} =$	3.5 ‰	

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.55 * f_{ck} =$	19.92	MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.	$\sigma_c = 0.40 * f_{ck} =$	14.94	Mpa

4.1.2 Calcestruzzo per travi prefabbricate impalcato e traversi– C45/55

Classe minima	C45/55		
Classe di esposizione ambientale	XC3 – XS1		
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	R_{ck}	≥ 55	MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} * 0.83 =$	45.65	MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	53.65	MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 * (f_{cm}/10)^{0.3} =$	36416	MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 * (f_{ck})^{2/3} =$	3.83	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$	2.68	MPa

Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1.5	
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c =$	25.86	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.79	MPa
Valore ultimo della deformazione a compressione	$\epsilon_{cu} =$	3.5 ‰	

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.55 * f_{ck} =$	27.39	MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.	$\sigma_c = 0.40 * f_{ck} =$	20.54	Mpa

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	9

4.2 ACCIAIO

4.2.1 Acciaio in barre per calcestruzzo armato – B450C (Reti elettrosaldate – B450A)

Classe	B450C (B450A)		
Tensione caratteristica di rottura a trazione	$f_{tk} =$	≥ 540	MPa
Tensione caratteristica di snervamento a trazione	$f_{yk} =$	≥ 450	MPa
Modulo elastico	$E_s =$	200000	MPa
<u>Stato limite ultimo</u>			
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.15	
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	391.30	MPa
Valore ultimo della deformazione a trazione	$\epsilon_{cu} = 10 \%$		
<u>Stato limite di esercizio</u>			
Tensione max di trazione	$\sigma_s = 0.75 * f_{yk} =$	360.00	Mpa

4.2.2 Acciaio per pretensione

Classe	Acciaio per c.a.p.		
Trefoli diametro 0.6"			
Area del singolo trefolo	$A_s =$	1.39	cm ²
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{p(1)k} \geq$	1670	MPa
Tensione caratteristica a rottura	$f_{ptk} \geq$	1860	MPa
Modulo elastico di calcolo	$E_s =$	195000	MPa
Tensione massima iniziale (tesatura)	$\sigma_{spi} = 0.80 * f_{ptk} =$	1488.00	MPa
Tensione massima in esercizio	$\sigma_{sp} = 0.80 * f_{p(1)k} =$	1336.00	MPa

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	10

4.3 DURABILITÀ DEI MATERIALI

4.3.1 Conglomerati cementizi

Le classi di esposizione e le conseguenti limitazioni sulla composizione del calcestruzzo sono state ricavate ai sensi della normativa UNI EN 206: 2016 e UNI 11104: 2016, delle istruzioni contenute nella C.M. n°617 per l'applicazione delle NTC 2008, a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

A seconda dell'esposizione ambientale, per opere con $V_N = 50$ anni la circolare al punto §C4.1.6.1.3 impone il rispetto dei limiti di copriferro riportati nella tabella successiva.

Per classi di resistenza inferiori a C_{min} i valori sono da aumentare di $\Delta c_{min} = +5$ mm.

Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di $\Delta c_{min} = -5$ mm.

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa Δc_{dev} .

Nella norma UNI EN 1992-1-1 sono indicati al §4.4.1.3 i metodi per la valutazione rigorosa dei copriferri in base alla tipologia di armature e altre particolari specifiche di dettaglio previste in progetto.

Nelle tabelle seguenti si indicano i copriferri nominali c_{nom} e i parametri di mix design minimi richiesti dalle normative per ottenere le prestazioni di durabilità minime di progetto.

UNI 11104:2016		Classi di esposizione																	
		Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotte dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotte da cloruri						Attacchi da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
			Acqua di mare		Cloruri provenienti da altre fonti				XF1		XF2		XF3		XA1				
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto a/c	-	0,80			0,55	0,50	0,50	0,45		0,55	0,50	0,45	0,50	0,50		0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C30/37	C32/40	C32/40	C35/45	C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C30/37	C30/37	C32/40	C35/45	C30/37	C32/40	C35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300			320	340	340	360		320	340	360	320	340		360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)												b)	4,0 a)						
Altri requisiti						E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare a secondo UNI 9156						E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente solfati nei limiti del prospetto 2 della all'acqua di mare adeguata resistenza al UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati. c)			

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CENrS 12390 -9, UNI CENrR 15177 o UNI 7087 per la relativa classe di esposizione. 11 valore minima di aria inglobata del 4% può ritenersi adeguato per calcestruzzi specificati con b) Dupper >20mm; per Dupper inferiori limite minima andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per Dupper tra 12 mm e 16 mm).
 Qualora si ritenga opportuno impiegare calcestruzzo aerato anche in classe di esposizione XF1 si adottano le specifiche di composizione prescritte per le classi XF2 e XF3.
 c) Cementi resistenti ai solfati sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI9156 classifica i cementi resistenti ai solfati in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza solfatica. La classe di resistenza solfatica del cemento deve essere prescelta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11417-1.
 d) Quando si applica il concetto di valore k, il rapporto massimo a/c e il contenuto minima di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.

Tabella 1 - Prospetto requisiti di mix-design (UNI 11104)

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

C_{min}	C_o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

La classe di resistenza minima C_{min} indicata in tabella deve comunque intendersi riferita alla pertinente classe di esposizione di cui alla UNI EN 206:2016 richiamata nella Tabella 4.1.III delle NTC.

Tabella 2 - Copriferri minimi in mm ($V_N = 50$ anni)

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 3 - Condizioni ambientali e classi di esposizione

NOME: SOLETTA E CORDOLI	REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)	Rev. 00.1	
CLASSE DI ESPOSIZIONE			
Corrosione da carbonatazione	XC4	Ambiente ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua. Cls in esterni con superfici soggette ad alternanze di ambiente secco ed acquoso o saturo d'acqua. Cls ciclicamente esposto all'acqua in condizioni che non ricadono nella classe XC2.	
Corrosione da cloruri	XS1	Ambiente di aria che trasporta salsedine marina in assenza di contatto con l'acqua di mare. Cls di strutture in zone costiere.	
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)			
	XC4	XS1	Mix design di progetto: XC4+XS1 0,5 C32/40 340 - - - SI
Rapporto max A/C	0,50	0,50	
Classe di resistenza minima	C32/40	C32/40	
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	340	340	
Contenuto minimo di aria (%)	-	-	
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-	-	
Cemento resistente ai solfati	-	-	
Cemento resistente all'acqua di mare	-	SI	
COPRIFERRO NOMINALE			
$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$ $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$		(Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1) (Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)	
- Margine di scostamento Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		Δc_{dev} (mm) 5	
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)		$c_{min,b}$ (mm) 22	
Tipo di acciaio	Ordinario		
\varnothing (mm)	22	diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)	
D_{upper} (mm)	20	dimensione max aggregato	
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2018)		$c_{min,dur}$ (mm) 30	
Ambiente Aggressivo			
Vita nominale	75	valori tabella +5 mm	
Controllo qualità speciale cls	SI	valori tabella -5 mm	
Elemento a piastra	SI		
		C C32/40 Classe di resistenza utilizzata	
		C_0 C40/50	
		C_{min} C30/37	
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive	Gruppo di esigenza B	Copriferro nominale c_{nom} (mm) 35

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro <small>GROUP</small>		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	12

NOME: TRAVI C.A.P		REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)						Rev. 00.1	
CLASSE DI ESPOSIZIONE									
Corrosione da carbonatazione		XC3	Ambiente con moderata o alta umidità dell'aria. Cls in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità dell'aria da moderata ad alta.						
Corrosione da cloruri marini		XS1	Ambiente di aria che trasporta salsedine marina in assenza di contatto con l'acqua di mare. Cls di strutture in zone costiere.						
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)									
		XC3		XS1				Mix design di progetto:	
	Rapporto max A/C	0,55		0,50				XC3+XS1	
	Classe di resistenza minima	C30/37		C32/40				0,5	
	Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	320		340				C32/40	
	Contenuto minimo di aria (%)	-		-				340	
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)		-		-				-	
Cemento resistente ai solfati		-		-				-	
Cemento resistente all'acqua di mare		-		SI				SI	
COPRIFERRO NOMINALE									
$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$				(Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1)					
$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$				(Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)					
- Margine di scostamento Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)								Δc_{dev} (mm)	5
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)								$c_{min,b}$ (mm)	22,86
Tipo di acciaio		Preteso							
\varnothing (mm)		15,24		diametro singolo trefolo					
D_{upper} (mm)		20		dimensione max aggregato					
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2018)								$c_{min,dur}$ (mm)	40
Ambiente Aggressivo									
Vita nominale		75	valori tabella +5 mm		C	C45/55	Classe di resistenza utilizzata		
Controllo qualità speciale cls		SI	valori tabella -5 mm		C₀	C40/50			
Elemento a piastra		NO			C_{min}	C30/37			

NTC 2008 Condizioni ambientali Aggressive Gruppo di esigenza B Copriferro nominale c_{nom} (mm) 45

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	13

5. APPROCCIO DI CALCOLO

5.1 CARATTERISTICHE DELLE OPERE

Le opere oggetto della presente relazione sono state progettate e calcolate secondo i metodi della scienza delle costruzioni, adottando per le verifiche il criterio degli stati limite (S.L.).

I criteri generali di sicurezza, le azioni di calcolo e le caratteristiche dei materiali sono stati assunti in conformità con il D.M. 14.01.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” e relativa circolare esplicativa (Circolare 02.02.2009 n. 617/C.S.LL.PP.).

Con riferimento alle NTC, per le opere in oggetto si considerano i seguenti parametri di calcolo:

Vita nominale	$V_N = 75$ anni (§ 2.4.1 “Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari”)
Classe d’uso	III (§ 2.4.2, “Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d’uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.”)
Coefficiente d’uso	$C_U = 1.5$
Periodo di riferimento	$V_R = V_N \cdot C_U = 112.5$ anni

5.2 CRITERI GENERALI DI VERIFICA

In accordo con quanto definito nel §2.3 delle NTC 2008, devono essere svolte le verifiche di sicurezza e delle prestazioni attese per Stati Limite Ultimi (SLU) e Stati Limite d’Esercizio (SLE) secondo opportune combinazioni di carico delle azioni.

5.2.1 Combinazioni di carico

Come riportato al §2.5.3 delle NTC 2008, si considerano le seguenti combinazioni delle azioni:

$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \sum_{j=3}^n \psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione fondamentale SLU
$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \sum_{j=3}^n \psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione caratteristica rara SLE
$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione frequente SLE
$G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione quasi permanente SLE
$E + G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione sismica SLE e SLU
$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione eccezionale SLU
G_1	Masse dei pesi propri strutturali
G_2	Masse dei carichi permanenti non strutturali
P	Precompressione e pretensione
Q_{ki}	Masse dei carichi accidentali
E	Azione sismica

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	14

A_d

ψ_0, ψ_1, ψ_2

Azione eccezionale

Coefficienti di contemporaneità delle
azioni

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	15

5.2.2 Stati limite ultimi

Come riportato al §2.3 del [17], per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

$$E_d = E(\gamma_F \cdot F_k; X_k / \gamma_M; a_d)$$

$$R_d = R(\gamma_F \cdot F_k; X_k / \gamma_M; a_d)$$

$$\gamma_F \cdot F_k$$

$$X_k / \gamma_M$$

$$a_d$$

$$\gamma_M$$

Valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

Valore di progetto della resistenza del sistema
geotecnico

Azioni di progetto

Proprietà del materiale di progetto

Geometria di progetto

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

stato limite di equilibrio come corpo rigido: **EQU**

stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: **STR**

stato limite di resistenza del terreno: **GEO**

5.2.3 Strutture non geotecniche

Fatte salve le prescrizioni specifiche e con riferimento alle tabelle seguenti, per la progettazione di componenti strutturali che non coinvolgano azioni di tipo geotecnico, i valori dei coefficienti parziali γ_F da assumersi per la determinazione degli effetti delle azioni per le verifiche di equilibrio (SLU EQU) sono quelle della colonna EQU mentre per le verifiche strutturali (SLU STR) sono quelle della colonna A1.

Tab. 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)	1,0	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,0	0,0	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,0	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

(1) Includendo tutti i valori (F; a; etc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1.0), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1,2 e 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali

I valori campiti in grigio rappresentano l'azione dominante.

Tabella 4 – Schema dei gruppi di combinazioni per azioni di traffico per ponti ferroviari (NTC 2008)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	16

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ced}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

⁽⁵⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁶⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 5 - Coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche SLU (NTC 2008) – Ponti ferroviari

Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione Ψ delle azioni

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti Ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 6 - Coefficienti di contemporaneità delle azioni nelle verifiche SLU (NTC 2008) – Ponti ferroviari

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	17

5.2.4 Stati limite di esercizio

Come riportato al §6.2.4.3 e §5.1.4.2 del [17], la verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale. Si dovrà verificare che sia:

$$E_d \leq C_d$$

$$E_d = E(\gamma_F \cdot F_k; X_k / \gamma_M; a_d)$$

$$C_d = C(\gamma_F \cdot F_k; X_k / \gamma_M; a_d)$$

Valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

Valore nominale o funzione di certe proprietà dei materiali legate agli effetti progettuali delle azioni considerate

All'interno del progetto devono essere quindi definite le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili per l'opera e le prestazioni attese.

Il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni deve essere stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione e di tutte le costruzioni che interagiscono con le opere geotecniche in progetto, tenendo conto della durata dei carichi applicati.

5.2.5 Stati limite ultimi e di esercizio sismici

Con riferimento al §3.2.1 delle NTC 2008, nei confronti delle azioni sismiche, sia gli Stati limite di esercizio (SLE) che gli Stati limite ultimi (SLU) sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

- *Stato Limite di Operatività (SLO)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- *Stato Limite di Danno (SLD)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

- *Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- *Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	18

Con riferimento al §3.2.1 delle NTC 2008, per tutti gli elementi strutturali primari e secondari, gli elementi non strutturali e gli impianti si deve verificare che il valore di ciascuna domanda di progetto, definito dalla tabella 7.3.III per ciascuno degli stati limite richiesti, sia inferiore al corrispondente valore della capacità di progetto. Le verifiche degli *elementi strutturali primari (ST)* si eseguono, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU):

- nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, in termini di *rigidezza (RIG)* e di *resistenza (RES)*, senza applicare le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità;
- nel caso di comportamento strutturale dissipativo, in termini di *rigidezza (RIG)*, di *resistenza (RES)* e di *duttilità (DUT)* (quando richiesto), applicando le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità.

Le verifiche degli elementi strutturali secondari si effettuano solo in termini di duttilità, mentre le verifiche degli *elementi non strutturali (NS)* e degli *impianti (IM)* si effettuano in termini di *funzionamento (FUN)* e *stabilità (STA)*, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU).

Per le verifiche dettagliate di ogni parte strutturale si rimanda al capitolo §7 delle NTC 2008.

Tab. 7.3.III – Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM ^(*)
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT ^(**)			DUT ^(**)		

^(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

^(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

Tabella 7 – Schema delle verifiche da attuare per gli elementi strutturali primari in base alla tipologia, allo stato

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	19

5.3 SOFTWARE DI CALCOLO

Sono stati utilizzati i programmi di calcolo elencati nel seguito. La scrivente ha esaminato preliminarmente la documentazione a corredo dei software per valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. Tale documentazione, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati. Il sottoscritto, inoltre, ha verificato l'affidabilità dei codici di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

5.3.1 Analisi strutturale generica

Titolo:



Caratteristiche: Programma di calcolo strutturale agli elementi finiti che esegue il calcolo di strutture spaziali composte da elementi mono e/o bidimensionali anche con non linearità di materiale o con effetti dinamici

Autore: G + D Computing Pty Limited - Sidney NSW 2000 Australia

Distribuzione: HSH srl - Padova Italia

Versione: 2.4.6

5.3.2 Verifiche sezioni strutturali

Titolo:



Caratteristiche: Programma per la verifica di sezioni generiche

Autore: Aztec Informatica – Casole Bruzio, Cosenza

Distribuzione: Aztec Informatica S.r.l.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	20

Versione: 10.05a

Titolo:

Sezione generica in C.A. e C.A.P.
VERIFICHE A PRESSO-FLESSIONE
Stato Limite Ultimo
Metodo n
Progetto a flessione e taglio di sezione rettangolare
Progetto pilastri in zona sismica

Il modulo Progetto Sezione Rettangolare è stato sviluppato nella tesi di laurea dell'Ing. Davide Pari (2001)

Il modulo Sismica è stato parzialmente sviluppato nella tesi di laurea degli Ingg. Alberto Antonini e Giovanni Tanghetti (2006)

by Prof. Piero Gelfi
VERSIONE 7.8 (novembre 2021)

Aggiornamento sviluppato da Ing. Paolo Bertacchini con il supporto dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Brescia.
 Supervisione Prof. Giovanni Metelli.

free distribution
vietata la vendita

Caratteristiche: Programma per la verifica di sezioni generiche

Autore: Prof. Piero Gelfi

Distribuzione: Distribuzione libera

Versione: 7.8

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	21

5.4 VALIDAZIONE PROGRAMMI DI CALCOLO

5.4.1 Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Ai sensi del §10.2 delle NTC 2008 si dichiara quanto segue.

5.4.2 Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di più codici di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. Per quanto riguarda i criteri di modellazione e le caratteristiche dei programmi utilizzati si rimanda ai relativi paragrafi.

5.4.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. L'affidabilità e la robustezza dei codici di calcolo sono garantite attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

5.4.4 Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

5.4.5 Informazioni generali sull'elaborazione

I software prevedono una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

5.4.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	22

6. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

6.1 ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO

6.1.1 Stati Limite Ultimi strutturali (SLU STR)

Come riportato al §2.3 delle NTC 2008, per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

$E_d = E(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d)$ Valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

$R_d = R(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d)$ Valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

$Y_F \cdot F_k$ Azioni di progetto

X_k / Y_M Proprietà del materiale di progetto

a_d Geometria di progetto

Y_M Coefficiente parziale di sicurezza del materiale

6.1.1.0 Verifica a presso/tenso flessione

Come previsto al §4.1.2.1.2.4 delle [17] con riferimento alla generica sezione, la verifica di resistenza allo SLU si esegue controllando che:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

M_{Rd} Valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed}

N_{Ed} Valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale)

M_{Ed} Valore di calcolo della componente flettente dell'azione

6.1.1.1 Verifica a taglio

Secondo quanto previsto §4.1.2.1.3 delle [15], indicato con V_{Ed} il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente allo SLU, si verifica in generale che risulti:

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

Elementi senza armature resistenti a taglio

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left(0.18 \cdot k \cdot \frac{\sqrt{100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d; (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\} \quad \text{Resistenza di calcolo a taglio}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot \sqrt{k^3} \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02 \quad \text{Rapporto percentuale armatura in zona tesa } A_{sl}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 \cdot f_{cd} \quad \text{Tensione media di compressione nella sezione}$$

d Altezza utile della sezione (mm)

b_w Larghezza minima della sezione (mm)

Elementi provvisti di armature resistenti a taglio

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	23

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,max})$$

Resistenza di calcolo a taglio

$$V_{Rd,s} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$$

Resistenza a taglio-trazione

$$V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\cot \alpha + \cot \theta)}{1 + \cot^2 \theta}$$

Resistenza a taglio-compresione

θ

Inclinazione puntoni di cls rispetto asse elemento ($1 \leq \cot \theta \leq 2.5$)

α

Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto asse elemento

A_{sw}

Area dell'armatura trasversale

s

Interasse tra due armature trasversali consecutive

$$f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$$

Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

α_c

Coefficienti maggiorativi pari a:

1	per membrane non compresse
$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 \cdot f_{cd}$
1.25	per $0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} < 0.50 \cdot f_{cd}$
$2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$	per $0.50 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} < f_{cd}$

6.1.2 Stati Limite Ultimi di esercizio (SLE STR, SLD)

6.1.2.9 Limiti tensionali in esercizio

Come riportato al §6.2.4.3 e §5.1.4.2 delle NTC 2008, la verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale. Si dovrà verificare che sia:

$$E_d \leq C_d$$

$$E_d = E(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d) \quad \text{Valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione}$$

$$C_d = C(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d) \quad \text{Valore nominale o funzione di certe proprietà dei materiali legate agli effetti progettuali delle azioni considerate}$$

Le verifiche si risolvono nel controllare che i valori di tensione nei materiali siano inferiori ai valori limite delle tensioni riportati al paragrafo 2.5.1.8.3.2.1 del [19]:

Calcestruzzo compresso	Combinazione rara	$\sigma_c < 0.55 \cdot f_{ck}$
	Combinazione quasi permanente	$\sigma_c < 0.40 \cdot f_{ck}$
Acciaio teso	Combinazione rara	$\sigma_s < 0.75 \cdot f_{yk}$

6.1.2.10 Verifiche agli Stati Limite di Fessurazione

Viene eseguita la verifica allo stato limite di apertura delle fessure con riferimento al §4.1.2.2.4 delle NTC 2008. Prima di procedere alle verifiche a fessurazione è necessario definire delle apposite combinazioni di carico ed effettuare una valutazione relativa al grado di protezione delle armature metalliche contro la corrosione (in termini di condizioni ambientali e sensibilità delle armature stesse alla corrosione). Si distinguono i seguenti casi:

Combinazioni di azioni	Rara (RA)
	Quasi Permanente (QP)
Condizioni ambientali	Ordinarie (Gruppo A)
	Aggressive (Gruppo B)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	24

Molto aggressive (Gruppo C)

Sensibilità delle armature alla corrosione Sensibili (acciai da precompresso)
 Poco sensibili (acciai ordinari)

Stato limite
 Apertura fessure (AF)
 Formazione fessure (FF)
 Decompressione (D)

Apertura delle fessure
 $w_1 = 0.20 \text{ mm}$
 $w_2 = 0.30 \text{ mm}$
 $w_3 = 0.40 \text{ mm}$

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 8 - Condizioni ambientali e classi di esposizione secondo NTC 2008

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_k	Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Tabella 9 - Stati limite di fessurazione secondo NTC 2008

Il calcolo, condotto con riferimento alla procedura analitica prevista al §C4.1.2.2.4 del [18], prevede i seguenti passaggi:

- Valutazione della distanza media tra le fessure (Δ_{sm});
- Valutazione della deformazione media delle barre d'armatura (ε_{sm});
- Valutazione dell'ampiezza delle fessure (valore medio w_m e valore di calcolo w_k).

Come riportato al paragrafo 2.5.1.8.3.2.4 del [19] la verifica allo stato limite di apertura delle fessure viene calcolata con la combinazione caratteristica (rara) nei riguardi dello stato limite di esercizio. I limiti per l'apertura convenzionale delle fessure vengono valutati secondo le condizioni ambientali della struttura.

La verifica dell'ampiezza di fessurazione può anche essere condotta senza calcolo diretto, limitando la tensione di trazione nell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente, ad un massimo correlato al diametro delle barre ed alla loro spaziatura. Si distinguono i seguenti casi:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.T.F.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	25

Elemento strutturale	Classi di esposizione	Gruppo di esigenza	Condizioni ambientali	Combinaz. di azioni	Stato limite	w_k
Soletta	XC4 - XS1	B	Aggressive	FR	AF	$\leq w_2 = 0.30 \text{ mm}$
				QP	AF	$\leq w_1 = 0.20 \text{ mm}$
Travi c.a.p.	XC3 - XS1	B	Aggressive	FR	AF	$\leq w_1 = 0.20 \text{ mm}$
				QP	DEC	-

Tabella 10 – Riepilogo stati limite di fessurazione di verifica

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	26

7. FASI COSTRUTTIVE

Sono previste le seguenti fasi di costruzione:

- Fase 1:** posizionamento apparecchi di appoggio;
- Fase 2.1:** varo delle travi centrali stabilizzate mediante ritegni verticali da posizionarsi sotto i traversi (2+2 per ogni trave);
- Fase 2.2:** varo delle travi di bordo stabilizzate ognuna mediante 2+2 ritegni verticali da posizionarsi sotto i traversi sia internamente che esternamente all'asse appoggi;
- Fase 3:** inserimento tubi in gomma nelle guaine dei traversi e loro gonfiaggio;
- Fase 4:** sigillatura dei traversi, sgonfiaggio tubi in gomma e loro sfilaggio;
- Fase 5:** inserimento cavi di precompressione nei traversi:
- tesatura al 10% dei cavi nei traversi e sbloccaggio degli apparecchi di appoggio;
 - completamento tesatura contemporanea dei 2 cavi dei traversi di testata;
 - completamento tesatura contemporanea dei 2 cavi dei traversi di campata;
 - iniezione delle guaine sottovuoto;
- Fase 6:** inghisaggio zanche inferiori appoggi e loro bloccaggio;
- Fase 7:** posa in opera delle predalles e sigillatura elementi contigui con mastice;
- Fase 8:** getto soletta non oltre 150 giorni dal getto della trave;
- Fase 9:** getto cordoli e muretto paraballast e posizionamento scala di accesso al pulvino della pila;
- Fase 10:** opere di finitura.

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	27

8. GEOMETRIA DELL'IMPALCATO

8.1 IMPALCATO

Di seguito si riporta una descrizione della geometria della sezione trasversale e longitudinale dell'impalcato.

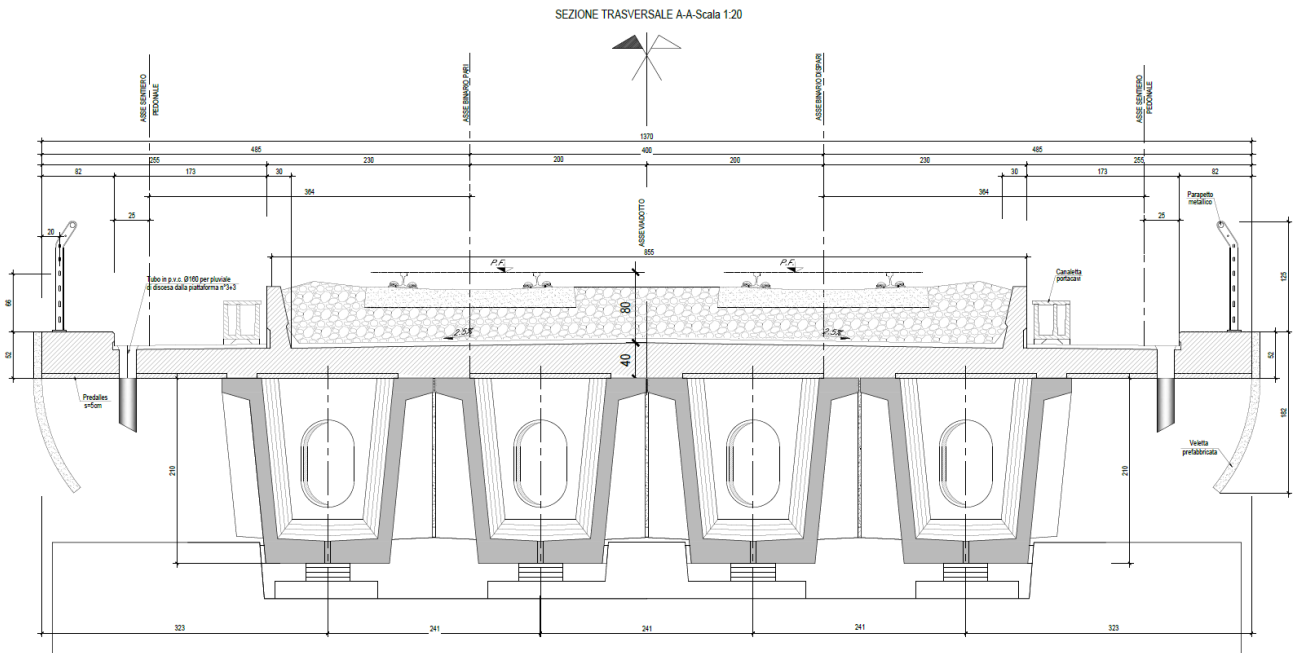


Figura 2 – Sezione trasversale impalcato

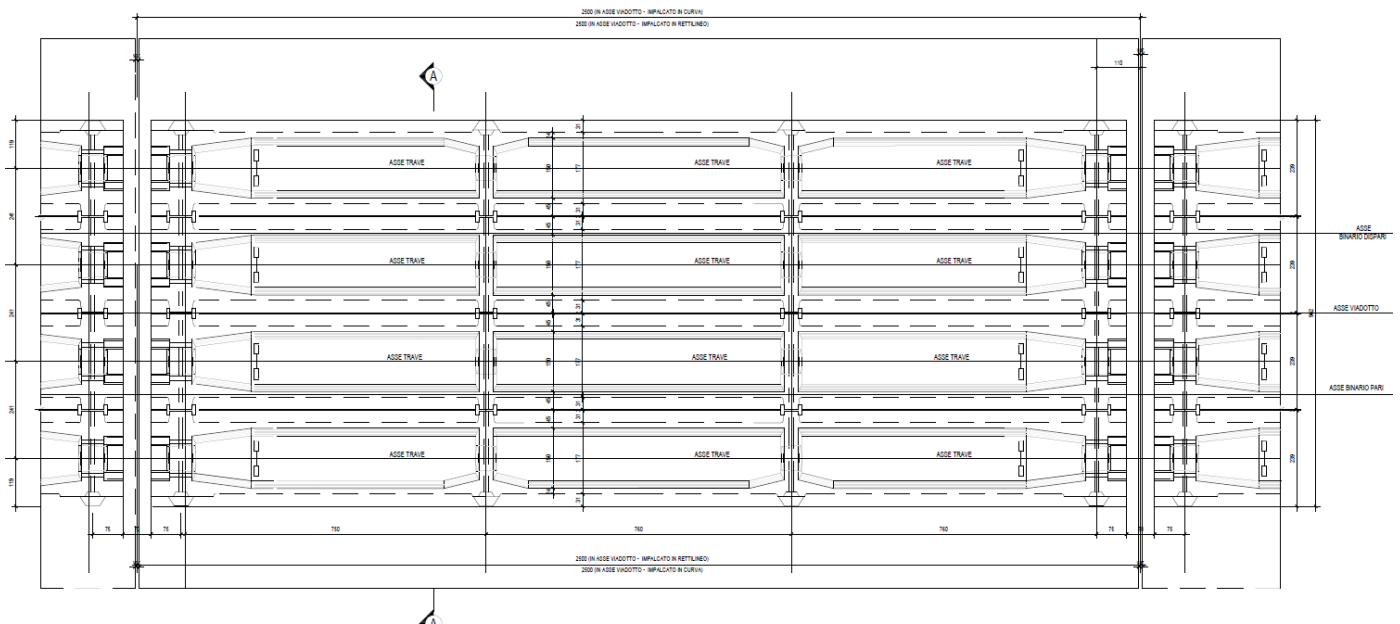


Figura 3 – Pianta sezione tipo impalcato

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L. MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	29

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE		
A =	1.0941	m ²
I _{xx} =	0,5861	m ⁴

Per la trave di verifica (trave di bordo) si adotta una larghezza collaborante $b = i = 2.41$ m, essendo "i" l'interasse delle travi, trascurando quindi, in favore di sicurezza, la parte di soletta a sbalzo.

Le caratteristiche della sezione mista trave+soletta sono calcolate assumendo per il modulo elastico del calcestruzzo i seguenti valori:

$$E_p = (\text{modulo elastico travi pref.}) = 36416 \text{ MPa}$$

$$E_s = (\text{modulo elastico soletta}) = 33643 \text{ MPa}$$

da cui deriva il valore del coefficiente di omogeneizzazione

$$n = E_s/E_p = 0.92.$$

L'inerzia torsionale della sezione mista è valutata con la teoria approssimata di Bredt.

Nel calcolo delle caratteristiche della sezione omogeneizzata non si considera il contributo del calcestruzzo delle predalles, dato che non sono collaboranti in direzione longitudinale.

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE OMOGENEIZZATA			
A =	1.932	m ²	area
J =	1.495	m ⁴	momento di inerzia rispetto all'asse orizzontale
y _G =	1.452	m	distanza del baricentro dal lembo inferiore

Si descrive lo schema di precompressione, ottenuto con l'impiego di 74 trefoli con diametro \varnothing pari a 0,6".

Posizione n°	Area trefolo (cm ²)	N° trefoli
1	1,39	48
2	1,39	6
3	1,39	12
4	1,39	8

Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	30

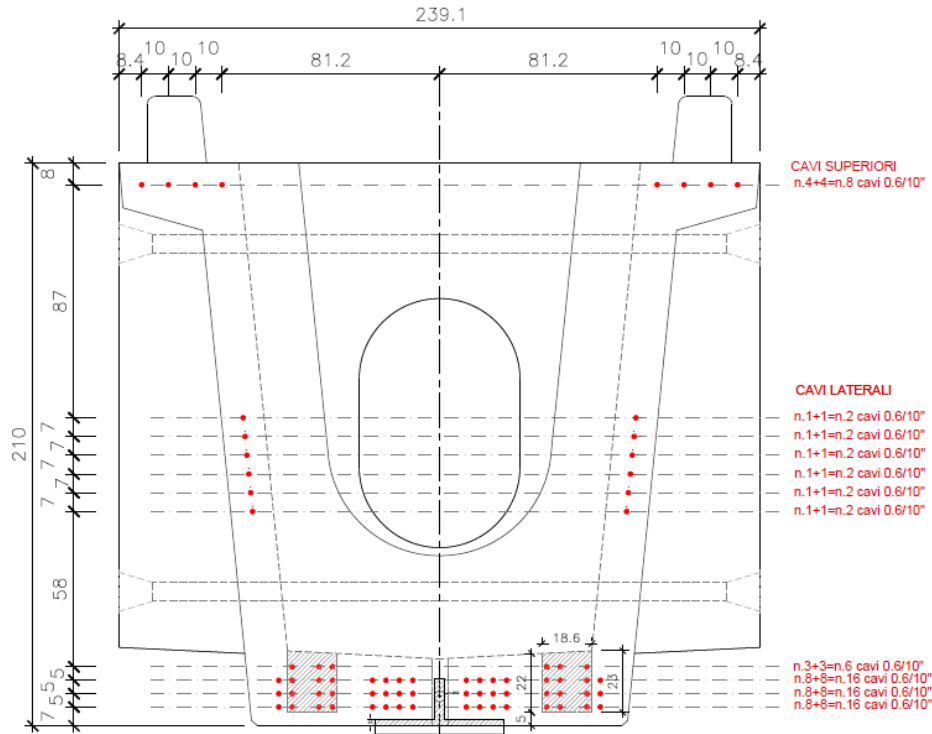


Figura 6 – Sezione trave - Particolare armatura precompressione

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HY pro S.T.F.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

9. ANALISI DEI CARICHI SOLETTA

Si riporta a seguire l'analisi dei carichi agenti sulla soletta e sulle predalles, in termini di pesi propri strutturali e non strutturali e carichi accidentali.

Le predalles hanno spessore 5 cm e sono poggiate isostaticamente sulle travi principali. La soletta è caratterizzata da uno spessore variabile. Al netto dello spessore delle predalles (pari a 5 cm), quello della soletta si assume pari a 35 cm in corrispondenza della mezzeria della sezione trasversale dell'impalcato, e pari a 25 cm all'interfaccia con il cordolo, con una pendenza dell'1.5%. Conseguentemente, a causa della variabilità della sezione, il peso proprio della soletta è da considerarsi come un carico distribuito trapezoidale.

$g_{1,p} = (0.05\text{m} \cdot 1.20\text{m}) \cdot 25\text{kN/m}^3 = 1.5 \text{ kN/m}$	Peso proprio predalles / lastra
$g_{1,s/p} = (0,25 \text{ m} \cdot 1.2 \text{ m}) \cdot 25\text{kN/m}^3 = 7.5 \text{ kN/m}$	Peso soletta / lastra
$g_{1,s/p} = (0,40 \text{ m} \cdot 1.2 \text{ m}) \cdot 25\text{kN/m}^3 = 12 \text{ kN/m}$	
$g_{1,s} = (0,25 \text{ m} \cdot 1.00 \text{ m}) \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 6,25 \text{ kN/m}$	Peso soletta
$g_{1,s} = (0,40 \text{ m} \cdot 1.00 \text{ m}) \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 10,00 \text{ kN/m}$	
$g_{2,c} = (0.25 \text{ m} \cdot 1.00 \text{ m}) \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 6,75 \text{ kN/m}$	Cordolo
$g_{2,m} = (0.05 \text{ m} \cdot 1.00 \text{ m}) \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 1,25 \text{ kN/m}$	Massetto
$g_{2,b} = (0.80 \text{ m} \cdot 1.00 \text{ m}) \cdot 20 \text{ kN/m}^3 = 16,00 \text{ kN/m}$	Ballast
$g_{2,v} = (0.26 \text{ m} \cdot 1.00 \text{ m}) \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 6,50 \text{ kN/m}$	Velette
$g_{2,pb+cavd} = (0.36 \text{ m} \cdot 1.00 \text{ m}) \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 9,00 \text{ kN/m}$	Muretti paraballast + cavidotti
$g_{2,par} = 1.50 \text{ kN/m}$	Parapetto
$g_{2,barr} = (5.00 \text{ m} \cdot 1.00 \text{ m}) \cdot 4 \text{ kN/m}^2 = 20,00 \text{ kN/m}$	Barriera antirumore
$q = (1 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,2 \text{ m}) = 1,2 \text{ kN/m}$	Carico accidentale cantiere/lastra

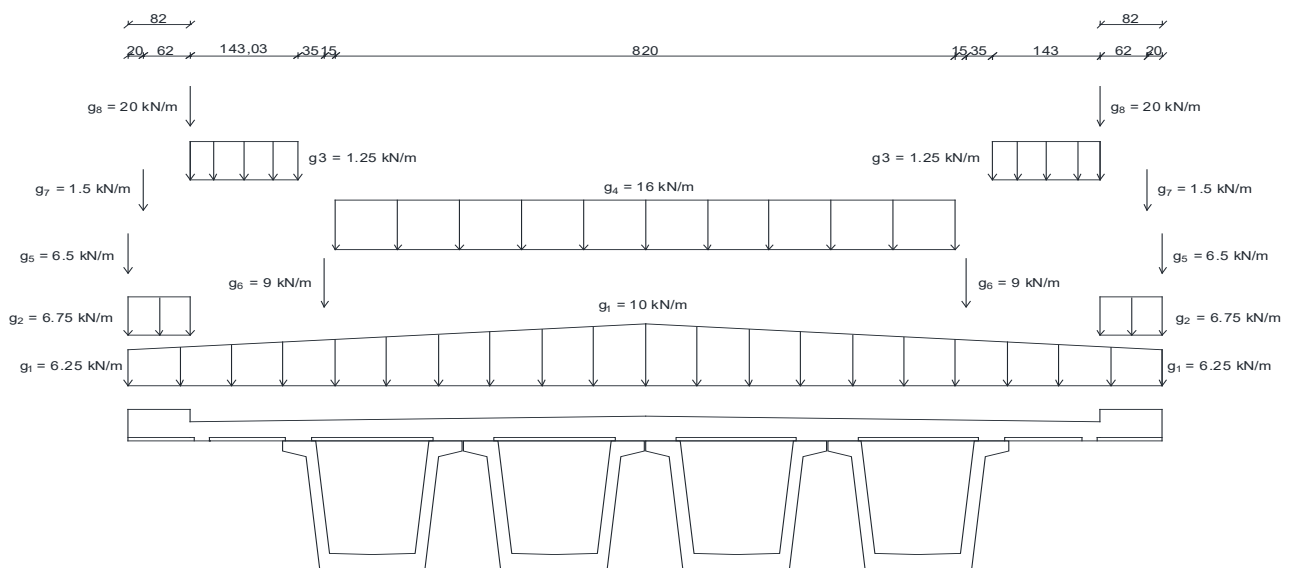


Figura 7 – Schema carichi permanenti. Quote espresse in cm.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HY pro S.R.L.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

9.1 AZIONI VARIABILI VERTICALI DA TRAFFICO FERROVIARIO

Si considerano i sovraccarichi ferroviari in accordo al §5.2.2.3 delle NTC2008, per mezzo di diversi modelli di carico rappresentativi delle tipologie di traffico ferroviario, normale o pesante. I valori dei suddetti carichi saranno poi moltiplicati per un coefficiente di adattamento α , variabile in ragione della tipologia dell'infrastruttura (ferrovie ordinarie, ferrovie leggere, metropolitane, ecc.).

9.1.1 Modello di carico LM71

Il treno LM71 è schematizzato da n°4 assi da 250 kN su una lunghezza di 6.40 m e da un carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni per una lunghezza illimitata.

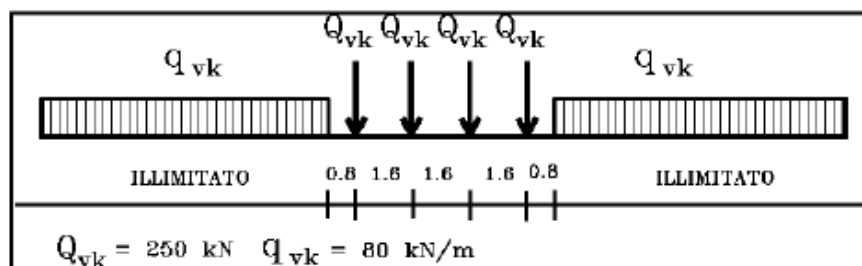


Fig. 5.2.1 - Modello di carico LM71

Figura 8 – Schema treno di carico LM71

Per questo modello è prevista una eccentricità del carico rispetto all'asse del binario, dipendente dallo scartamento s per tenere conto dello spostamento dei carichi. Per $s=1435$ mm risulta pari a $e = s/18=80$ mm. Per la progettazione di ferrovie ordinarie il valore del coefficiente di adattamento è $\alpha=1.1$.

9.1.2 Modello di carico SW/2

Per tale modello di carico si considera la configurazione SW/2, che schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante.

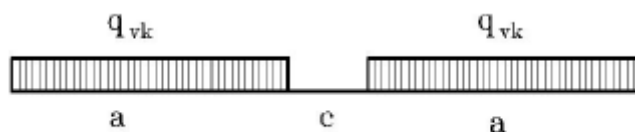


Fig. 5.2.2 -Modelli di carico SW

Tab. 5.2.I - Caratteristiche Modelli di Carico SW

Tipo di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

Figura 9 – Schema treno di carico SW

Il valore del coefficiente di adattamento da adottarsi nella progettazione delle ferrovie ordinarie è pari a $\alpha=1.0$ per il modello di carico SW/2.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	33

9.1.3 Effetti dinamici e coefficiente di adattamento

Le azioni statiche dei modelli di carico devono essere incrementate per tenere conto della natura dinamica del transito dei convogli, gli effetti di amplificazione dinamica dovranno valutarsi:

- per le usuali tipologie di ponti e per velocità di percorrenza non superiore a 200 km/h, quando la frequenza propria della struttura ricade all'interno del fuso indicato nella figura seguente è sufficiente utilizzare i coefficienti dinamici Φ definiti in §5.2.2.3.3;

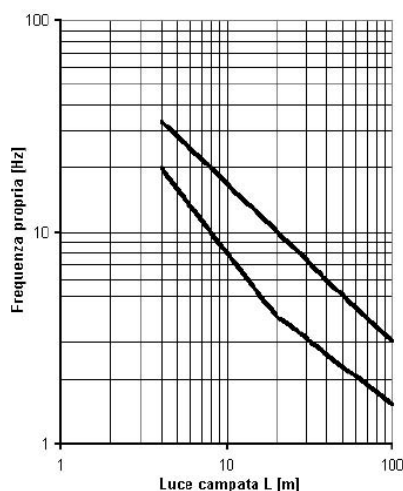


Fig. 5.2.7 - Limiti delle frequenze proprie n_o in Hz in funzione della luce della campata

Figura 10 – Limiti frequenze proprie per il calcolo del coefficiente dinamico Φ

Secondo quanto riportato al §2.5.1.4.2 del “Manuale di progettazione delle opere civili, parte II - sezione 2 – ponti e strutture”, che richiama integralmente i contenuti del §5.2.2.2.3 del DM 14/01/2008, è necessario eseguire un’analisi statica con i modelli di carico più sopra definiti, moltiplicando gli stessi per il coefficiente di incremento dinamico ϕ definito in §2.5.4.2.5 e per il coefficiente di adattamento α in accordo con §2.5.1.4.1.1.

In particolare, con riguardo al coefficiente di adattamento, nel rispetto delle prescrizioni suddette, si assume:

Coefficiente di adattamento α	
LM71	SW/2
1.1	1

Con riferimento al coefficiente di incremento dinamico ϕ , per linee con normale standard manutentivo, le norme prevedono l’utilizzo di un coefficiente ϕ_3 definito come:

$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73$$

con la limitazione $1.00 \leq \phi_3 \leq 2.00$, dove L_ϕ rappresenta la lunghezza caratteristica in metri, come definita in Tab. 2.5.1.4.2.5.3-1 per il caso 4.1 (solette superiori di impalcato a sezione scatolare nella direzione trasversale alle travi principali), i.e. 3 volte la luce. Si noti che, per questo caso, si assume che la luce della soletta sia pari alla distanza tra i lembi superiori delle anime delle travi a cassoncino, pari cioè a $l = 1.5$ m.

Fermo restando queste considerazioni, si ottiene:

$$L_\phi = 4.5 \text{ m}$$

$$\phi_3 = 1.85 (\leq 2.00)$$

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	34

9.1.4 Ripartizione trasversale dei carichi

Al fine della valutazione degli effetti locali dei carichi verticali ferroviari sulla soletta è necessario operare una distribuzione degli stessi in direzione trasversale, eseguendo una diffusione del carico, a partire dalla larghezza della traversina, $\frac{1}{4}$ attraverso la massiciata ed $\frac{1}{1}$ fino al piano medio di soletta, per una lunghezza pari a:

$$b = (0.80 - 0.26) / 4 * 2 + (0.25 / 2) * 2 + 2.40 = 2.92 \text{ m}$$

laddove si sono considerate le seguenti caratteristiche geometriche:

	[m]
Altezza ballast	0.80
Altezza traversina	0.26
Larghezza traversina	2.40
Altezza soletta	0.25

I carichi relativi al modello LM71 vengono distribuiti secondo lo schema di Fig. 5.2.5 al §5.2.2.3.1.4 delle NTC2008, dal momento che è stata considerata per essi una eccentricità rispetto all'asse del binario pari ad $e = s / 18 = 0.08 \text{ m}$.

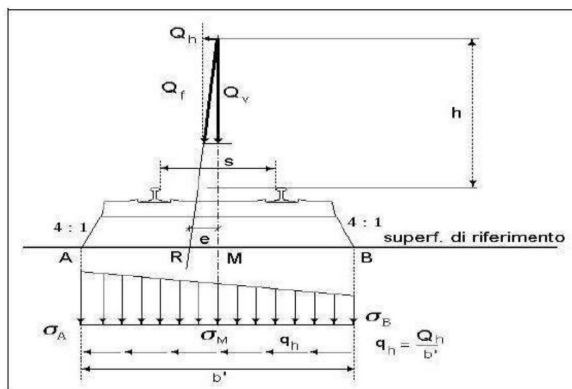


Fig. 5.2.5 Distribuzione trasversale in rettangolo delle azioni per mezzo delle traverse e del ballast. In figura, Q_n rappresenta la forza centrifuga definita al successivo §5.2.2.3.1

Prima di procedere alla ripartizione trasversale dei carichi ferroviari verticali, si è proceduto ad una distribuzione del carico assiale Q_{vk} in direzione longitudinale, suddividendo tale valore per una lunghezza di influenza assunta pari ad 1.6 m, risultando pertanto in un carico uniformemente distribuito in direzione longitudinale pari a 156.25 kN/m per il treno di carico LM71.

In accordo con quanto riportato al par. 9.1.3 della presente relazione, si moltiplicano i valori dei carichi per il coefficiente di adattamento e per quello di incremento dinamico, ottenendo quindi:

TRENO LM71

$$q_1 = 156.25 \text{ kN/m} * 1.85 * 1.1 = 318.70 \text{ kN/m}$$

Valore amplificato della ripartizione longitudinale del carico Q_{vk}

$$q_2 = 80 \text{ kN/m} * 1.85 * 1.1 = 163.17 \text{ kN/m}$$

Valore amplificato del carico longitudinale q_{vk}

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	35

TRENO SW/2

$$q_3 = 150 \text{ kN/m} * 1.85 * 1.0 = 278.13 \text{ kN/m}$$

Valore amplificato del carico longitudinale qvk

Ripartendo in direzione trasversale i carichi così ottenuti si ottengono per il treno di carico LM71, fermo restando il dover considerare l'eccentricità $e = 0.08 \text{ m}$ rispetto all'asse del binario e la distribuzione trapezoidale delle tensioni indicati nella Fig. 5.2.5 della NTC08, i seguenti valori:

CARICO q1

$$\sigma_A = 127.02 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_B = 91.29 \text{ kN/m}^2$$

CARICO q2

$$\sigma_A = 65.03 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_B = 46.73 \text{ kN/m}^2$$

L'eccentricità non è da considerarsi, invece, per il caso di treno di carico SW/2, per il quale quindi si effettua la ripartizione semplicemente dividendo il valore q_3 per la lunghezza $b = 2.92 \text{ m}$, risultando dunque in una distribuzione di tensioni sulla soletta pari a:

$$\sigma = 278.13 \text{ kN/m} / 2.92 \text{ m} = 95.25 \text{ kN/m}$$

Al fine delle verifiche da eseguirsi sulla soletta, non viene considerata l'azione del treno scarico, dal momento che la situazione più gravosa è determinata in concomitanza all'applicazione del treno LM71.

9.2 CARICHI SUI MARCIAPIEDI

In accordo con quanto definito al §2.5.1.4.1.6 del Manuale di progettazione delle opere civili, parte II – sezione 2 – ponti e strutture, che riprende le prescrizioni dettate da NTC08 al §5.2.2.3.2, si assume che i marciapiedi non aperti al pubblico siano utilizzati solo dal personale autorizzato. Pertanto, per essi si assume un carico accidentale uniformemente ripartito del valore di 10 kN/m^2 . Questo carico non deve essere considerato contemporaneo al traffico dei convogli ferroviari e deve essere applicato sopra ai marciapiedi in modo da dare luogo agli effetti locali più sfavorevoli.

Per questo tipo di carico non deve applicarsi l'incremento dinamico.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

9.3 CARICO ECCEZIONALE DOVUTO AL DERAGLIAMENTO

In accordo col §2.5.1.5 del Manuale di progettazione delle opere civili, parte II – sezione 2 – ponti e strutture, che riprende il contenuto del §5.2.2.9.2 delle NTC08, oltre a considerare i modelli di carico verticale da traffico ferroviario, ai fini della verifica della struttura si dovrà tenere conto della possibilità alternativa che un locomotore o un carro pesante deragli, esaminando separatamente le due seguenti situazioni di progetto:

Caso 1: si considerano due carichi verticali lineari $q_{A1d} = 60 \text{ kN/m}$ (comprensivo dell'effetto dinamico) ciascuno. Tali carichi saranno posizionati longitudinalmente su una lunghezza di 6,40 m. Trasversalmente i carichi distano fra loro di S (scartamento del binario) e possono assumere tutte le posizioni comprese entro i limiti indicati in Fig. 5.2.12. Per questa condizione sono tollerati danni locali, purché possano essere facilmente riparati, mentre sono da evitare danneggiamenti delle strutture portanti principali.

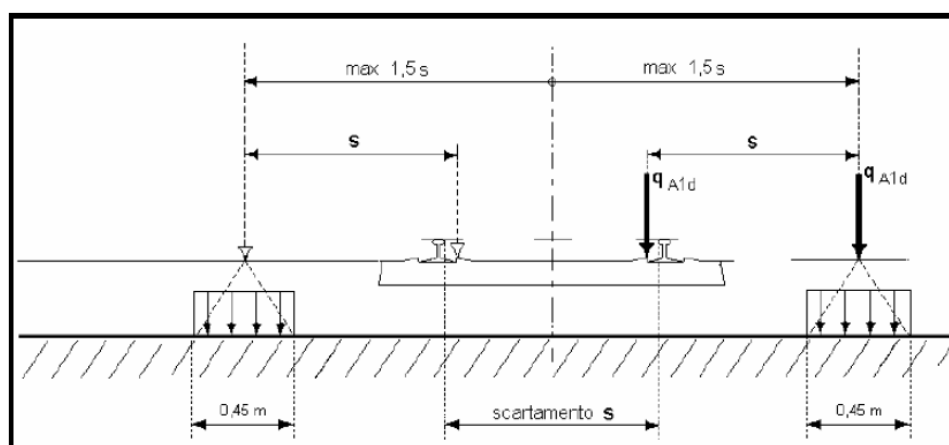


Figura 5.2.12 - Caso 1

Caso 2: si considera un unico carico lineare $q_{A2d} = 80 \text{ kN/m} * 1.4$ esteso per 20,00 m e disposto con una eccentricità massima, lato esterno, di 1,50 s rispetto all'asse del binario (Fig. 5.2.13). Per questa condizione convenzionale di carico andrà verificata la stabilità globale dell'opera, come il ribaltamento d'impalcato, il collasso della soletta, ecc. Per impalcato metallici con armamento diretto, il caso 2 dovrà essere considerato solo per le verifiche globali.

Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	37

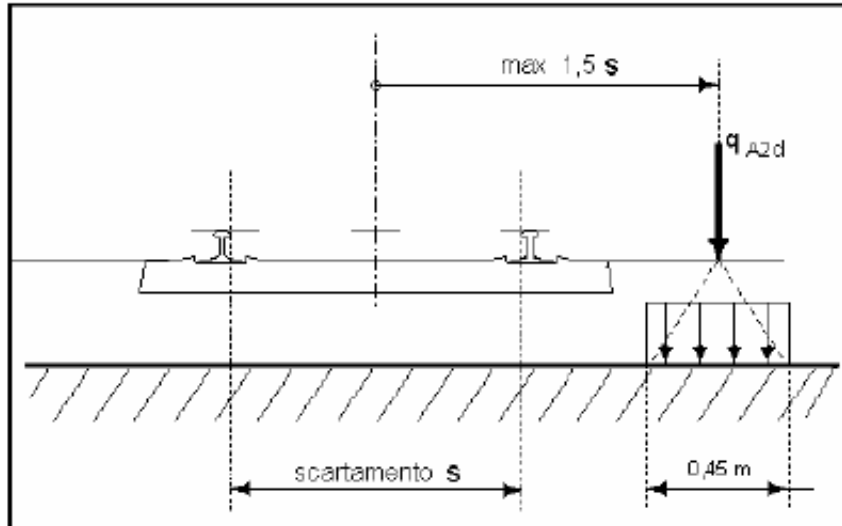


Figura 5.2.13 - Caso 2

Per la considerazione degli effetti locali sulla soletta, il carico per ognuno dei due casi è stato ripartito su una lunghezza di 0.45 m, ottenendo in questo modo:

CASO 1

$$\sigma_1 = 60 \text{ kN/m} / 0.45 \text{ m} = 133.33 \text{ kN/m}^2$$

CASO 2

$$\sigma_1 = 80 \text{ kN/m} * 1.4 / 0.45 \text{ m} = 248.89 \text{ kN/m}^2$$

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.T.F.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	38

9.4 CARICO ECCEZIONALE DOVUTO ALLA ROTTURA DELLA CATENARIA

In accordo col §2.5.1.5 del Manuale di progettazione delle opere civili, parte II – sezione 2 – ponti e strutture, che riprende il contenuto del §5.2.2.9.2 delle NTC08, si considera l'eventualità che si verifichi la rottura della catenaria nel punto più sfavorevole per la struttura del ponte. La forza trasmessa alla struttura in conseguenza di un simile evento si considererà come una forza di natura statica agente in direzione parallela all'asse dei binari, di intensità pari a ± 20 kN e applicata sui sostegni alla quota del filo.

In funzione del numero di binari presenti sull'opera si assumerà la rottura simultanea di:

- 1 catenaria per ponti con un binario;
- 2 catenarie per ponti con un numero di binari compreso fra 2 e 6;
- 3 catenarie per ponti con più di sei binari.

Nel caso in esame di impalcato con due binari, si considera la rottura contemporanea di due catenarie. Tale azione viene presa in considerazione per le verifiche agli SLU locali in corrispondenza degli attacchi dei sostegni T.E. alla struttura.

Posto che il filo di contatto si trova ad una quota di 5.20 m dal P.F. (§2.6.1.1.3 del MdP), la rottura della catenaria genera un momento in corrispondenza della base del T.E. pari a:

$$M = 20\text{kN} * 5.20\text{m} = 104 \text{ kNm}$$

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	39

9.5 CARICO DA VENTO SULLA BARRIERA ANTIRUMORE

Per la valutazione dei carichi da vento sulle barriere antirumore e degli effetti che questo tipo di sollecitazione ha sulla soletta, si è ritenuto di modellare tale azione sulla base delle metodologie valide per i muri e i parapetti piani, coerentemente con quanto indicato al §3.3 delle NTC2008 e alle indicazioni del §G.5 delle CNR-DT 207/2008. Si è assunto grado di schermatura $\varphi=1$ ed assenza di schermatura, come riportato nella seguente tabella.

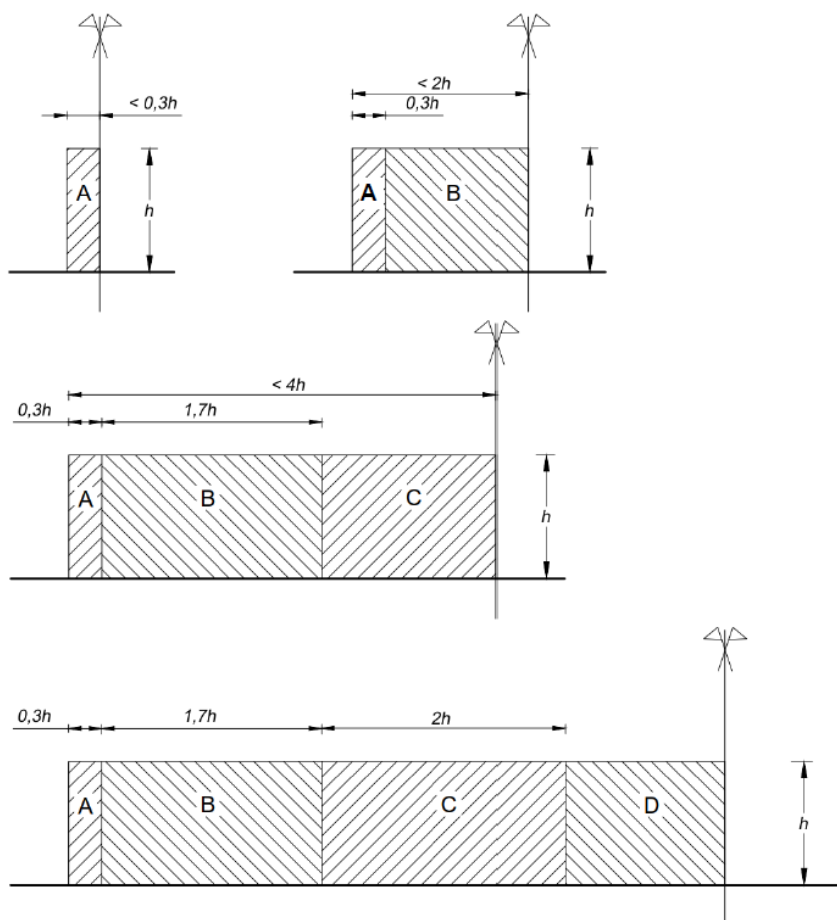


Figura G.21 – Suddivisione di muri e parapetti in aree di uguale pressione compressiva.

Tabella G.X – Coefficienti di pressione compressiva per muri e parapetti.

φ	Chiusura laterale	l/h	A	B	C	D
1,0	no	<3	2,3	1,4	1,2	1,2
		5	2,9	1,8	1,4	
		>10	3,4	2,1	1,7	
	si	tutti	2,1	1,8	1,4	
0,8	si/no	tutti	1,2			

Figura 11 – Aree e coefficienti di pressione compressive media sull'elemento secondo CNR DT207 R1/2018

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

NOME: barriera antirumore		CALCOLO AZIONI VENTO (CNR DT207 R1/2018)										Rev. 00
Zona	3 (Tab. 3.I)	Categoria	2 (Tab. 3.II - 3.III)		T_r (anni)	75 tempo ritorno						
$v_{b,0}$ (m/s)	27,0 velocità base liv. mar	k_r	0,19 fattore terreno	c_r	1,04 coeff. tempo ritorno							
a_0 (m)	500 altitudine base	z_0 (m)	0,05 altezza rugosità	c_t	1,00 coeff. Topografia							
k_a	0,02 fattore altitudine	z_{min} (m)	4,00 altezza minima	v_r (m/s)	28,0 velocità rifer. progetto							
a_s (m)	20 altitudine sito	$c_e(z)$	vedi tabella									
c_a	1,00 coeff. altitudine											
		Valori globali			Valori locali			p_n (kN/m ²)		c_{pm}		
z (m)	$c_e(z)$	q_p (N/m ²)	c_{pm}	p_n (kN/m ²)	c_{pm}	p_n (kN/m ²)						
22,00	2,88	1408	1,20	1,69	1,20	1,69						
21,00	2,84	1392	1,20	1,67	1,20	1,67						
20,00	2,81	1376	1,20	1,65	1,20	1,65						
19,00	2,77	1359	1,20	1,63	1,20	1,63						
18,00	2,74	1341	1,20	1,61	1,20	1,61						
17,00	2,70	1322	1,20	1,59	1,20	1,59						
16,00	2,66	1302	1,20	1,56	1,20	1,56						
15,00	2,62	1281	1,20	1,54	1,20	1,54						
14,00	2,57	1258	1,20	1,51	1,20	1,51						
13,00	2,52	1235	1,20	1,48	1,20	1,48						
12,00	2,47	1209	1,20	1,45	1,20	1,45						
11,00	2,41	1182	1,20	1,42	1,20	1,42						
10,00	2,35	1152	1,20	1,38	1,20	1,38						
9,00	2,29	1119	1,20	1,34	1,20	1,34						
8,00	2,21	1083	1,20	1,30	1,20	1,30						
7,00	2,13	1043	1,20	1,25	1,20	1,25						
6,00	2,04	998	1,20	1,20	1,20	1,20						
5,00	1,93	945	1,20	1,13	1,20	1,13						
4,00	1,80	882	1,20	1,06	1,20	1,06						
3,00	1,80	882	1,20	1,06	1,20	1,06						
2,00	1,80	882	1,20	1,06	1,20	1,06						
CALCOLO COEFFICIENTI PRESSIONE MEDIO PER PARETI ESTESE (CNR DT207 R1/2018 §G.5)												
h (m)	5,00 altezza del muro					A	B	C	D			
l (m)	1,00 lunghezza del muro					l (m)	0,00	0,00	0,00	0,00	lunghezze settori	
l/h	0,20					c_{pm}	2,30	1,40	1,20	1,20	coeff. pressione settori	
c_{pm} medio	0,00	coeff. pressione medio ponderato per l muro				c_{pm} globale	1,20	coeff. pressione per verifiche globali				
c_{pm} globale	1,20					c_{pm} locale	1,20	coeff. pressione per verifiche locali				

Assumendo mediamente $h_1 = 17$ m quota estradosso impalcato e $h_2 = 5$ m l'altezza della barriera antirumore, l'altezza rispetto al suolo del punto considerato, ovvero l'estremo superiore della barriera, è pari a $z = 22$ m. In corrispondenza ad essa si ottiene un valore di pressione cinetica di picco del vento:

$$q_p = 1.41 \text{ kN/m}^2$$

e pressione complessiva risultante:

$$p_n = 1.41 \text{ kN/m}^2 * 1.2 = 1.69 \text{ kN/m}^2.$$

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

9.6 AZIONE AERODINAMICA DA TRAFFICO FERROVIARIO

In accordo con le prescrizioni del Manuale di progettazione delle opere civili, parte II – sezione 2 – ponti e strutture, che riporta integralmente il contenuto del §5.2.2.6 delle NTC08, si tiene conto degli effetti, specificatamente onde di pressione e depressione, che il passaggio dei convogli ferroviari determinano sulle superfici poste in prossimità della linea ferroviaria, trattandosi nel caso in esame di barriere antirumore.

Le azioni possono essere schematizzate mediante carichi equivalenti agenti nelle zone prossime alla testa ed alla coda del treno nei casi in cui, in ragione della velocità della linea, non si instaurino amplificazioni dinamiche significative per il comportamento degli elementi strutturali investiti dalle azioni aerodinamiche. Esse dovranno essere utilizzate per il progetto delle barriere e delle relative strutture di sostegno (cordoli, solette, fondazioni, ecc.). I carichi equivalenti sono considerati valori caratteristici delle azioni.

I valori caratteristici dell'azione $\pm q_{1k}$ relativi a superfici verticali parallele al binario sono forniti in Fig. 5.2.8 del §5.2.2.7.1 delle NTC08 in funzione della distanza a_g dall'asse del binario più vicino.

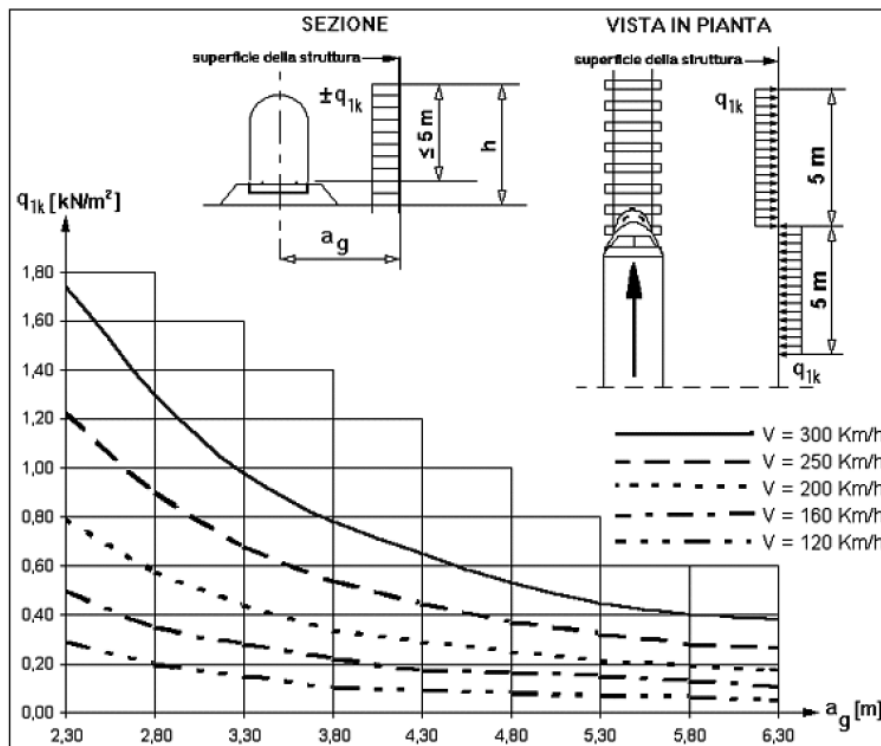


Figura 5.2.8 - Valori caratteristici delle azioni q_{1k} per superfici verticali parallele al binario

Nel caso in esame si ha, per $V = 200 \text{ km/h}$:

$$a_g = 4.3 \text{ m}$$

$$q_{1k} = 0.30 \text{ kN/m}^2$$

Secondo quanto riportato in §5.2.3.3.2 delle NTC08, in ogni caso le azioni aerodinamiche devono essere cumulate all'azione del vento. L'azione risultante dovrà essere maggiore di un valore minimo, funzione della velocità della linea e comunque maggiore di $1,5 \text{ kN/m}^2$ sia nella verifica agli SLE (combinazione caratteristica) sia nella verifica agli SLU.

Si verifica dunque che:

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	42

$p_{tot} = p_n + q_{1k} = 1.69 \text{ kN/m}^2 + 0.30 \text{ kN/m}^2 = 1.99 \text{ kN/m}^2 > 1.5 \text{ kN/m}^2$
 pertanto la prescrizione risulta essere soddisfatta.

Ai fini della verifica della soletta, si considera l'azione combinata del vento e dell'azione aerodinamica da traffico. Si calcola dunque una azione tagliante agente alla base della barriera antirumore pari a:

$$F = p_{tot} * 5\text{m} = 1.99 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} = 9.95 \text{ kN/m}$$

e un momento agente in corrispondenza della sezione di mezzeria della soletta pari a:

$$M_z = F * [5\text{m} + (0.52 \text{ m} - 0.25 \text{ m}/2)] / 2 = 26.84 \text{ kNm}$$

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	43

10. COMBINAZIONI DI CARICO

10.1 ANALISI FASE 1

In accordo con §2.5.3 delle NTC 2008, si riportano qui di seguito le combinazioni allo SLU utilizzate nelle analisi di prima fase.

	SLU1	SLU2	SLU3
1: PP predalle	1,35	1,35	1,35
2: PP soletta1	1,35	0	0
3: PP soletta2	0	1,35	0
4: PP soletta3	0	0	1,35
5: ACC 1	1,5	0	0
6: ACC 2	0	1,5	0
7: ACC 3	0	0	1,5

Gli indici associati al carico della soletta e al carico accidentale fanno riferimento alle varie configurazioni di carico considerate ed illustrate in fig. al §9.2

10.2 ANALISI FASE 2

10.2.1 Numero di treni contemporanei

Nella progettazione è considerata l'eventuale presenza della contemporaneità di più treni, come previsto dalla Tab. 5.2.III in §5.2.3.1.2 delle NTC08.

Tabella 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0")	-	1,0 SW/2
	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0")	-	1,0 SW/2
2	secondo	1,0 (LM 71"+SW/0")	-	1,0 (LM 71"+SW/0")
	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0")	0,75 (LM 71"+SW/0")	1,0 SW/2
≥ 3	secondo	1,0 (LM 71"+SW/0")	0,75 (LM 71"+SW/0")	1,0 (LM 71"+SW/0")
	Altri	-	0,75 (LM 71"+SW/0")	-

L'impalcato in esame presenta due binari. Per "primo" binario si intende quello su cui disporre il treno più pesante per avere i massimi effetti sulla struttura. Per "secondo" binario si intende quello su cui viene disposto il secondo treno per avere, congiuntamente con il primo, i massimi effetti sulla struttura.

10.2.2 Gruppi di carico considerati

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 in Tab. 5.2.IV. Il carico verticale, nel caso di ponti con più binari, è quello che si ottiene con i treni specificati nella Tab. 5.2.III di NTC 08.

Nella valutazione degli effetti di interazione, alle azioni conseguenti all'applicazione dei carichi da traffico ferroviario si adotteranno gli stessi coefficienti parziali dei carichi che li generano.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	44

Tab. 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)	1,0	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,0	0,0	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,0	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

(1) Includendo tutti i valori (F; a; etc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1.0), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1,2 e 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali

I valori campiti in grigio rappresentano l'azione dominante.

Tabella 11 – Schema dei gruppi di combinazioni per azioni di traffico – Ponti ferroviari

I valori fra parentesi indicati nella Tab. 5.2.IV vanno assunti quando l'azione risulta favorevole nei riguardi della verifica che si sta svolgendo.

Il gruppo 4 è da considerarsi esclusivamente per le verifiche a fessurazione. I valori indicati fra parentesi si assumono pari a: (0,6) per impalcato con 2 binari carichi e (0,4) per impalcato con tre o più binari carichi.

Per la valutazione delle azioni verticali da traffico ferroviario, è stato considerato il gruppo 1, definendo i seguenti:

caso 1) LM71 sul binario 1, assunto con una eccentricità alla destra dell'asse del binario;

caso 2) LM71 sul binario 1, assunto con eccentricità a sinistra dell'asse del binario;

caso 3) SW/2 sul binario 1;

caso 4) LM71 con eccentricità a destra dell'asse del binario "+" LM71 con eccentricità a sinistra dell'asse, rispettivamente sul binario 1 e 2;

caso 5) SW/2 sul binario 1 "+" LM71 con eccentricità a sinistra dell'asse del binario.

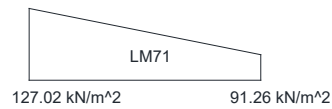
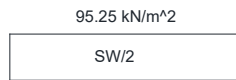
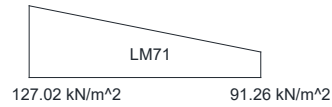
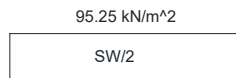
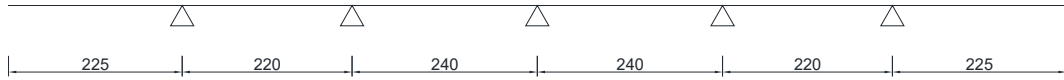
Data la simmetria della struttura, è stata considerato sufficiente l'adozione delle suddette configurazioni di carico, la cui distribuzione viene illustrata nella figura seguente.

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	45



MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	46

10.2.3 Combinazioni delle azioni

Come riportato al §2.5.3 delle NTC 2008, si considerano le seguenti combinazioni delle azioni:

$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \sum_{j=3}^n \psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione fondamentale SLU
$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \sum_{j=3}^n \psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione caratteristica rara SLE
$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione frequente SLE
$G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione quasi permanente SLE
$E + G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione sismica SLE e SLU
$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione eccezionale SLU

G_1 masse dei pesi propri strutturali

G_2 masse dei carichi permanenti non strutturali

P precompressione e pretensione

Q_{ki} masse dei carichi accidentali

E azione sismica

A_d azione eccezionale

ψ_0, ψ_1, ψ_2 coefficienti di contemporaneità delle azioni (Tab.. 2.5.I oppure Tab.. 5.1.VI per i ponti stradali e Tab.. 5.2.VII per i ponti ferroviari)

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ced}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

⁽⁵⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁶⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 12 - Coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche SLU – Ponti ferroviari

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	47

Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione Ψ delle azioni

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
carico	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 13 - Coefficienti di contemporaneità delle azioni nelle verifiche SLU – Ponti ferroviari

Tab. 5.2.VII - Ulteriori coefficienti di combinazione ψ delle azioni

	Azioni	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 ⁽³⁾	⁽¹⁾	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,00 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 ⁽³⁾	-	-
	Centrifuga	⁽²⁾ ⁽³⁾	⁽²⁾	⁽²⁾
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 ⁽³⁾	0,80	0,0

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Si usano gli stessi coefficienti ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

⁽³⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 14 - Coefficienti di contemporaneità delle azioni nelle verifiche SLE – Ponti ferroviari

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	48

	SLU																	ECC		
	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	ECC1	ECC2	ECC3
1: PP soletta	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,00	1,00
2: PP cordolo	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00
3: PPNS massicciata	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00
4: PPNS Mz su mur pb da ballast	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00
5: PPNS massetto	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00
6: PPNS velette	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00
7: PPNS pb+cavidotti	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00
8: PPNS parapetto	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00
9: PPNS barriera antirum	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00
10: ACC LM71_1	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11: ACC LM71_2	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12: ACC LM71_3	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13: ACC_SW/2_3	0,00	0,00	1,45	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14: ACC affollamento_1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00
15: ACC affollamento_2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00
16: ECC deragliamenti c1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
17: ECC deragliamenti c1_1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18: ECC deragliamenti c2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
19: ECC deragliamenti c2_2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20: ACC Mz aerodin	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00
21: ACC Mz aerodin_2	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00
22: Taglio_aerodin_1	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00
23: Taglio_aerodin_2	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00
24: ECC Rottura della catenaria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

	SLE RA																	SLE QP		
	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6	RA7	RA8	RA9	RA10	RA11	RA12	RA13	RA14	RA15	RA16	RA17	QP		
1: PP soletta	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2: PP cordolo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3: PPNS massicciata	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4: PPNS Mz su mur pb da ballast	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5: PPNS massetto	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6: PPNS velette	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7: PPNS pb+cavidotti	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
8: PPNS parapetto	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
9: PPNS barriera antirum	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10: ACC LM71_1	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11: ACC LM71_2	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12: ACC LM71_3	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13: ACC_SW/2_3	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14: ACC affollamento_1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,80	0,80	0,00	0,80	0,80	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00
15: ACC affollamento_2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,80	0,80	0,00	0,80	0,80	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
16: ECC deragliamenti c1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17: ECC deragliamenti c1_1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18: ECC deragliamenti c2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19: ECC deragliamenti c2_2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20: ACC Mz aerodin	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,00
21: ACC Mz aerodin_2	0,00	0,00	0,00	0,80	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,00
22: Taglio_aerodin_1	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,00
23: Taglio_aerodin_2	0,00	0,00	0,00	0,80	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,00
24: ECC Rottura della catenaria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 12 - Combinazioni di carico

Si noti che l'azione del peso proprio della soletta è stata considerata esclusivamente per le verifiche allo SLU, ma non per quelle allo SLE, essendo questa agente sulle predalles in fase di getto.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	49

11. ANALISI SOLETTA

La soletta d'impalcato viene realizzata mediante getto in opera su predalles collaboranti, formando di fatto a lungo termine una sezione resistente in c.a. Le predalles hanno spessore 5 cm e sono poggiate isostaticamente sulle travi principali.

11.1 METODO DI CALCOLO

Per valutare le tensioni massime sugli elementi della sezione composta occorre tenere conto delle fasi costruttive. In 1° fase di getto della soletta si ipotizza che risultano collaboranti solo i tralicci (correnti e staffe). Ovviamente, le armature posate in opera sono collaboranti solamente a maturazione del calcestruzzo, quando di fatto si costituisce la sezione in c.a. resistente di 2° fase (fessurata).

Si considerano le seguenti fasi di carico:

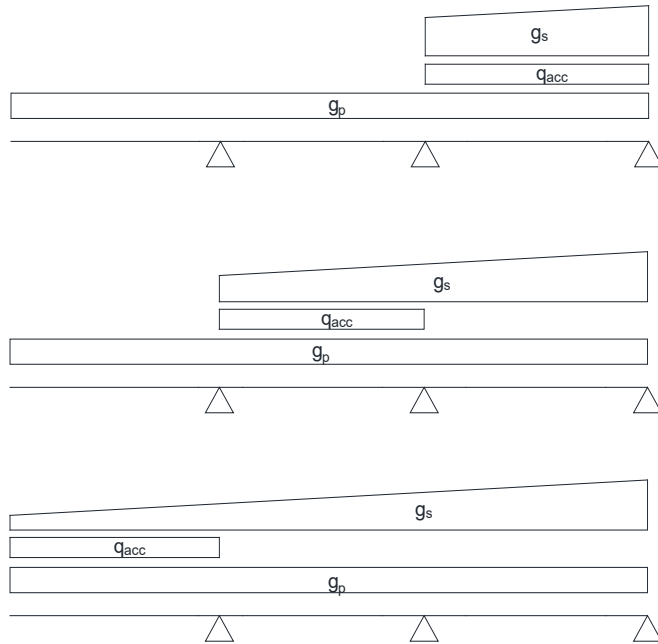
- Fase 1) Le predalles sono posate sulle travi con schema statico di trave continua su più appoggi. Ciascuna predalle sostiene sé stessa, l'armatura integrativa ed il getto di completamento a spessore definitivo. Si considera inoltre agente un carico di servizio accidentale del personale e delle attrezzature di cantiere.
- Fase 2) Lo schema statico è a trave continua, costituita dall'intero spessore di soletta (30 cm predalle compresa); sono agenti le azioni permanenti e accidentali.

11.2 ANALISI 1° FASE

Per la verifica delle predalles di campata e di cordolo si considera uno schema statico di trave continua su più appoggi, di luce 2.20+1.80+1.80. Il getto avviene in tre fasi consecutive, come illustrato di seguito. Si analizzano le sollecitazioni allo SLU con $\gamma_G = 1.35$, $\gamma_Q = 1.50$.

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	50



11.2.1 Analisi fase di getto soletta

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-35	8
	[Bm:1]	[Bm:7]

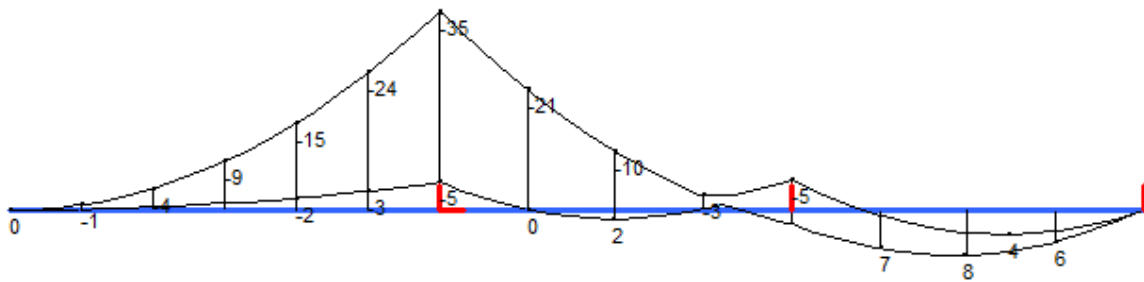


Figura 13 Predalles - Diagramma Momenti (kNm)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	51

	MIN	MAX
SF2(kN)	-33	34
	[Bm:1]	[Bm:13]

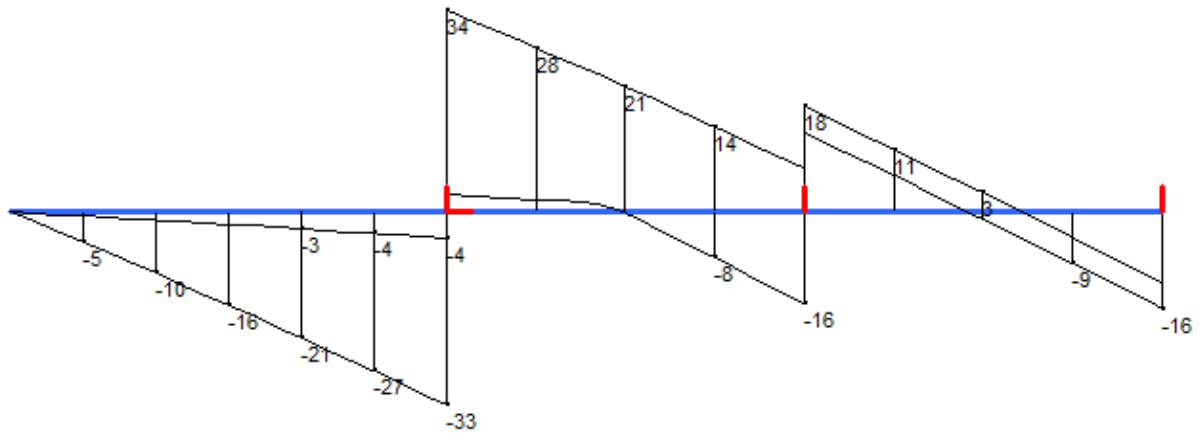


Figura 14 Predalles - Diagramma Taglio (kN)

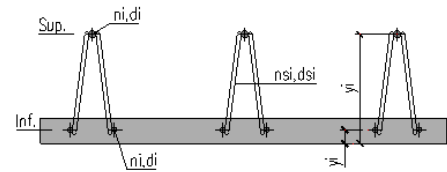
MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

11.3 VERIFICHE STRUTTURALI 1° FASE

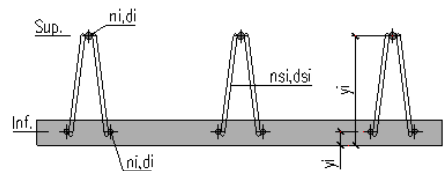
11.3.1 Resistenza durante il getto soletta

Per far fronte alle sollecitazioni di progetto si utilizzano tralicci elettrosaldati tipo 12/16/10 h = 165mm. È previsto l'impiego barre longitudinali aggiuntive 6 ϕ 12 saldate ai correnti inferiori.

SEZIONE	sbalzo		CALCOLO LASTRE PREDALLES (NTC 2008, §4.2.4.1.3)										Rev. 00.2			
SOLLECITAZIONI SL	M_{Ed} (kNm)	-35,00	ht	165 mm												
	V_{Ed} (kN)	34,00														
DATI ARMATURE CORRENTI																
- Barre B450C																
	n°	d (mm)	A (mm ²)	y (mm)	S (mm ²)	I (mm ⁴)	W (mm ³)	σ_s (MPa)								
Sup	3	16,0	603,2	161,0	97113	6591789	-91081	384,3								
Inf	6	12,0	678,6	10,0	6786	1464842	204932	-170,8								
Inf	6	12,0	678,6	10,0	6786	1464842	204932	-170,8								
		A_{ex} (mm ²)	y_g (mm)	S_{ex} (mm ³)	I_{ex} (mm ⁴)											
		1960,4	56,5	110685	9521473											
DATI STAFFATURA																
- Barre B450C																
	ns°	ds (mm)	A (mm ²)	α (°)	β (°)	I (mm)	σ_s (MPa)									
Staffe	6	10,0	471,2	72,0	8,0	175,2	-72,2									
		A_{ex} (mm ²)														
		471,2														
VERIFICA ARMATURE CORRENTI																
- Barre B450C																
		f_{yk} (MPa)	450,0	Y_{M1}	1,15											
		E_s (MPa)	206000	Y_{M0}	1,15											
	n°	d (mm)	I_0 (mm)	A (mm ²)	I (mm ⁴)	N_{Lr} (kN)	λ_{-}	ϕ	α	χ	$N_{b,Rd}$ (kN)	N_{Ed} (kN)	$N_{b,Rd}/N_{Ed}$	$N_{Lr,Rd}$ (kN)	N_{Ed} (kN)	$N_{Lr,Rd}/N_{Ed}$
Sup	3	16,0	200,0	201,1	3217,0	163,5	0,744	0,910	0,49	0,697	-54,87	-19,32	0,801 < 1,000	78,7	77,3	0,982 < 1,000
Inf	6	12,0	200,0	113,1	1017,9	51,7	0,992	1,186	0,49	0,545	-24,11	-19,32	0,801 < 1,000			
Inf	6	12,0	200,0	113,1	1017,9	51,7	0,992	1,186	0,49	0,545	-24,11	-19,32	0,801 < 1,000			
VERIFICA STAFFATURA																
- Barre B450C																
		f_{yk} (MPa)	450,0	Y_{M1}	1,15											
		E_s (MPa)	206000	Y_{M0}	1,15											
	n°	d (mm)	I_0 (mm)	A (mm ²)	I (mm ⁴)	N_{Lr} (kN)	λ_{-}	ϕ	α	χ	$N_{b,Rd}$ (kN)	N_{Ed} (kN)	$N_{b,Rd}/N_{Ed}$			
Staffe	6	10,0	175,2	78,5	490,9	32,5	1,043	1,250	0,49	0,516	-15,85	-5,67	0,358 < 1,000			



SEZIONE	campata		CALCOLO LASTRE PREDALLES (NTC 2008, §4.2.4.1.3)										Rev. 00.2			
SOLLECITAZIONI SL	M_{Ed} (kNm)	7,94	ht	165 mm												
	V_{Ed} (kN)	3,17														
DATI ARMATURE CORRENTI																
- Barre B450C																
	n°	d (mm)	A (mm ²)	y (mm)	S (mm ²)	I (mm ⁴)	W (mm ³)	σ_s (MPa)								
Sup	3	16,0	603,2	161,0	97113	6591789	-91081	-87,2								
Inf	6	12,0	678,6	10,0	6786	1464842	204932	38,7								
Inf	6	12,0	678,6	10,0	6786	1464842	204932	38,7								
		A_{ex} (mm ²)	y_g (mm)	S_{ex} (mm ³)	I_{ex} (mm ⁴)											
		1960,4	56,5	110685	9521473											
DATI STAFFATURA																
- Barre B450C																
	ns°	ds (mm)	A (mm ²)	α (°)	β (°)	I (mm)	σ_s (MPa)									
Staffe	6	10,0	471,2	72,0	8,0	175,2	-6,7									
		A_{ex} (mm ²)														
		471,2														
VERIFICA ARMATURE CORRENTI																
- Barre B450C																
		f_{yk} (MPa)	450,0	Y_{M1}	1,15											
		E_s (MPa)	206000	Y_{M0}	1,15											
	n°	d (mm)	I_0 (mm)	A (mm ²)	I (mm ⁴)	N_{Lr} (kN)	λ_{-}	ϕ	α	χ	$N_{b,Rd}$ (kN)	N_{Ed} (kN)	$N_{b,Rd}/N_{Ed}$	$N_{Lr,Rd}$ (kN)	N_{Ed} (kN)	$N_{Lr,Rd}/N_{Ed}$
Sup	3	16,0	200,0	201,1	3217,0	163,5	0,744	0,910	0,49	0,697	-54,87	-17,53	0,319 < 1,000	44,26	4,38	0,099 < 1,000
Inf	6	12,0	200,0	113,1	1017,9	51,7	0,992	1,186	0,49	0,545	-24,11	-19,32	0,801 < 1,000	44,26	4,38	0,099 < 1,000
Inf	6	12,0	200,0	113,1	1017,9	51,7	0,992	1,186	0,49	0,545	-24,11	-19,32	0,801 < 1,000	44,26	4,38	0,099 < 1,000
VERIFICA STAFFATURA																
- Barre B450C																
		f_{yk} (MPa)	450,0	Y_{M1}	1,15											
		E_s (MPa)	206000	Y_{M0}	1,15											
	n°	d (mm)	I_0 (mm)	A (mm ²)	I (mm ⁴)	N_{Lr} (kN)	λ_{-}	ϕ	α	χ	$N_{b,Rd}$ (kN)	N_{Ed} (kN)	$N_{b,Rd}/N_{Ed}$			
Staffe	6	10,0	175,2	78,5	490,9	32,5	1,043	1,250	0,49	0,516	-15,85	-0,53	0,033 < 1,000			



La verifica di stabilità risulta soddisfatta in ambo le sezioni considerate.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HY pro S.T.F.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

11.4 ANALISI 2° FASE

Terminata la fase di maturazione, la soletta si comporta come una sezione in c.a. tradizionale interamente reagente, con schema statico di trave continua in semplice appoggio sulle travi.

11.5 MODELLO FEM SOLETTA

Per la determinazione delle sollecitazioni che interessano la soletta è stato realizzato un modello agli elementi finiti. La soletta è stata trattata come una trave continua su più appoggi, caratterizzata da una larghezza di 1m.

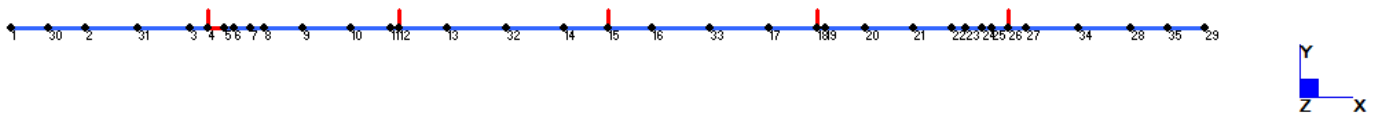


Figura 15 - Modello agli EF per la soletta - Numerazione nodi

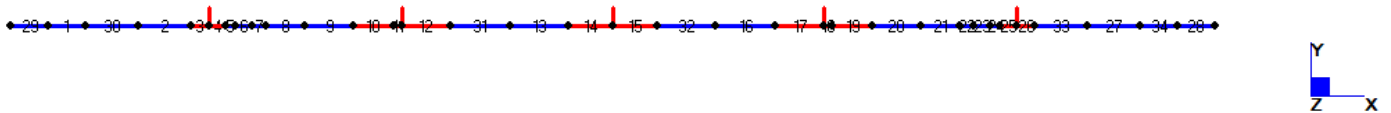


Figura 16 - Modello agli EF per la soletta - Numerazione elementi e indicazione zone nodali (rosse)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	54

11.5.1 Risultati analisi

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-144	77
	[Bm:33]	[Bm:31]

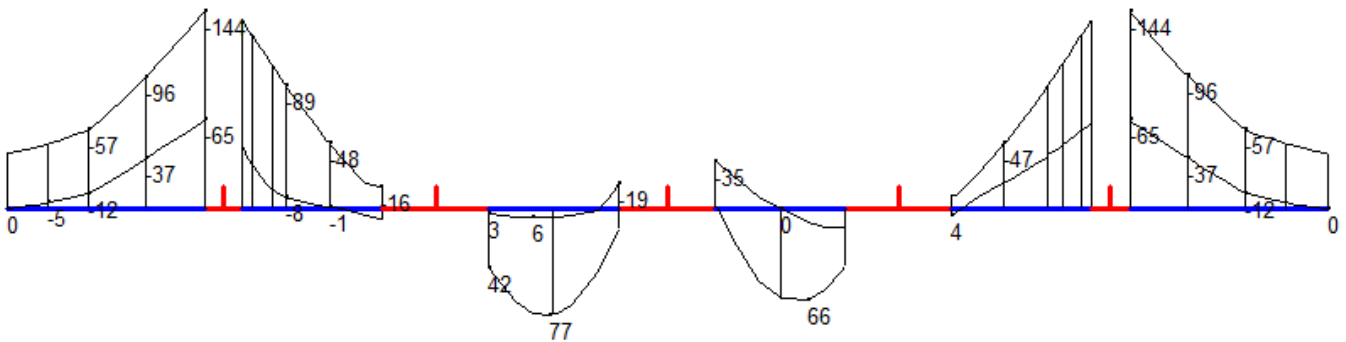


Figura 17 - ENV SLU – Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-185	185
	[Bm:13]	[Bm:32]

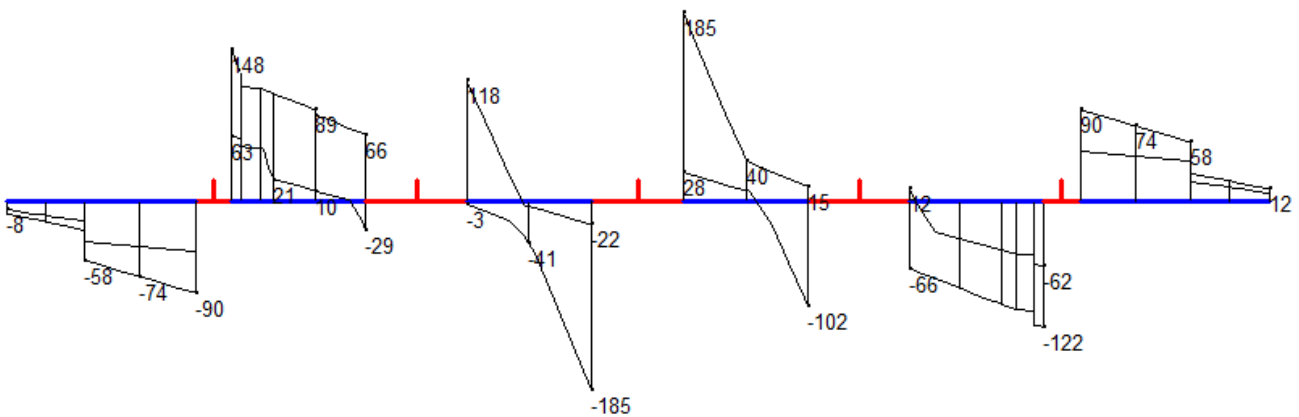


Figura 18 - ENV SLU - Taglio (kN)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	55

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-83	49
	[Bm:33]	[Bm:31]

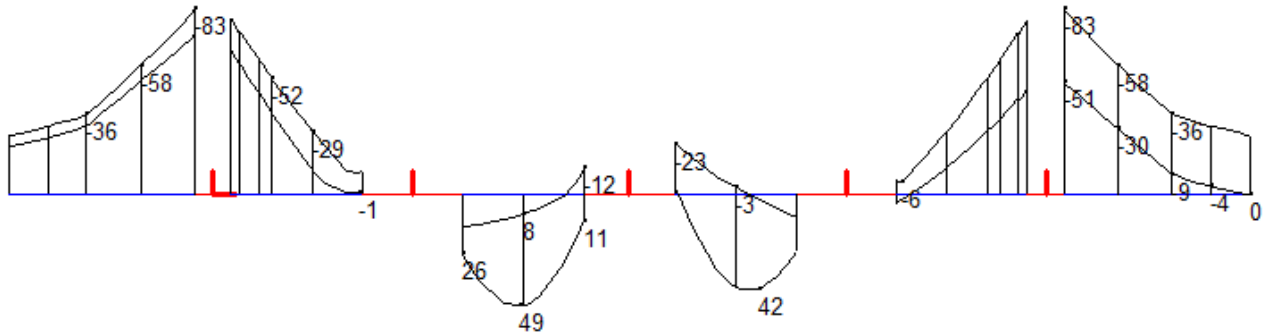


Figura 19 - ENV SLE RARA - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-51	10
	[Bm:33]	[Bm:31]

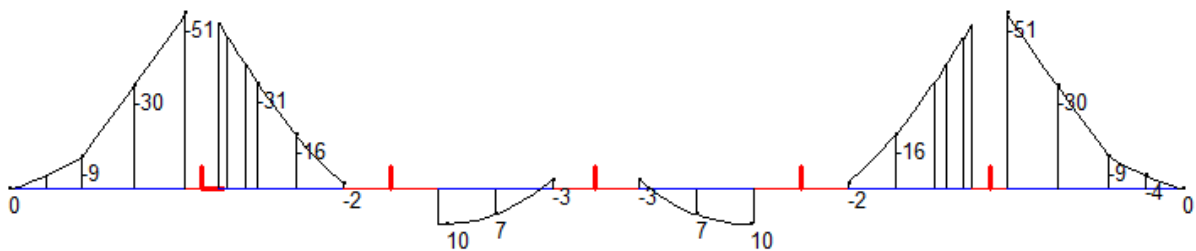


Figura 20 - ENV SLE QUASI PERMANENTE - Momento flettente (kNm)

Poiché la sezione trasversale della soletta è caratterizzata da una progressiva riduzione di spessore verso lo sbalzo, sono state considerate due sezioni distinte per le verifiche, una relativa allo sbalzo e l'altra alla mezzeria della soletta.

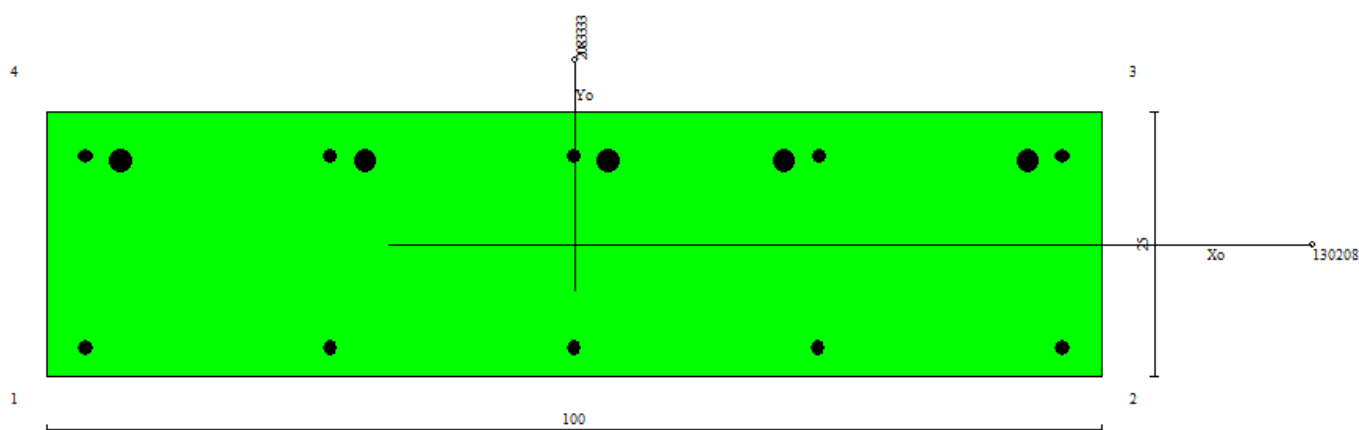
MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	56

11.6 VERIFICHE STRUTTURALI 2° FASE

11.6.1 Sezione di sbalzo

Nome sezione: SBALZO SOLETTA

Tipo sezione: Rettangolare
 Base: 100,0 [cm]
 Altezza: 25,0 [cm]



Caratteristiche geometriche

Area sezione	2500,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	2083333,3 [cm^4]
Inerzia in direzione Y	130208,3 [cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 12,50$ [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine
 N° numero d'ordine
 X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
 Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
 d Diametro ferro espresso in [mm]
 ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	3,70	2,70	14	1,54
2	26,85	2,70	14	1,54
3	50,00	2,70	14	1,54
4	73,15	2,70	14	1,54
5	96,30	2,70	14	1,54
6	96,30	20,80	14	1,54
7	73,15	20,80	14	1,54
8	50,00	20,80	14	1,54
9	26,85	20,80	14	1,54
10	3,70	20,80	14	1,54
11	93,00	20,40	22	3,80
12	69,85	20,40	22	3,80

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	57

13	53,30	20,40	22	3,80
14	30,15	20,40	22	3,80
15	7,00	20,40	22	3,80

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	40,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	210000,000	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in [kN]
M _Y	momento lungo Y espresso in [kNm]
M _X	momento lungo X espresso in [kNm]
M _t	momento torcente espresso in [kNm]
T _Y	taglio lungo Y espresso in [kN]
T _X	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensoriale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	0,0000	-143,6300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	-83,2200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
3	0,0000	-50,6200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
X _c	posizione asse neutro espresso in [cm]
α	inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]
(xi; yi) - (xf; yf)	Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	X _c	α	(xi; yi)	(xf; yf)
2	8,97	0,10	(9302,77; 25,00)	(-5049,51; 0,00)
3	8,97	0,10	(9302,77; 25,00)	(-5049,51; 0,00)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
σ _{c-max}	Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
σ _{c-min}	Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
σ _{f-max}	Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
σ _{f-min}	Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
τ _c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	σ _{c-max}	σ _{c-min}	τ _c	σ _{f-max}	σ _{f-min}
2	9,105	0,000	0,000	95,365	-182,676

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	58

3 5,538 0,000 0,000 58,007 -111,116

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]
M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]
M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]
FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-190,4553</u>	1,33

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]
ε Deformazione media acciaio teso, espressa in [‰]
S_m Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_X	M_Y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ε	S_m	w
2	0,0000	-30,6376	-67,252	-6,055	801,51	0,0811	98	0,1352
3	0,0000	-30,6376	-67,252	-6,055	801,51	0,0432	98	0,0721

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

TC Tipo combinazione
scc tensione di compressione nel cls espresso in [MPa]
scl tensione di compressione limite nel cls espresso in [MPa]
sct tensione di trazione nel cls espresso in [MPa]
sctl tensione di trazione limite nel cls espresso in [MPa]
sfc, sft tensione minima e massima nell'armatura espressa in [MPa]
sf tensione limite nell'armatura espressa in [MPa]
Comb. Combinazione critica

Sezione n° 1 - SOLETTA

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sf	Comb.
SLEQP	5,538	13,280	-10,005	3,099	-111,116	58,007	450,000	3
SLER	9,105	18,260	-16,448	3,099	-182,676	95,365	337,500	2

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

TC Tipo combinazione
sf tensione nell'acciaio espresso in [MPa]
sc tensione nel cls espresso in [MPa]
A_{eff} Area efficace a trazione espresso in [cm²]
Esp Deformazione espressa in [‰]
sr spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w, wl ampiezza fessure e fessura limite espresse in [mm]
Comb. Combinazione critica

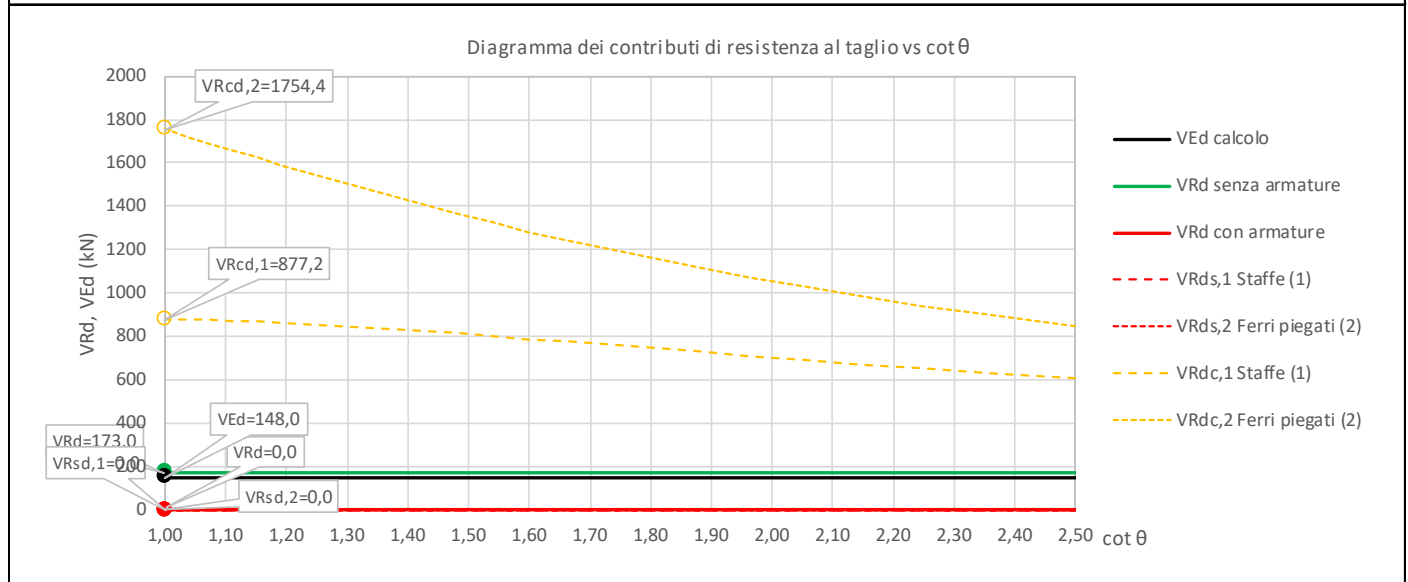
Sezione n° 1 - SOLETTA

TC	sf	sc	A_{eff}	Exp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-67,252	-6,055	78,602	0,0432	98,062	0,072	0,200	3

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	59

SLE -67,252 -6,055 78,602 0,0811 98,062 0,135 0,200 2

NOME: sbalzo	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)										Rev. 10.1
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO				
b_w	d	θ	$\cotg \theta$	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c		
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)			
1,00	0,22	45,00	1,00	0,0	148,0	136,7	32,00	18,13	1,50		
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$											
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)											
	f_{yd}	n	\emptyset	$A_{sl,\emptyset}$	A_{sl}	F_{Rd}	ΔF_{td}	F_{Ed}	F_{Rd}	F_{Ed}/F_{Rd}	
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)		
Barre B450C	391,3	5	14	1,54	7,70	301,2	74,0	780,7	1044,9	74,7%	VERIFICA OK
		5	22	3,80	19,01	743,7					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	A_{sl}	k_1	k	ρ_l (%)	v_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}		
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)			
	26,70	0,15	1,96	1,24%	0,55	0,00	1,00	173,0	85,6%	VERIFICA OK	



Nei riguardi dell'azione eccezionale dovuta alla rottura della catenaria si è effettuata una verifica locale a torsione in corrispondenza della sezione di sbalzo della soletta. In particolare, è stata valutata la resistenza lato calcestruzzo sia a torsione sia rispetto alla sollecitazione composta di taglio – torsione. Il valore dell'azione di taglio sollecitante allo sbalzo si è ottenuto come combinazione allo SLU dei vari carichi permanenti strutturali e non strutturali. Nella tabella a seguire un riepilogo delle caratteristiche della sezione in esame e i risultati delle verifiche svolte.

Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	60

NOME: Sbalzo

VERIFICA SEZIONI SOGGETTE A TORSIONE

DATI SEZIONE

b	h	c	θ	cot θ
(m)	(m)	(m)	(°)	
2	0,25	0,035	45	1

AZIONI DI CALCOLO

T_{Ed}	V_{Ed}
(kNm)	(kN)
156	71,70

CALCESTRUZZO

f_{ck}	f_{cd}	γ_c
(MPa)	(MPa)	
32	18,13	1,5

ARMATURA SEZIONE

f_{yd}	n	ϕ	$A_{s1,sup}$	$A_{s1,inf}$
(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)
Barre B450C	391,3	5	14	
		5	22	26,70
		5	14	7,70

VERIFICA A TORSIONE (§4.1.2.3.6)

A_c	u	t	A	A_1	u_m	v	T_{Rcd}	T_{Rsl}	T_{Rd}	T_{Ed}/T_{Rd}
(m ²)	(m)	(m)	(m ²)	(cm ²)	(m)		(kNm)	(kNm)	(kNm)	
0,50	4,50	0,11	0,38	34,40	427,78	0,52	380,82	23794,51	380,82	41% VERIFICA OK

VERIFICA A TAGLIO - TORSIONE (§4.1.2.3.6)

V_{Rcd}	T_{Rcd}	$V_{Ed}/V_{Rcd} + T_{Rd}/T_{Rcd}$
(kN)	(kNm)	
877,20	380,82	47% VERIFICA OK

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	61

11.6.2 Sezione di mezzeria

Nome sezione:

SEZIONE MEZZERIA SOLETTA

Tipo sezione

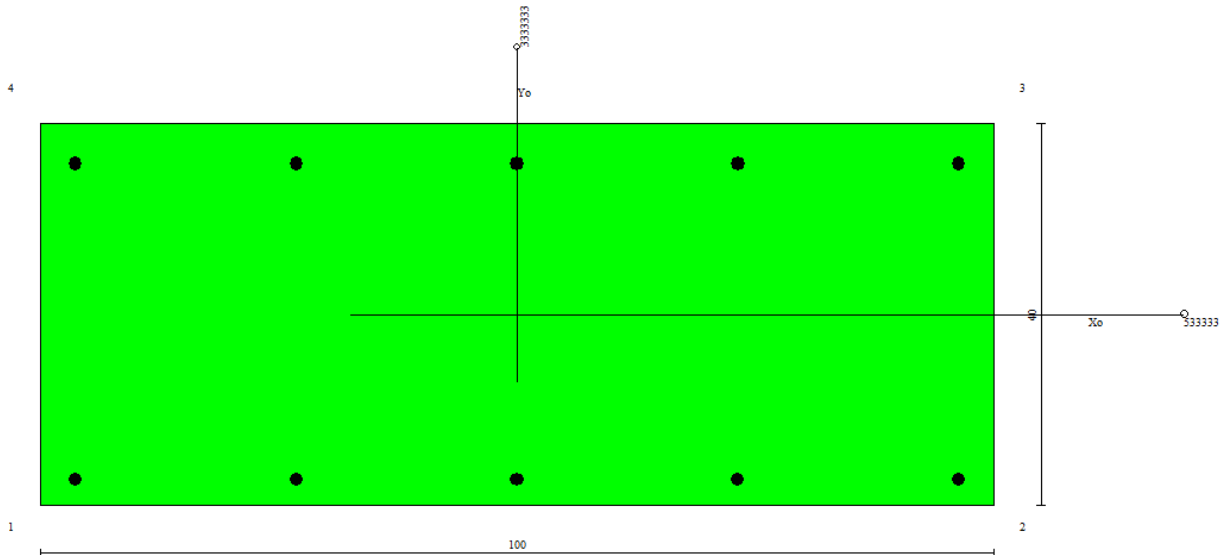
Rettangolare

Base

100,0 [cm]

Altezza

40,0 [cm]



Caratteristiche geometriche

Area sezione	4000,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	3333333,3 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	533333,3 [cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 20,00$ [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine	
N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	3,70	2,70	14	1,54
2	26,85	2,70	14	1,54
3	50,00	2,70	14	1,54
4	73,15	2,70	14	1,54
5	96,30	2,70	14	1,54
6	96,30	35,80	14	1,54
7	73,15	35,80	14	1,54
8	50,00	35,80	14	1,54
9	26,85	35,80	14	1,54
10	3,70	35,80	14	1,54

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	62

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	40,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	210000,000	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in [kN]
M _Y	momento lungo Y espresso in [kNm]
M _X	momento lungo X espresso in [kNm]
M _t	momento torcente espresso in [kNm]
T _Y	taglio lungo Y espresso in [kN]
T _X	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	0,0000	-34,8800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	-23,1400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
3	0,0000	-2,8500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
X _c	posizione asse neutro espresso in [cm]
α	inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]
(xi; yi) - (xf; yf)	Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	X _c	α	(xi; yi)	(xf; yf)
2	7,40	0,00	(100,00; 7,40)	(0,00; 7,40)
3	7,40	0,00	(100,00; 7,40)	(0,00; 7,40)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
σ _{c-max}	Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
σ _{c-min}	Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
σ _{f-max}	Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
σ _{f-min}	Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
τ _c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	σ _{c-max}	σ _{c-min}	τ _c	σ _{f-max}	σ _{f-min}
2	1,568	0,000	0,000	14,937	-90,295
3	0,193	0,000	0,000	1,840	-11,121

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N _u	Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]
M _{Xu}	Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]
M _{Yu}	Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-103,7965</u>	2,98

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
M _X	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M _Y	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
σ _f	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ _c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A _{eff}	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
ε	Deformazione media acciaio teso, espressa in [‰]
S _m	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_X	M_Y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ε	S_m	w
2	0,0000	-65,2001	-254,419	-19,469	1470,00	0,0000	0	0,0000
3	0,0000	-65,2001	-254,419	-19,469	1470,00	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

TC	Tipo combinazione
scc	tensione di compressione nel cls espresso in [MPa]
scl	tensione di compressione limite nel cls espresso in [MPa]
sct	tensione di trazione nel cls espresso in [MPa]
sctl	tensione di trazione limite nel cls espresso in [MPa]
sfc, sft	tensione minima e massima nell'armatura espressa in [MPa]
sf	tensione limite nell'armatura espressa in [MPa]
Comb.	Combinazione critica

Sezione n° 1 - SOLETTA

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	0,193	13,280	-0,851	3,099	-11,121	1,840	450,000	3
SLER	1,568	18,260	-6,910	3,099	-90,295	14,937	337,500	2

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

TC	Tipo combinazione
sf	tensione nell'acciaio espresso in [MPa]
sc	tensione nel cls espresso in [MPa]
A _{eff}	Area efficace a trazione espresso in [cmq]
Eps	Deformazione espressa in [‰]
sr	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w, wl	ampiezza fessure e fessura limite espresse in [mm]
Comb.	Combinazione critica

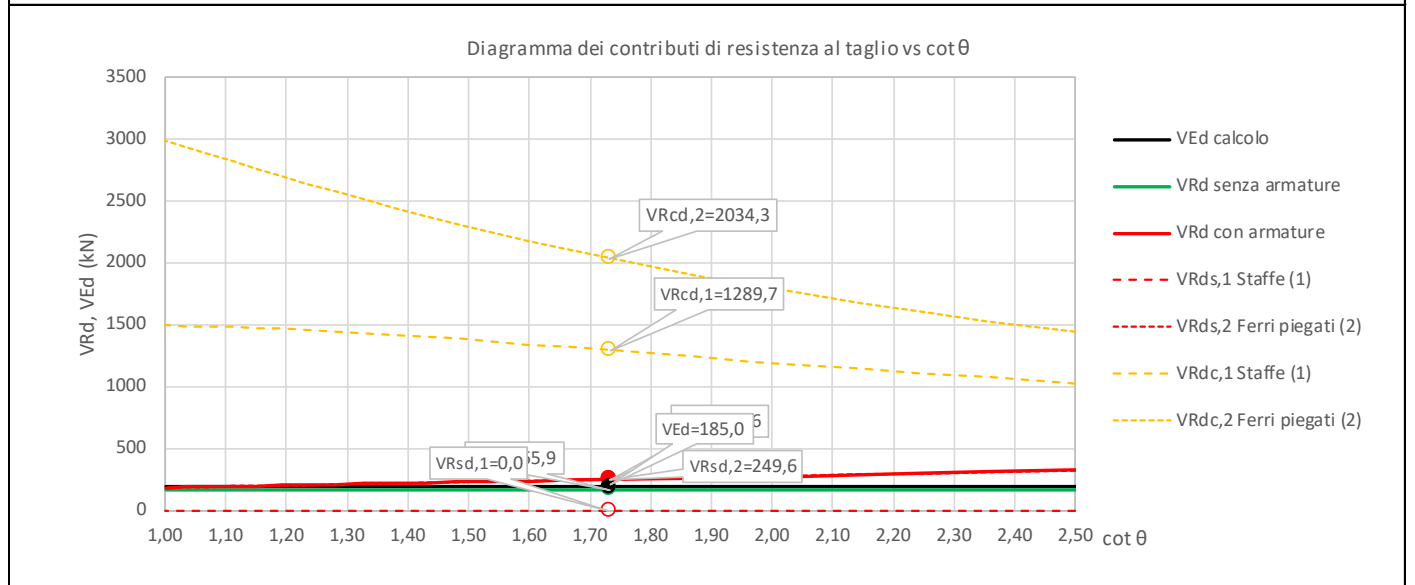
Sezione n° 1 - SOLETTA

TC	sf	sc	A_{eff}	Eps	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-254,419	-19,469	144,160	0,0000	0,000	0,000	0,200	3
SLER	-254,419	-19,469	144,160	0,0000	0,000	0,000	0,200	2

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	64

NOME: mezzeria		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)							Rev. 10.1		
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO				
b_w	d	θ	$\cotg \theta$	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c		
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)			
1,00	0,37	30,00	1,73	0,0	185,0	34,9	32,00	18,13	1,50		
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$											
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)											
	f_{yd}	n	\emptyset	$A_{sl,\emptyset}$	A_{sl}	F_{Rd}	ΔF_{td}	F_{Ed}	F_{Rd}	F_{Ed}/F_{Rd}	
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)		
Barre B450C	391,3	5	14	1,54	7,70	301,2	160,2	266,4	301,2	88,5% VERIFICA OK	
		0	0	0,00	0,00	0,0					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	A_{sl}	k_1	k	ρ_l	v_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}		
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)			
	7,70	0,15	1,74	0,21%	0,45	0,00	1,00	165,9	111,5%	Necessaria armatura	
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)											
	f_{ywd}	n_b	\emptyset	A_{sw}	α	s	V_{Rsd}	V_{Rcd}	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}	
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(°)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
Staffe / Pioli (1)	391,3	0,0	12	0,00	90	0,20	0,0	1289,7	0,0	249,6	74,1% VERIFICA OK
Ferri piegati (2)	391,3	5	16	10,05	45	-	249,6	2034,3	249,6		



Si è reso necessario per questa sezione l'inserimento di armatura trasversale, pari a 5 ϕ 16 ferri piegati.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	65

12. ANALISI DEI CARICHI IMPALCATO

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi globale sulla struttura portante longitudinale dell'impalcato, ovvero la sezione costituita dalle travi prefabbricate e la soletta collaborante.

Le azioni verticali sull'impalcato (carichi permanenti strutturali e non strutturali e azioni variabili) sono state determinate a partire dall'analisi trasversale svolta per le verifiche della soletta, tramite un modello ausiliario sviluppato per la stessa.

In particolare, la soletta è stata modellata in questa istanza come trave continua su quattro appoggi, ciascuno di essi posto in corrispondenza della mezzeria della luce di ciascuna trave, ed è stata caricata con i valori caratteristici delle azioni.

Si riporta di seguito, a scopo illustrativo, il modello in questione.

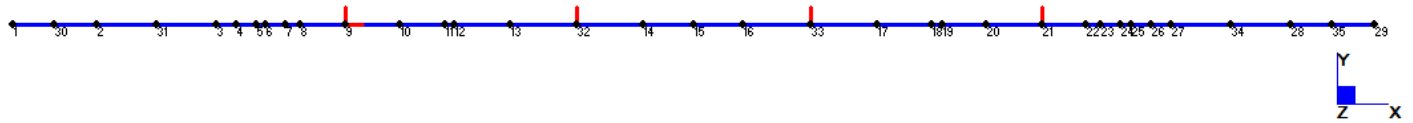


Figura 21 - Modello soletta ausiliario con numerazione nodi

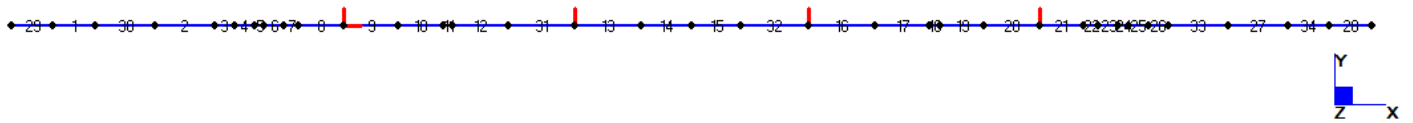


Figura 22 - Modello soletta ausiliario con numerazione elementi

Le reazioni così ottenute, cambiate di segno, sono state applicate sulle travi di pertinenza sotto forma di carichi uniformemente distribuiti sul modello agli EF dell'impalcato.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HY pro S.T.F.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

12.1 AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI (G_1)

12.1.1 Peso proprio trave in c.a.p.

Nome	γ_G (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
PP (cat. G_1)	1.00 / 1.30	-	-	-
PP (ponti stradali)	1.00 / 1.35	-	-	-

Si riporta lo schema di calcolo della trave, considerando il peso della sezione corrente, dei ringrossi e dei traversi.

In particolare, lo schema fa riferimento alla trave in semplice appoggio, con traversi gettati, nella fase immediatamente precedente il getto della soletta.



Figura 23 - Schema statico trave esterna semplicemente appoggiata

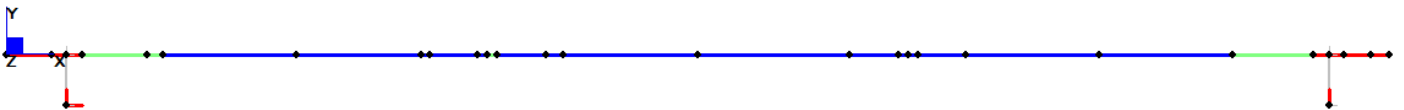


Figura 24 - Schema statico trave interna semplicemente appoggiata

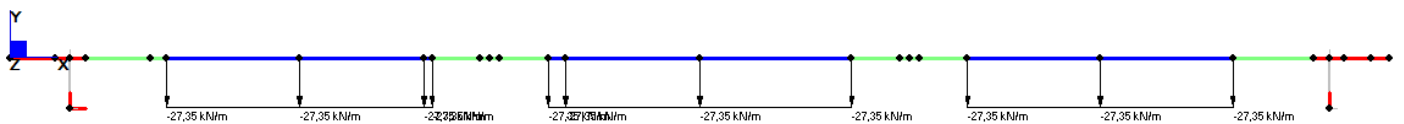


Figura 25 - Peso proprio sezione corrente trave esterna

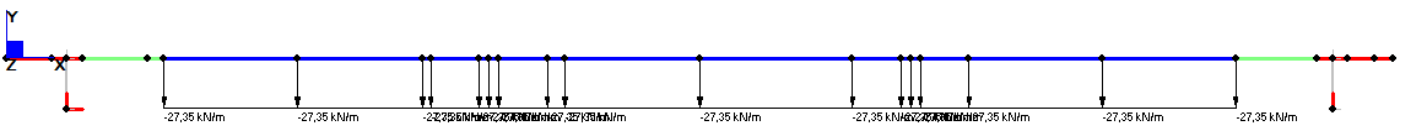


Figura 26 - Peso proprio sezione corrente trave interna

Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	67

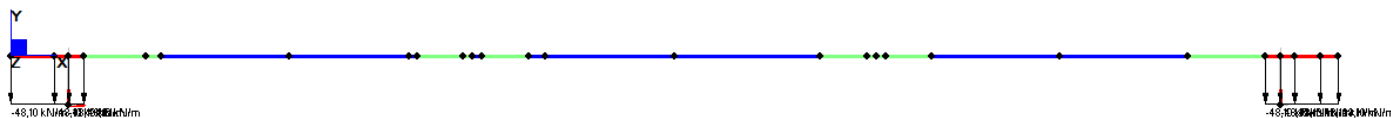


Figura 27 - Peso proprio sezione di testata

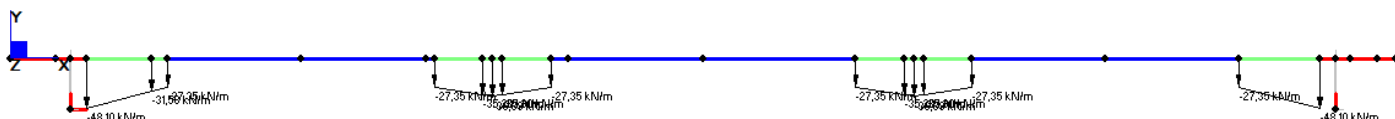


Figura 28 - Peso proprio ringrossi trave esterna

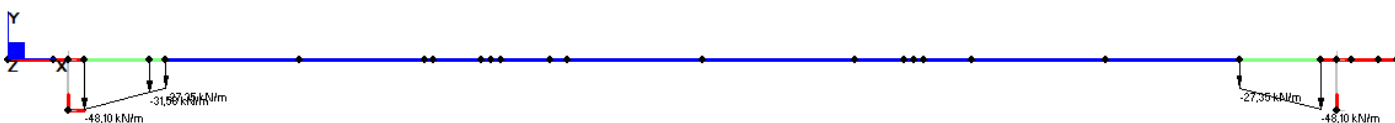


Figura 29 - Peso proprio ringrossi trave interna

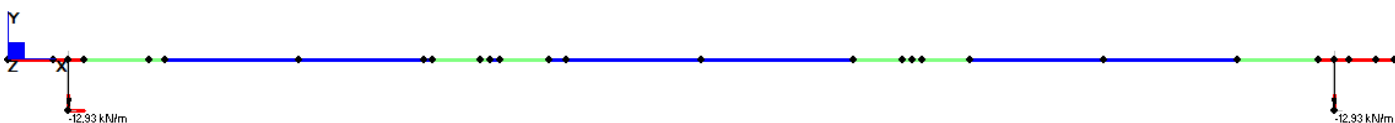


Figura 30 - Peso proprio traversi testata

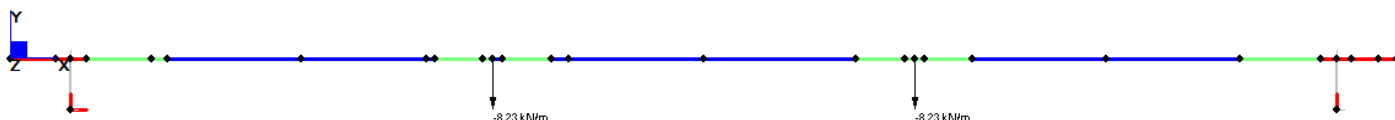


Figura 31 - Peso proprio traversi interni

I pesi applicati al modello sono stati calcolati in riferimento alle sezioni di trave qui di seguito illustrate, considerando un peso specifico del calcestruzzo di 25 kN/m^3 .

Con riferimento alla sezione di ringrosso, gli spessori delle anime sono stati ottenuti mediando quelli delle sezioni correnti e di testata delle travi.

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	68

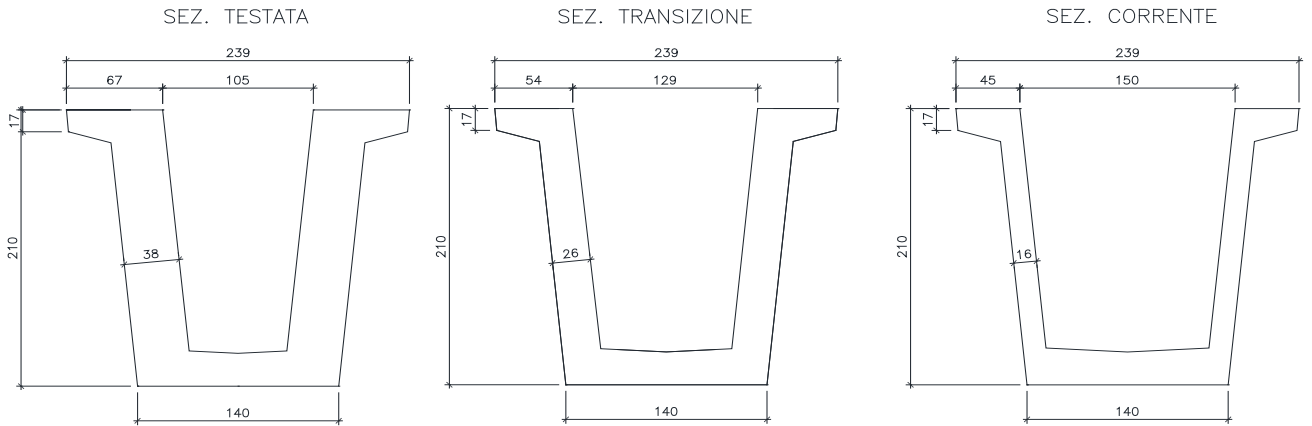
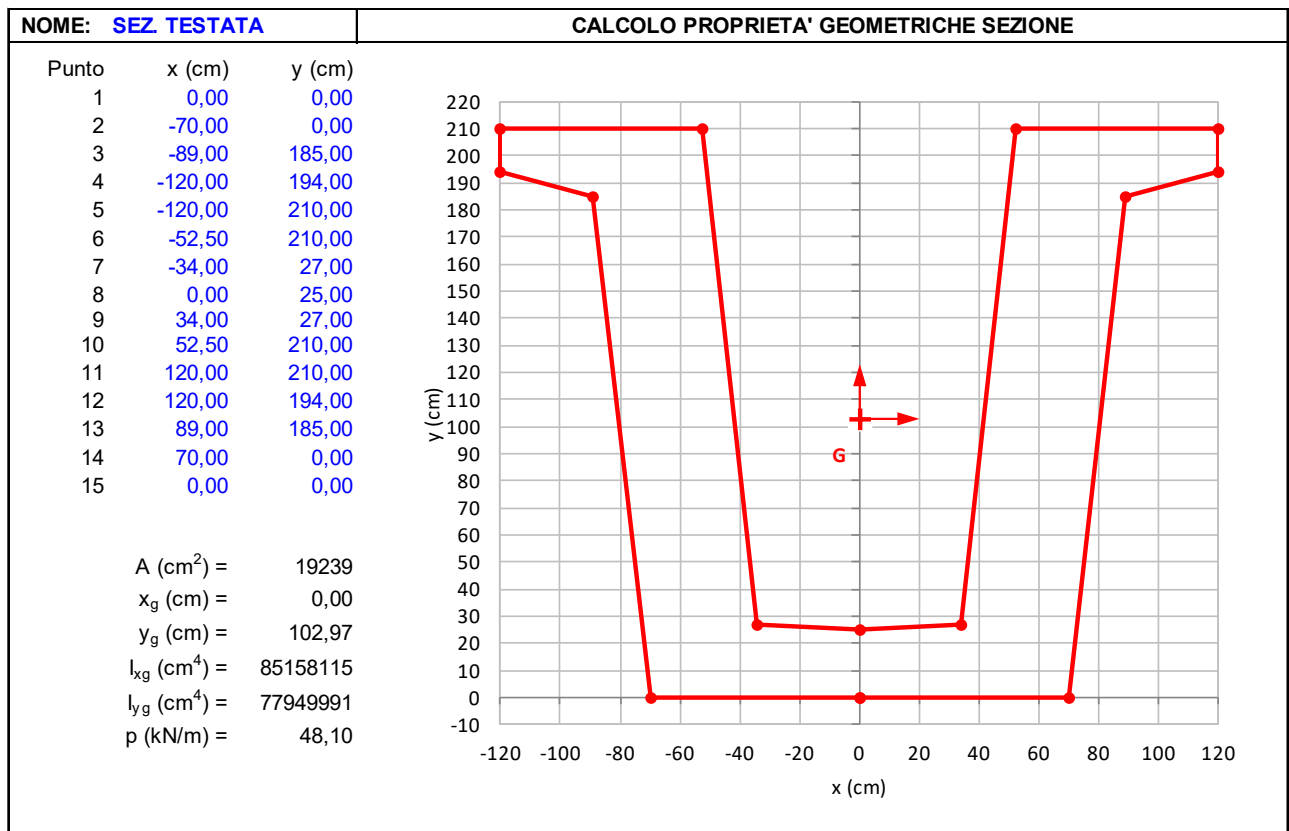
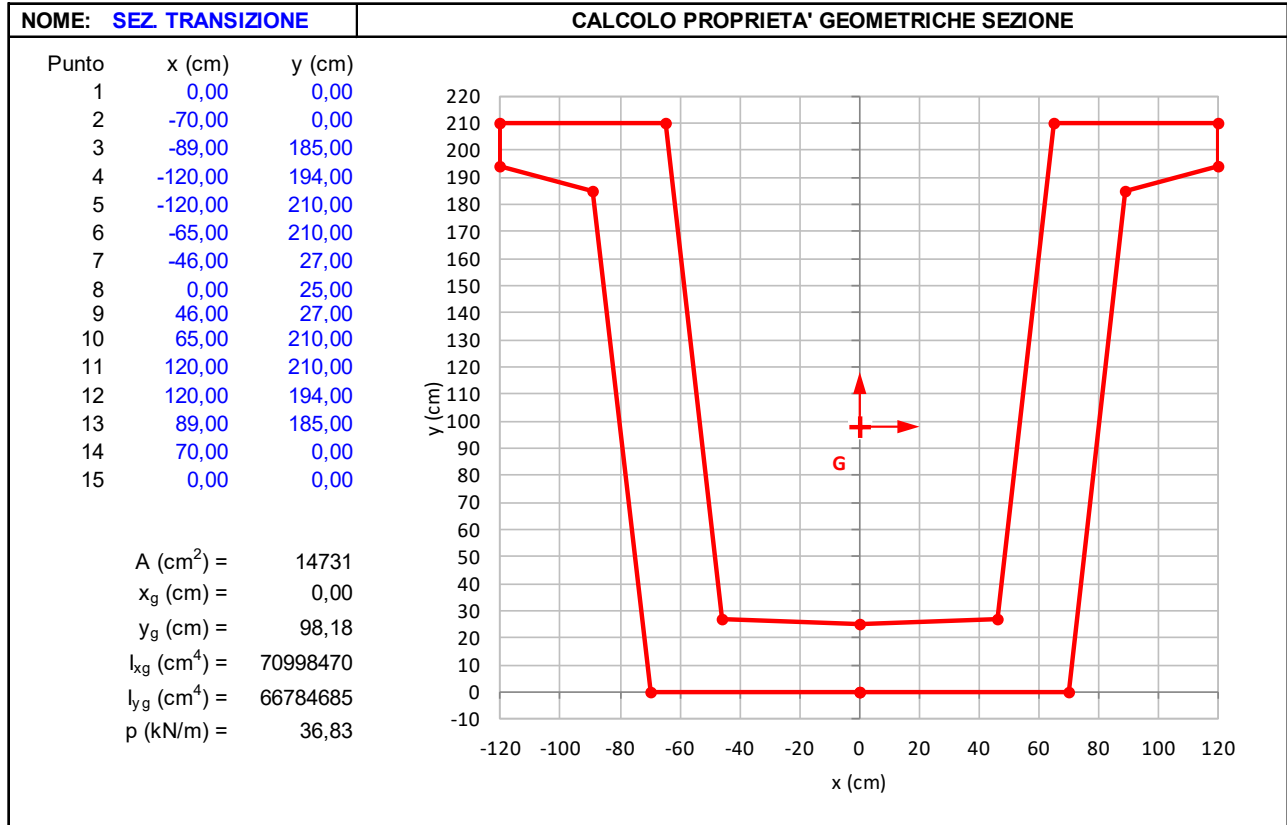


Figura 32 Sezioni trave: testata, ringrosso, corrente



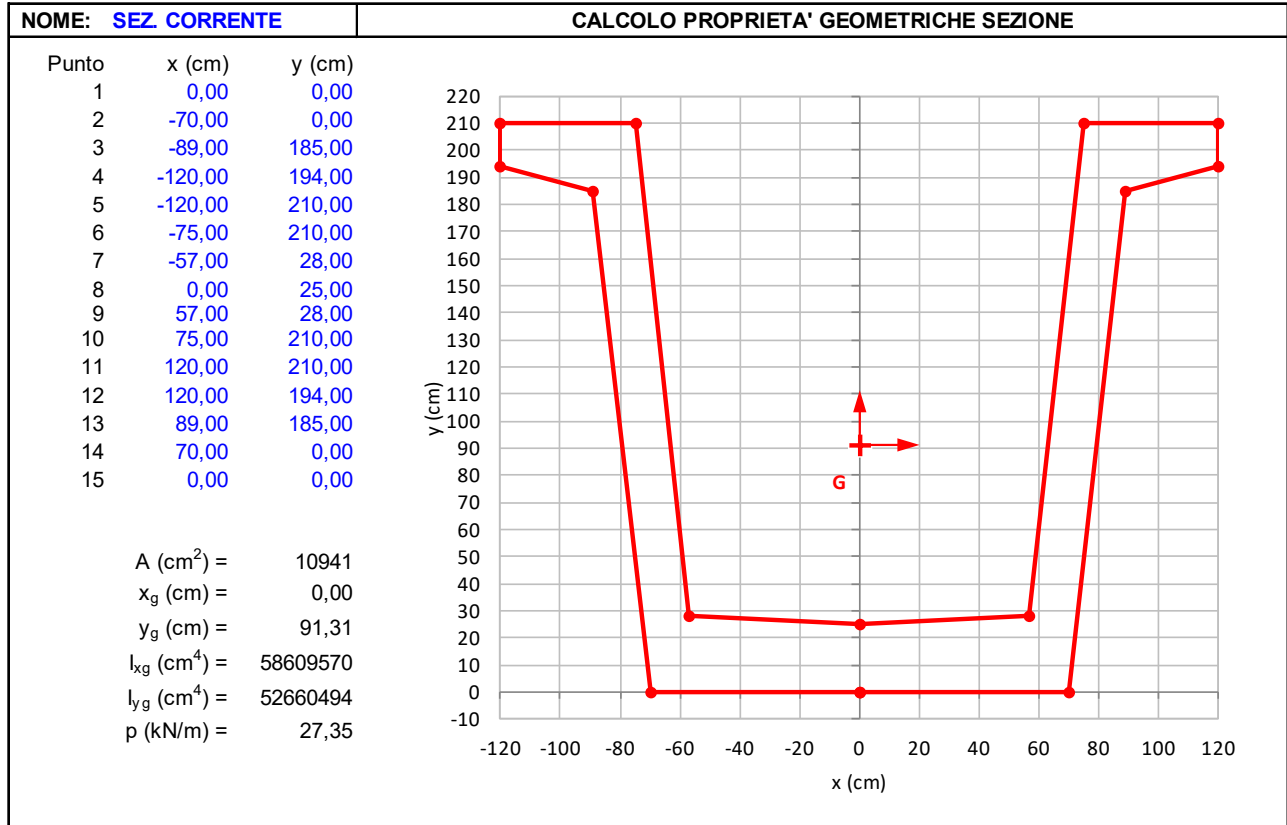
**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	69



Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	70



Per ciò che concerne i pesi propri dei traversi, questi sono stati ottenuti considerando per essi la geometria definita sulle tavole di carpenteria dell'impalcato in c.a.p. riportate negli elaborati generali, spessore pari a: 55 cm per i traversi di testata e 35 cm per quelli in campata. I pesi concentrati sono stati divisi per l'interasse tra le travi per ottenere un valore di carico uniformemente distribuito da applicarsi lungo i traversi.

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	71

12.1.2 Peso proprio soletta

Con riferimento al modello locale prima descritto, il peso proprio della soletta determina l'insorgenza delle seguenti reazioni sulle travi in c.a.p.:

Nome	R ₁ [kN/m]	R ₂ [kN/m]	R ₃ [kN/m]	R ₄ [kN/m]
PP soletta	52	4	4	52

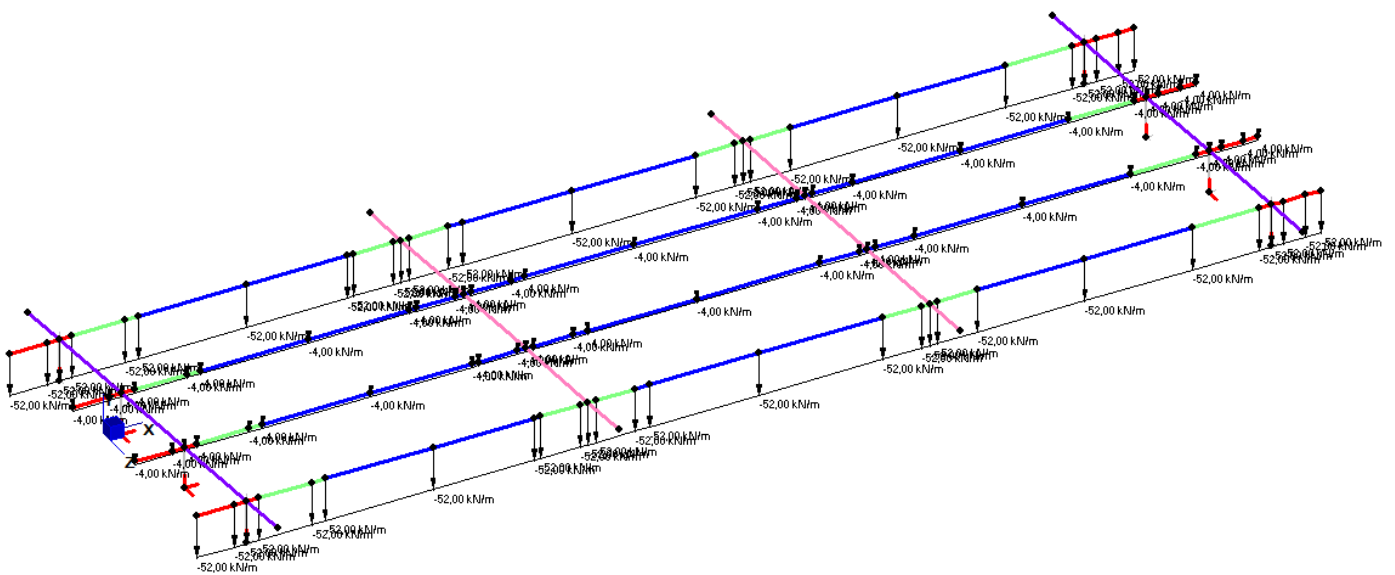


Figura 33 - Modello impalcato con peso proprio soletta

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	72

12.2 AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G_2)

Nome	γ_G (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
PP (ponti ferroviari)	1.00 / 1.5	-	-	-

Le reazioni sulle travi in c.a.p. dovute ai carichi permanenti non strutturali e al ballast sono riassunte nella tabella seguente:

Nome	R_1 [kN/m]	R_2 [kN/m]	R_3 [kN/m]	R_4 [kN/m]
Ballast	26	40	40	26
Permanenti non strutturali				
Velette	18	-11	-11	18
Arredi	34	-18	-18	34
Barriere	46	-26	-26	46

Si noti che i valori suddetti sono riferiti al metro lineare, essendo stati calcolati su una sezione di soletta larga 1m. Inoltre, la voce riferita agli arredi è comprensiva delle reazioni ai carichi di cordolo, massetto, parapetto, muretto paraballast e cavidotti.

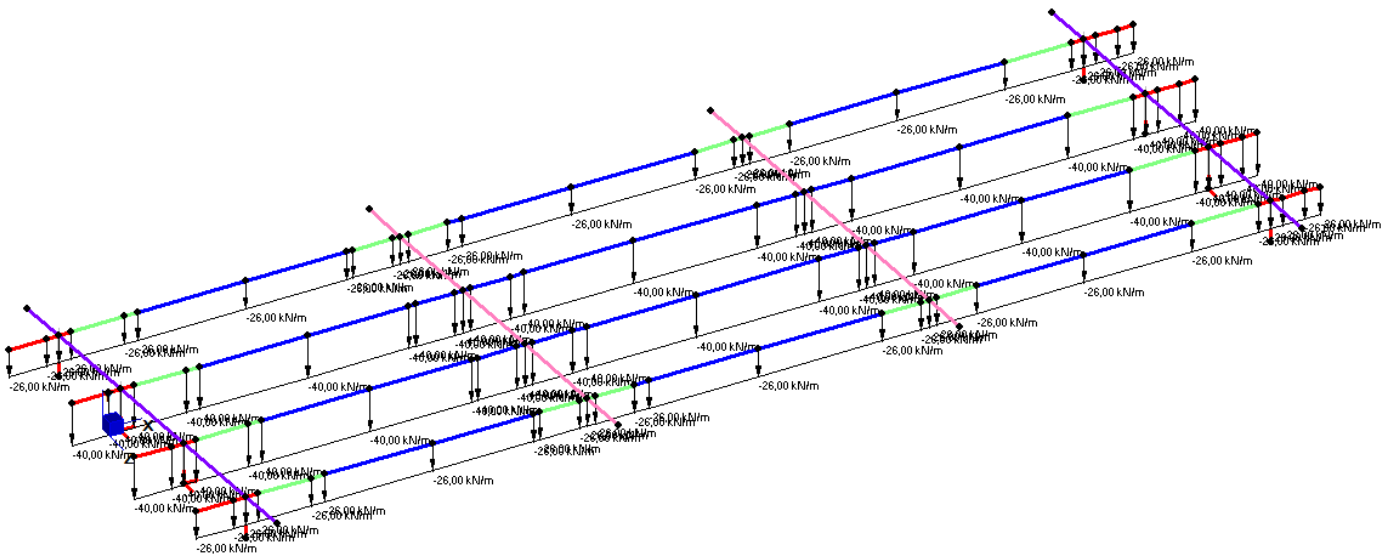


Figura 34 - Peso ballast

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	73

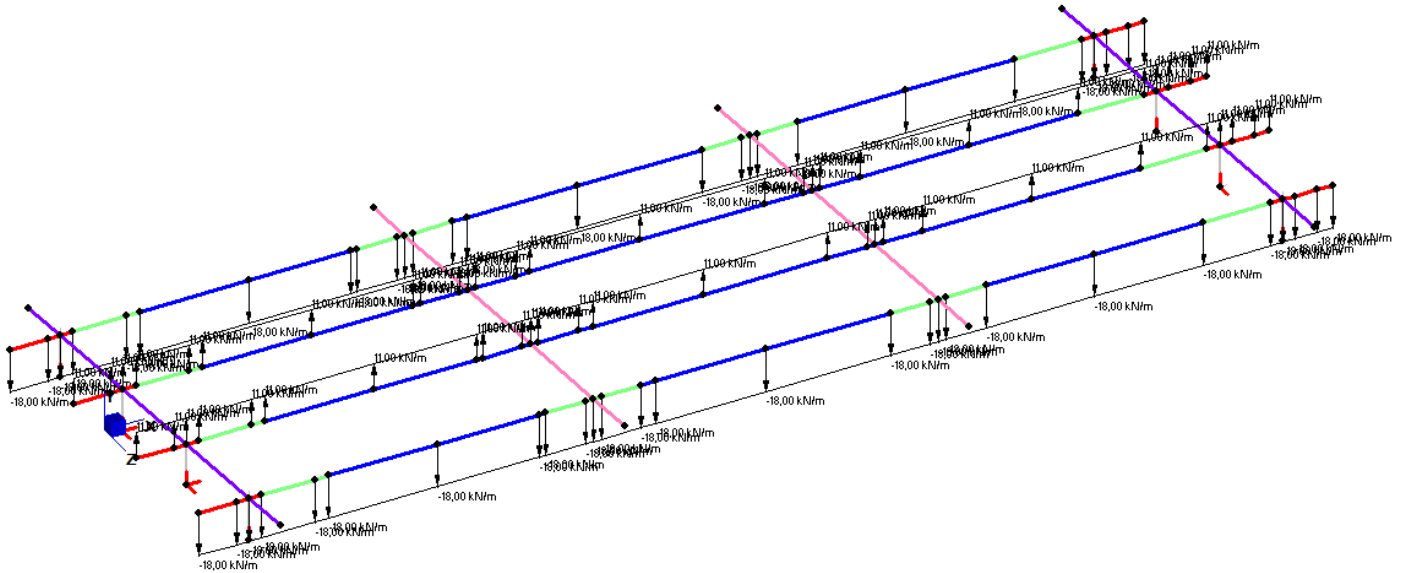


Figura 35 - Peso velette

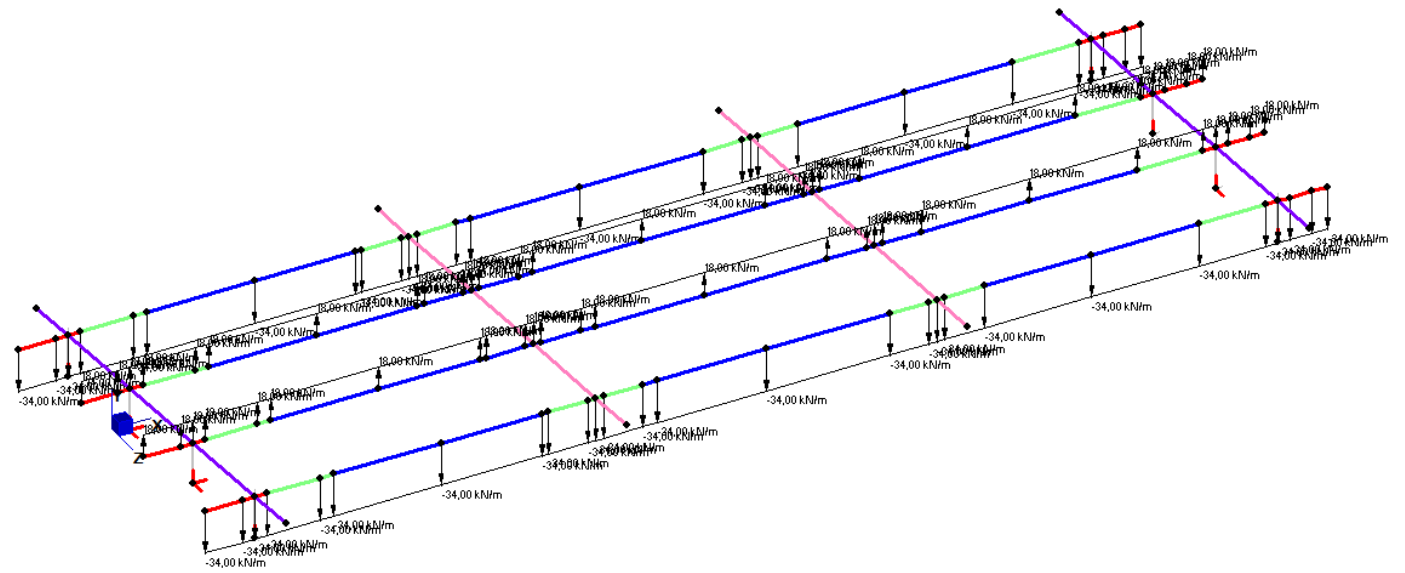


Figura 36- Peso arredi

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	74

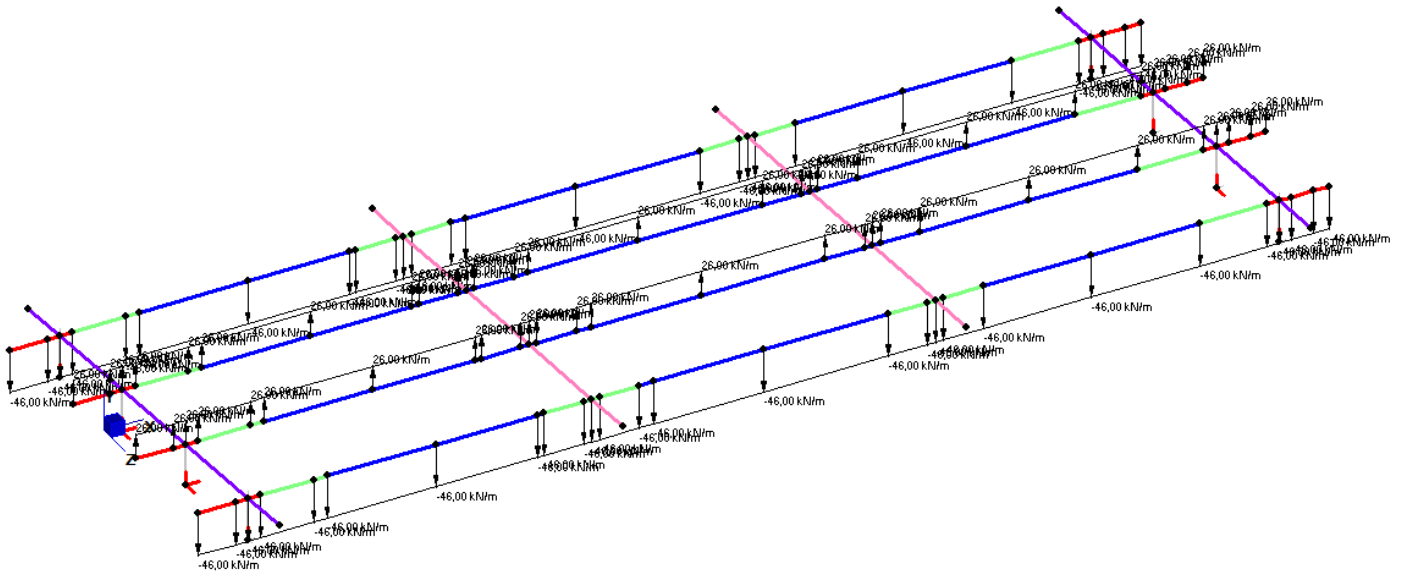


Figura 37 - Peso barriere antirumore

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	75

12.3 CARICHI VERTICALI DA TRENO

Le azioni verticali dovute al passaggio dei convogli sull'impalcato sono da definirsi secondo quanto riportato al par §8.4.2 della presente relazione. Tuttavia, nell'ambito dell'analisi longitudinale dei carichi, il valore del coefficiente dinamico ϕ_3 da adottarsi nell'amplificazione dei carichi da treno differirà da quello precedentemente calcolato, dovendo in questo caso considerarsi una lunghezza L_ϕ funzione della luce dell'impalcato, ovvero $L = 25$ m. Dunque, seguendo le prescrizioni del §2.5.4.2.5 del "Manuale di progettazione delle opere civili, parte II - sezione 2 – ponti e strutture", si ottiene $L_\phi = 22.8$ m e:

$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 = 1.204$$

Alla luce delle considerazioni fatte nell'ambito del §9.1.4 sulla ripartizione trasversale dei carichi, sono state calcolate le reazioni delle travi in c.a.p. ai carichi q_{vk} e Q_{vk} (considerati con i loro valori caratteristici) relativi ai treni di carico LM71 ed SW/2, utilizzando il modello ausiliario di Fig. (29-30). Essi sono riportati nella seguente tabella:

Nome	R ₁ [kN/m]	R ₂ [kN/m]	R ₃ [kN/m]	R ₄ [kN/m]
$q_{vk,1}$ (LM71)	24	61	-3	1
$q_{vk,2}$ (LM71)	29	56	-4	1
$Q_{vk,1}$ (LM71)	47	118	-6	1
$Q_{vk,2}$ (LM71)	57	110	-8	1
q_{vk} (SW/2)	50	110	-7	1

Si noti che i valori suddetti sono riferiti al metro lineare, essendo stati calcolati su una sezione di soletta larga 1m. I pedici 1,2 per i carichi riferiti allo schema LM71 fanno riferimento alla diversa configurazione del carico ripartito in ragione dell'aver considerato l'eccentricità rispettivamente a destra o a sinistra dell'asse del binario.

In ragione dell'analisi longitudinale dell'impalcato, i treni di carico sono stati assunti come:

- SW/2 viaggiante sul binario 1;
- LM71 viaggiante sul binario 2, con eccentricità verso l'interno.

Le azioni ottenute dalla precedente tabella sono state moltiplicate per il coefficiente di amplificazione dinamica e per il coefficiente di adattamento pertinente, ottenendo:

Nome	R ₁ [kN/m]	R ₂ [kN/m]	R ₃ [kN/m]	R ₄ [kN/m]
$q_{vk,2}$ (LM71)	1.32	-3.97	80.66	31.74
$Q_{vk,2}$ (LM71)	1.32	-7.93	156.04	62.15
q_{vk} (SW/2)	60.11	132.24	-8.41	1.20

Di seguito si riporta, in via esemplificativa, lo schema di carico associato alla condizione di massimo momento flettente positivo in mezzera della trave.

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	76

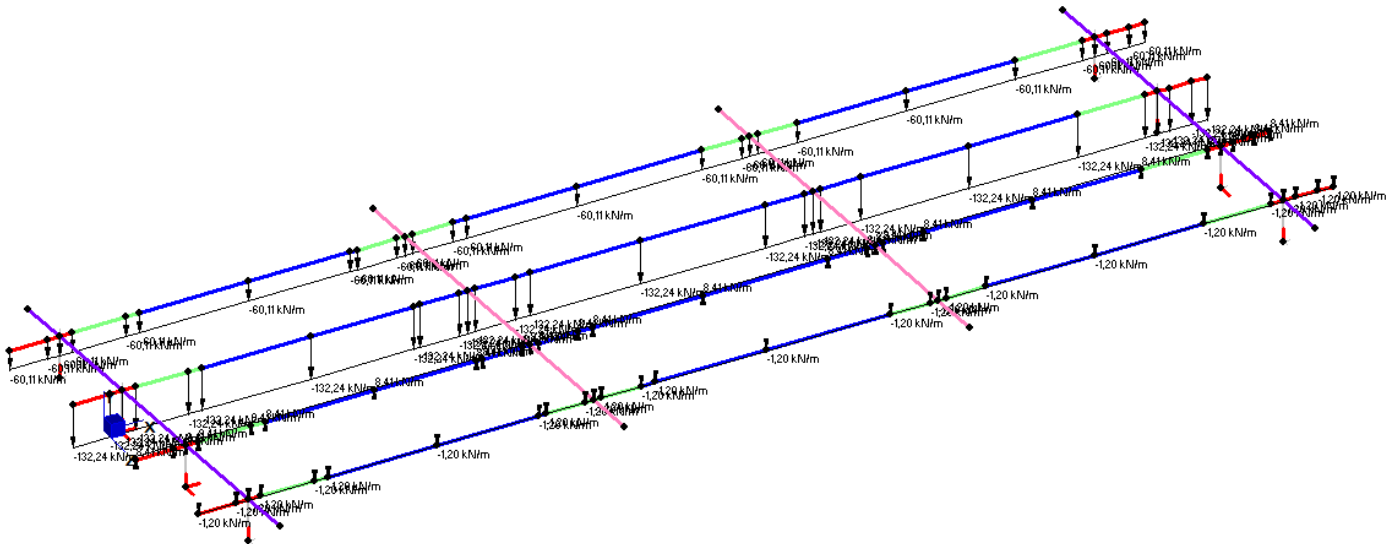


Figura 38 - Azioni sulle travi dovute al passaggio di SW/2 sul binario 1

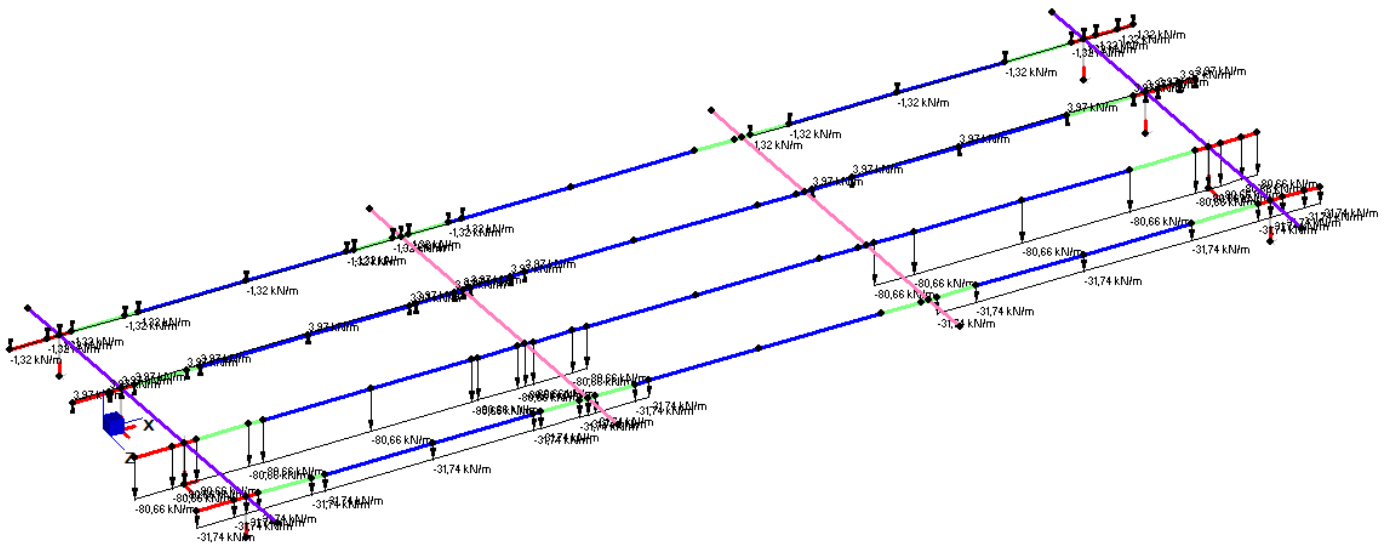


Figura 39 - Azioni sulle travi dovute al passaggio del treno di carico qv LM71 sul binario 2

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	77

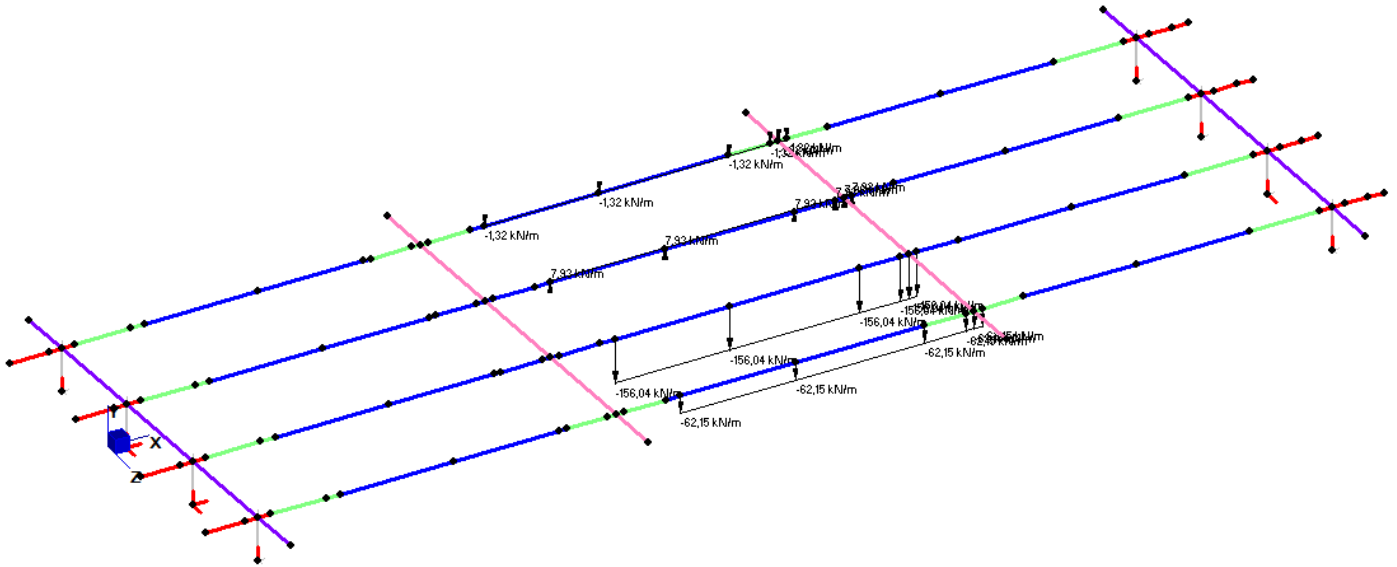


Figura 40 - Azioni sulle travi dovute al passaggio del treno di carico Qv LM71 sul binario 2

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	79

12.5 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI (Q)

12.5.1 Forza centrifuga (Q₄)

Nome	Tipo	Y _Q	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
		(Fav / Sfav)			
CENTRIFUGA	Variabili da traffico ferroviario	0.00 / 1.45	0.80	0.50	0.00

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 del tratto in curva.

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

Le forze centrifughe sono valutate in accordo al par. 2.5.1.4.3.1 del "Manuale di progettazione delle opere civili parte II - sezione 2- ponti e strutture: "RFI DTC SI PS MA IFS 001 E".

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

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

q_{tk} valore caratteristico della forza centrifuga, espresso in kN/m

q_{vk} valore caratteristico dei carichi verticali ferroviari, espresso in kN/m

V velocità di progetto, espressa in km/h

f fattore di riduzione

R raggio di curvatura, espresso in m

Nel caso in esame essendo V=200 km/h vanno considerati i seguenti casi di calcolo:

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 x 1 x SW/2	Φ x 1 x SW/2
	< 100	V	1	1	1 x 1 x SW/2	
LM71 e SW/0	> 120	V	1	f	1 x f x (LM71 ² +SW/0)	Φ x 1 x 1 x (LM71 ² +SW/0)
		120	α	1	α x 1 x (LM71 ² +SW/0)	Φ x α x 1 x (LM71 ² +SW/0)
	≤ 120	V	α	1	α x 1 x (LM71 ² +SW/0)	

Tab. 2.5.1.4.3.1-1 - Parametri per determinazione della forza centrifuga

In particolare per il treno LM71 andrà considerata la condizione più sfavorevole tra le due indicate in tabella.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	80

NOME: IMPALCATO L=25 m			CALCOLO FORZA CENTRIFUGA			Rev. 00
DATI DEL PROGETTO						
V (km/h)	200	Velocità di progetto	Distanza PF/appoggi (m)		3,57	
R (m)	2200	Raggio di curvatura				
L _f (m)	25,00	Lunghezza di binario carico				
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2				
Q _{vk} (kN)	250,0	q _{vk} (kN/m)	150,0	Carichi verticali ferroviari caratteristico		
	Caso 1	Caso 2		Caso 1		
V (km/h)	200	120	V (km/h)	100	Velocità di progetto	
α (-)	1,00	1,10	α (-)	1,00	Coefficiente di adattamento	
f (-)	0,692	1,000	f (-)	1,00	Fattore di riduzione	
Q _{tk} (kN)	24,78	14,17				
Q _{4,c} (kN)	24,8		q _{4,c} (kN/m)	5,4	Forza centrifuga caratt. trasversale	
M _{4,c} (kNm)	88,5		M _{4,c} (kNm)	19,2	Momento torcente forza centrifuga caratt.	
Nota: i valori iniziale di Q _{vk} sono caratteristici verticali (non amplificati per α o per Φ)						

L'azione laterale agente sulle travi è equivalente alla forza, definita secondo il modello di carico, distribuita su tutta la larghezza dell'impalcato. Per la definizione del momento torcente si considera la distanza dal PF tra il baricentro della trave e una quota 1.8m aldilà del PF.

	Centrifuga R= 2200m				
	LM71 - Caso a		LM71 - Caso b		SW2
Q _{4c,k}	250,00	80,00	250,00	80,00	150,00
α (-)	1,10	1,10	1,00	1,00	1,00
v (m/s)	120,00	120,00	200,00	200,00	100,00
f (-)	1,00	1,00	0,69	0,69	1,00
Q _{4c}	14,17	4,54	24,78	7,93	5,37
Q _{4c} (kN/m)	2,21	1,13	3,87	1,98	1,34
M _z (kN.m)	7,91	4,05	13,82	7,08	4,79

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	81

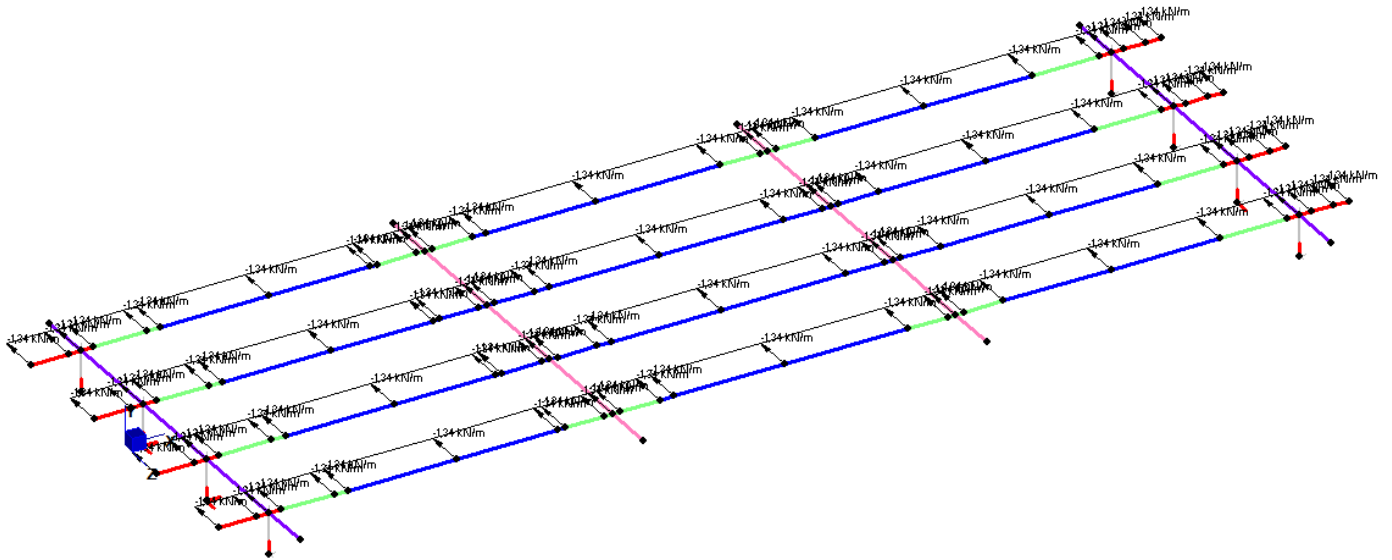


Figura 43 - Componente trasversale della forza centrifuga agente sull'impalcato - Carico SW/2

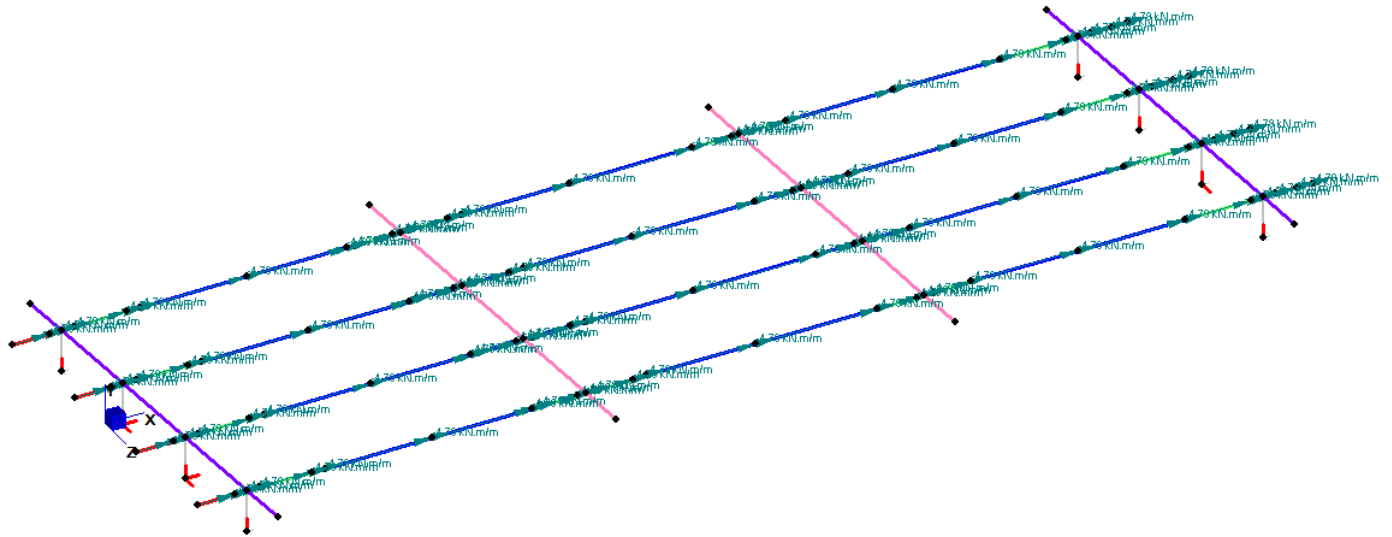


Figura 44 - Momento dovuto all'eccentricità dell'azione centrifuga rispetto al baricentro delle travi - Carico SW/2

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001	REV B

12.5.2 Azione laterale serpeggio (Q_5)

Nome	Tipo	γ_Q (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
SERPEGGIO	Variabili da traffico ferroviario	0.0 / 1.45	0.80	0.50	0.00

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 delle NTC 2008, ed equivale ad una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario, del valore di 100 kN. Tale valore deve essere moltiplicato per il coefficiente di adattamento α .

NOME: IMPALCATO L=25 m		CALCOLO FORZA SERPEGGIO		Rev. 00
Q_{sk} (kN)	100,0	Azione caratteristica di serpeggio	Distanza PF/appoggi (m)	1,77
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
α (-)	1,10	α (-)	1,00	
$Q_{5,s}$ (kN)	110,0	$Q_{5,s}$ (kN)	100,0	Forza serpeggio caratt. trasversale
$M_{5,s}$ (kNm)	194,70	$M_{5,s}$ (kNm)	177,00	Momento torcente forza serpeggio caratt.

Secondo quanto prescritto dalla norma, la forza di serpeggio deve essere sempre combinata con i carichi verticali. I valori ottenuti in tabella per i carichi concentrati sono stati distribuiti su una lunghezza pari a quella del binario caricato con LM71 e SW/2 rispettivamente. Tenuto inoltre conto che il serpeggio viene applicato alla sommità della rotaia, l'eccentricità tra la quota di applicazione del carico e la quota del baricentro comporta l'insorgenza di un momento che è stato tenuto in conto in fase di modellazione.

Si noti che il valore dei carichi così ottenuti sono stati ripartiti sulle 4 travi in modo tale che l'azione applicata al modello sia equivalente a quella calcolata.

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	83

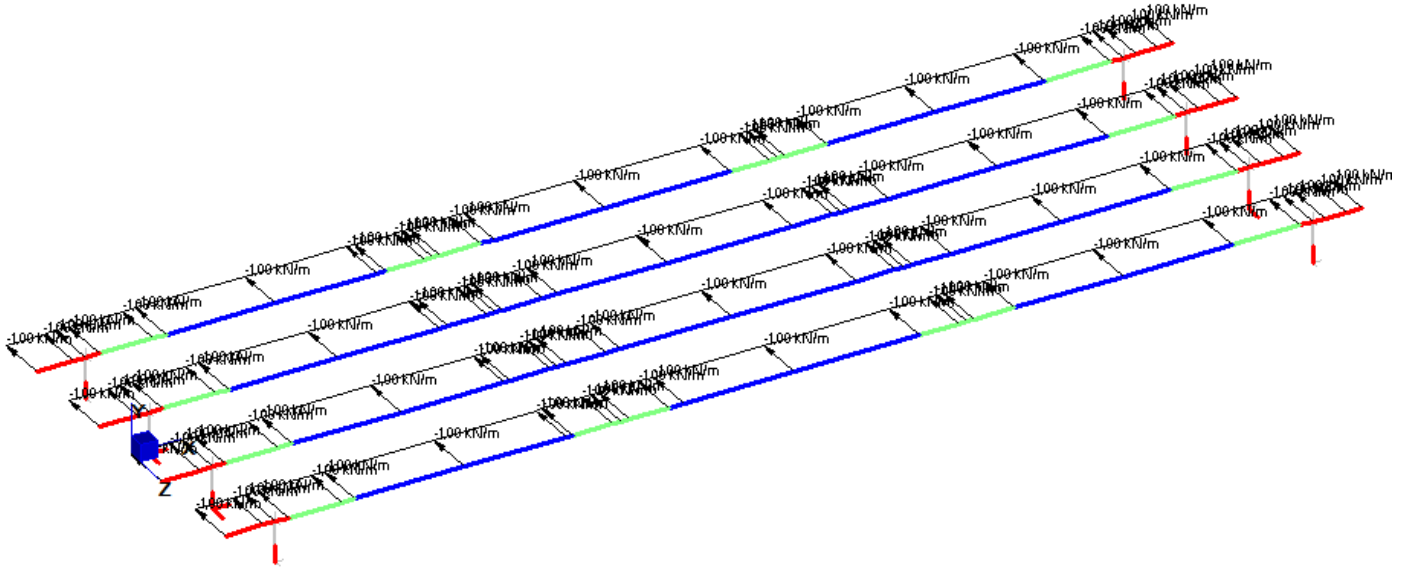


Figura 45 - Componente trasversale del serpeggio - Carico SW/2

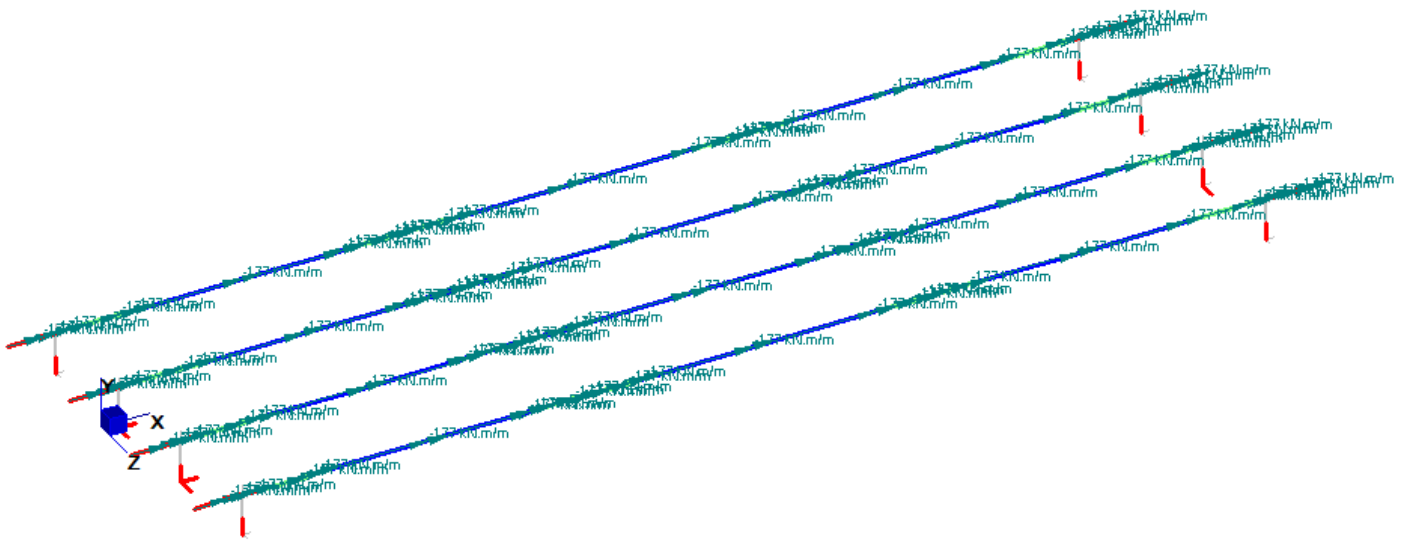


Figura 46 - Momento dovuto all'eccentricità rispetto all'asse baricentrico - Carico SW/2

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	84

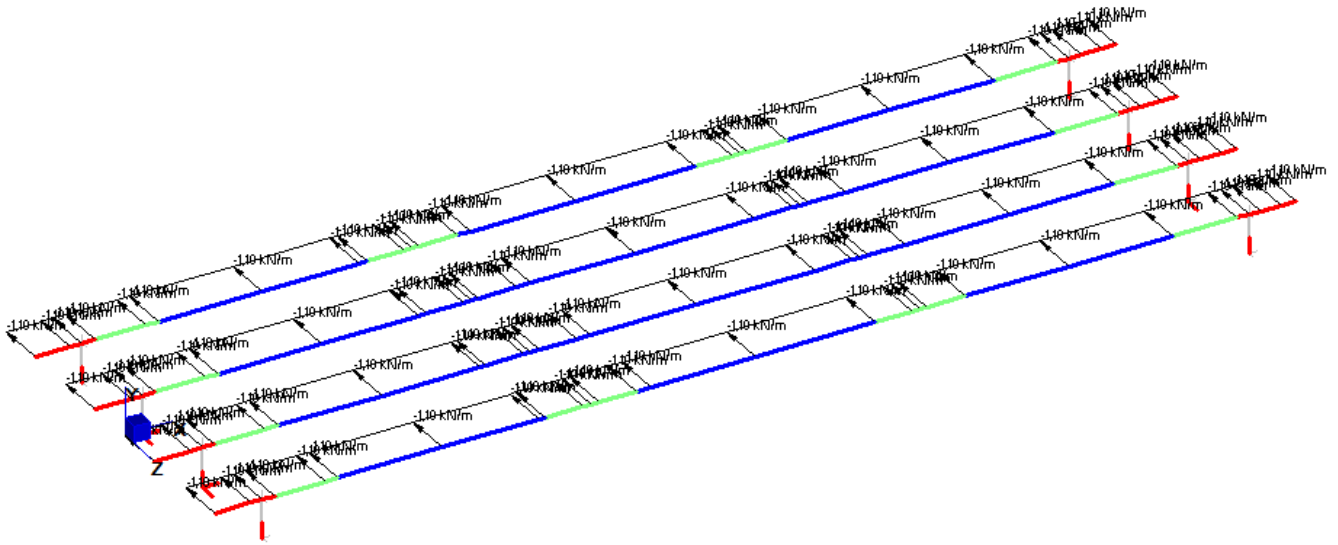


Figura 47 - Componente trasversale del serpeggio - Carico LM71

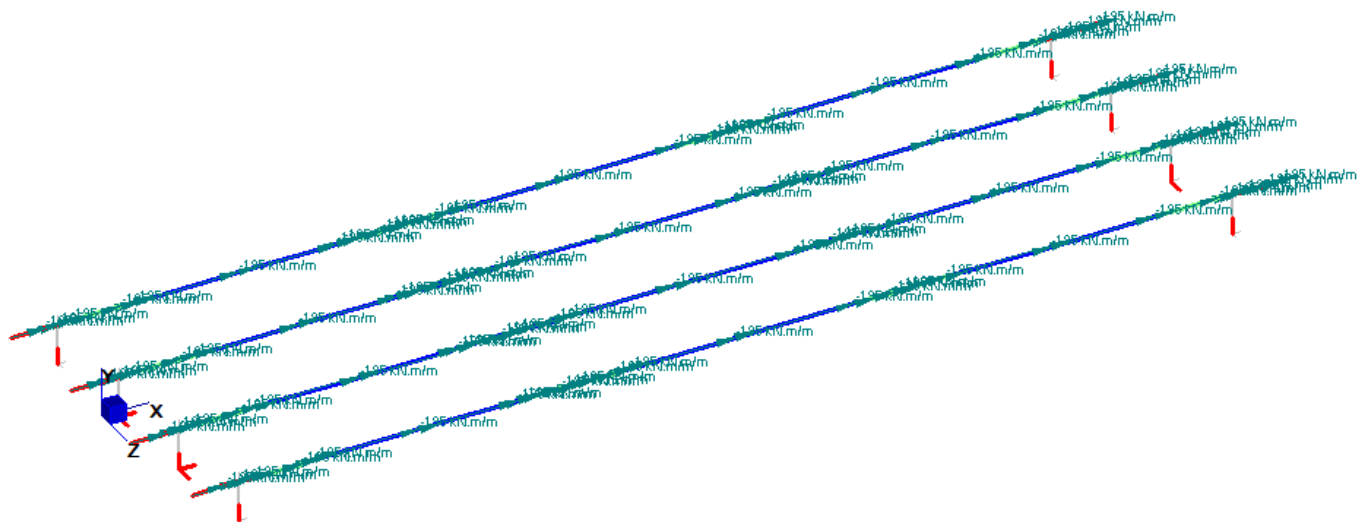


Figura 48 - Momento dovuto all'eccentricità rispetto asse baricentrico - Carico LM71

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	85

12.5.1 Azioni di avviamento e frenatura (Q_3)

L'azione orizzontale associata all'avviamento e alla frenatura dei treni 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 delle NTC 2008, ed equivale ad una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, parallelamente all'asse del binario.

Nome	Tipo	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_2
		(Fav / Sfav)			
TRAFFICO LM71	Carichi da traffico	0.00 / 1.45	0.80	0.50	0.00
TRAFFICO SW/2	ferroviario	0.00 / 1.45	0.80	0.50	0.00

I valori caratteristici da considerare, da moltiplicare per i coefficienti di adattamento α , sono:

Avviamento

$Q_{3a,k} = 33 \text{ [kN/m]} * L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ KN}$ modelli di carico LM71, SW/0, SW/2

Frenatura

$Q_{3f,k} = 35 \text{ [kN/m]} * L \text{ [m]}$ modelli di carico SW/2

$Q_{3f,k} = 20 \text{ [kN/m]} * L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ KN}$ modelli di carico LM71, SW/0

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, pertanto per ogni binario (B1 o B2) si può avere:

NOME: IMPALCATO L=25 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FREMATURA		Rev. 00
L calcolo (m)	22,80	Lunghezza tra appoggi	Distanza PF/appoggi (m)	1,77
L (m)	25,00	Lunghezza di binario carico		
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
α (-)	1,10	α (-)	1,00	
$Q_{3,f}$ (kN)	550,0	$Q_{3,f}$ (kN)	875,0	Forza frenatura caratt. longitudinale
$V_{3,f}$ (kNm)	42,7	$V_{3,f}$ (kNm)	67,9	Forza frenatura caratt. verticale
$Q_{3,a}$ (kN)	907,5	$Q_{3,a}$ (kN)	825,0	Forza avviamento caratt. longitudinale
$V_{3,a}$ (kNm)	70,5	$V_{3,a}$ (kNm)	64,0	Forza avviamento caratt. verticale

Le azioni da avviamento e frenatura sono state applicate alle travi del modello agli EF di impalcato sotto forma di carichi uniformemente distribuiti. In particolare, il valore caratteristico dell'azione, moltiplicato per l'opportuno coefficiente di adattamento, è stato diviso per 4, trattandosi di azioni assiali.

Inoltre, per tenere conto dell'eccentricità dell'azione rispetto all'asse della sezione corrente (livello del piano di modellazione del graticcio di impalcato), un momento distribuito è stato applicato a ciascuna delle travi di impalcato, ottenuto come prodotto delle suddette azioni assiali per l'eccentricità.

Nell'ambito dell'analisi, per massimizzare lo stato di sollecitazione nell'impalcato, si è scelto di applicare avviamento e frenatura nello stesso verso.

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	86

In via esemplificativa si riportano di seguito gli schemi di carico per l'azione di frenatura associati al treno di carico SW/2.

Si noti infine che le azioni considerate sono state:

- Frenatura per modello di carico SW/2
 $f_{fren} = 35 \text{ [kN/m]} * 1 / 4 = 8.75 \text{ kN/m}$
 $m_{fren} = f_{fren} * e = 8.75 \text{ [kN/m]} * 1.770 \text{ m} = 15.49 \text{ kN.m/m}$
- Frenatura per modello di carico LM71
 $f_{fren} = 20 \text{ [kN/m]} * 1.1 / 4 = 5.50 \text{ kN/m}$
 $m_{fren} = f_{fren} * e = 5.50 \text{ [kN/m]} * 1.770 \text{ m} = 9.74 \text{ kN.m/m}$
- Avviamento per modello di carico SW/2
 $f_{avv} = 33 \text{ [kN/m]} * 1 / 4 = 8.25 \text{ kN/m}$
 $m_{avv} = f_{avv} * e = 8.25 \text{ kN/m} * 1.770 \text{ m} = 14.60 \text{ kNm/m}$
- Avviamento per modello di carico LM71
 $f_{avv} = 33 \text{ [kN/m]} * 1.1 / 4 = 9.08 \text{ kN/m}$
 $m_{avv} = f_{avv} * e = 9.08 \text{ kN/m} * 1.770 \text{ m} = 16.06 \text{ kNm/m}$

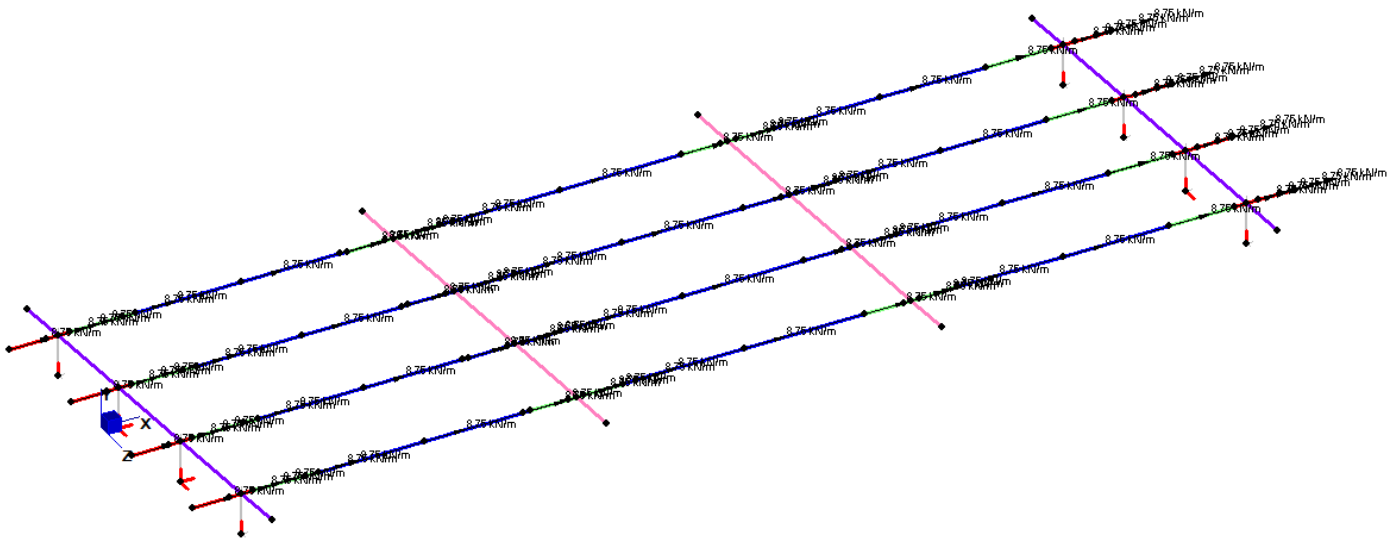


Figura 49 - Carico assiale uniformemente distribuito dovuto a frenatura SW/2

Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	87

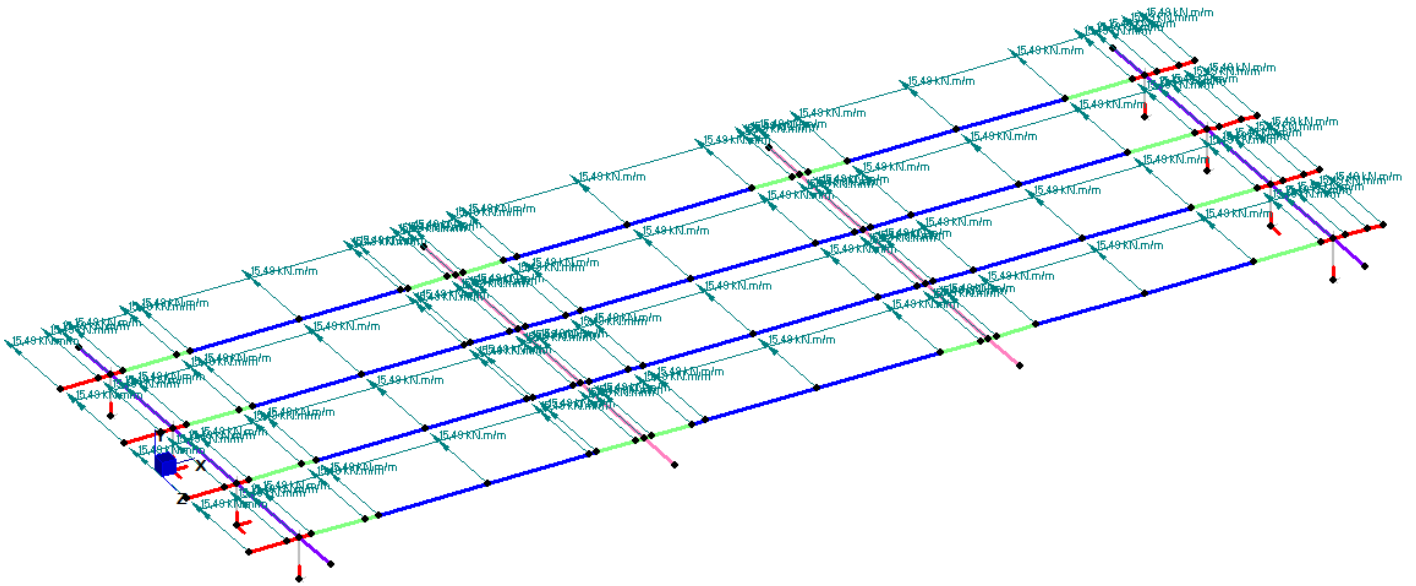


Figura 50 - Momento distribuito applicato alle singole travi dovuto all'eccentricità del carico da frenatura SW/2

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	88

12.6 AZIONE DEL VENTO (Q_6)

Nome	Tipo	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_2	
		(Fav / Sfav)				
VENTO	Variabile	EQU 0.00 / 1.50	0.60	0.50	0.00	
		(A1) 0.00 / 1.50				
		(A2) 0.00 / 1.30				

L'azione del vento è valutata in accordo con le prescrizioni del capitolo 3.3 del DM 14/01/2008. Detta azione può essere convenzionalmente assimilata ad un carico statico uniformemente distribuito sulle superfici.

La componente ortogonale è calcolata secondo la seguente espressione:

$$p = q_b(z) c_e(z) c_p c_d$$

$q_b(z)$	pressione cinetica di riferimento
$c_e(z)$	coefficiente di esposizione
c_p	coefficiente di forma (o aerodinamico) complessivo
c_d	coefficiente dinamico

Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, dalla categoria di esposizione dove sorge la costruzione. Viene calcolato con le seguenti espressioni:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t(z) \cdot \ln(z/z_0) / (7 + c_t(z) \cdot \ln(z/z_0)) \quad Z \geq Z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad Z < Z_{min}$$

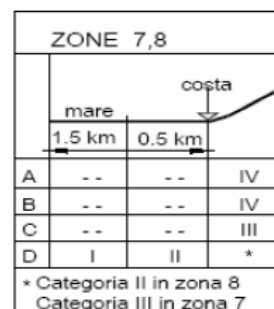
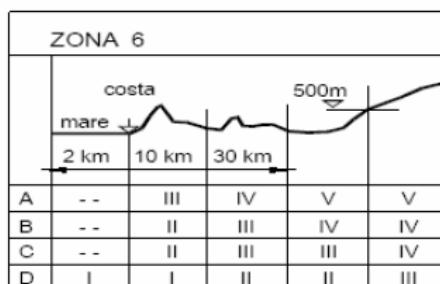
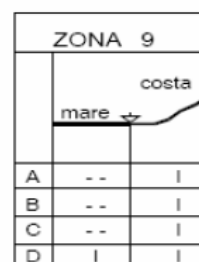
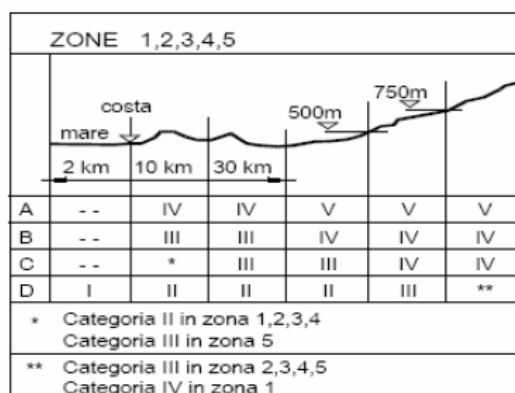


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	89

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	K_z	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Tabella 15 - Criterio di assegnazione della categoria di esposizione per le diverse zone italiane

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate,)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

Tabella 16 - Classi di rugosità del terreno

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	90

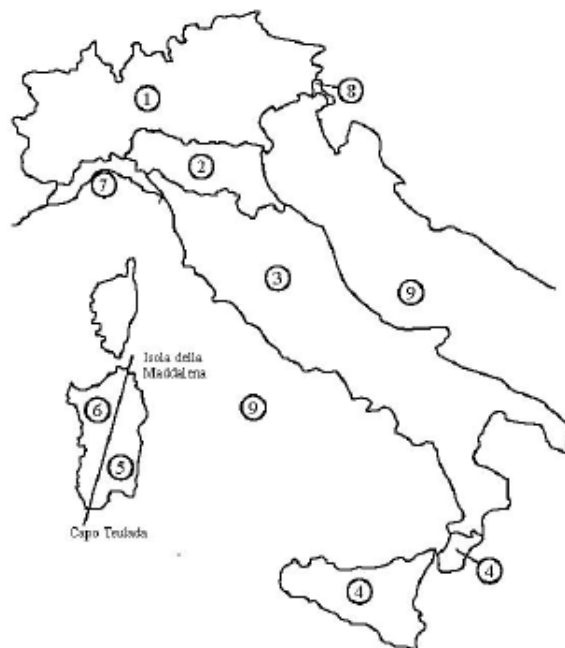


Fig. 3.3.1 - Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Figura 51 - Zone caratterizzate da diversi valori della velocità di riferimento

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Tabella 17 - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 e k_s per le diverse zone italiane

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

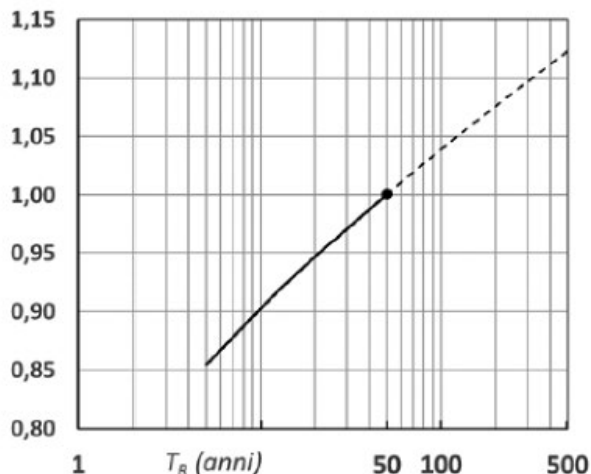


Figura C3.3.1 – Valori del coefficiente α_R in funzione del periodo di ritorno T_R (asse in scala logaritmica),

Figura 52 - Diagramma del coefficiente di ritorno α_r in funzione del periodo di ritorno TR

NOME: IMPALCATO L=25m		CALCOLO AZIONE VENTO IMPALCATO NTC08		Rev. 00
PARAMETRI VENTO DI PROGETTO		DATI GEOMETRICI IMPALCATO		
Zona	3 (Tab.3.I)	h_{tot} (m)	7.80	Altezza impalcato
$v_{b,0}$ (m/s)	27.00	Velocità base liv. mare (Tab.3.I)	d (m)	13.70
c_a	1.00	Coeff. altitudine	d/ h_{tot}	1.76 (§G.10.3)
v_b (m/s)	27.00	Velocità base riferimento vento	z (m)	20.00
T_R (anni)	75	Tempo ritorno vento	c_e	2.81
c_r	1.037	Coeff. tempo ritorno	ρ (kg/m ³)	1.25
v_r (m/s)	27.00	Velocità riferimento vento	q_b (Pa)	456
k_a	0.02	Fattore altitudine (Tab.3.I)	ϕ	1.00
a_s (m s.l.m.)	20	Altitudine sito	c_f	1.40
a_0 (m s.l.m.)	500	Altitudine base (Tab.3.I)	c_d	1.00
Categoria	2 (Tab. 3.II - 3.III)		p_c (kN/m ²)	1.79
k_r	0.19	Fattore terreno (Tab.3.II)		Pressione del vento
z_{min} (m)	4.00	Altezza minima (Tab.3.II)		
z_0 (m)	0.05	Altezza rugosità (Tab.3.II)		
c_t	1.00	Coeff. topografico		

Dunque, il vento esercita una pressione su tutti gli elementi costituenti la superficie esposta sopravvento pari a:

$$p_c = 1.79 \text{ kN/m}^2 \text{ (ponte carico)}$$

Essendo l'impalcato costituito da 4 travi affiancate, è necessario considerare una pressione agente sulla superficie laterale delle travi sottovento dovuta alla depressione che si instaura, secondo quanto indicato nella Circolare Ministeriale del 02/02/2009 al par. C3.3.10.4.2 "Travi multiple". In accordo con quanto riportato nel decreto, essendo le travi disposte parallelamente a una distanza d inferiore al doppio dell'altezza h , il valore della pressione sulla trave adiacente successiva è pari a quello che insiste sulla precedente moltiplicato per un coefficiente riduttivo μ , con:

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	92

$$\mu = 1 - 1.2\Phi \quad \text{con } \Phi \leq \frac{2}{3}$$

$$\mu = 0.2 \quad \text{altrimenti}$$

La norma prescrive inoltre che:

- Per $d/h \geq 5$ gli elementi vengano considerati come isolati;
- Per $2 < d/h < 5$ si proceda all'interpolazione lineare.

Nel caso in esame risulta:

$i = 2.40$ m (interasse travi)

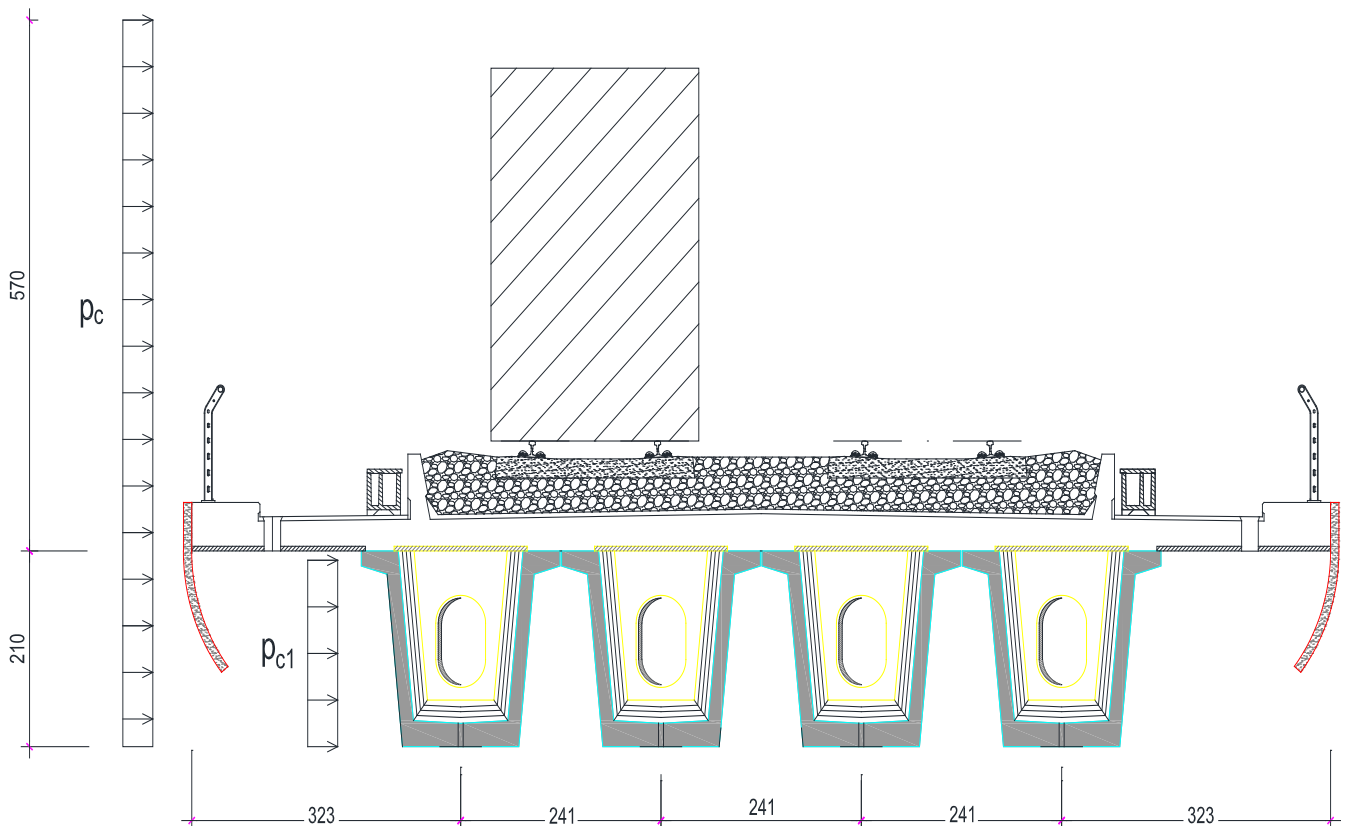
$h = 2.10$ m (altezza travi)

$i/h = 1.14 < 2$

pertanto si pone $\mu = 0.2$.

Conseguentemente, restano individuati i seguenti valori di pressione in corrispondenza di ciascuna delle travi di impalcato:

Nome	p_{c1} [kN/m ²]	p_{c2} [kN/m ²]	p_{c3} [kN/m ²]	p_{c4} [kN/m ²]
Pressione vento	1.79	0.36	0.07	0.01



MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	93

Determinati i valori della pressione in corrispondenza di ciascuna trave, la forza orizzontale risultante, agente nel baricentro della trave, è ottenuta moltiplicando i suddetti valori per l'altezza dell'elemento $h=2.10\text{m}$, ottenendo:

Nome	F ₁ [kN/m]	F ₂ [kN/m]	F ₃ [kN/m]	F ₄ [kN/m]
F vento	3.76	0.75	0.15	0.03

Oltre alle componenti orizzontali dell'azione, su ciascuna trave insistono anche un momento torcente e una forza verticale distribuiti e dovuti alla pressione che il vento esercita sul treno e/o sulle barriere antirumore. Supponendo dunque la presenza di queste ultime, si valutano

$$H = p_c * 5.70\text{m} = 10.2 \text{ kN/m}$$

$$M_t = H * (5.70\text{m}/2) = 29.12 \text{ kNm/m}$$

Il momento torcente genera sull'impalcato delle forze verticali che vengono calcolate con il metodo di Courbon, per cui l'azione verticale in corrispondenza della i-esima trave è data da:

$$V_i = \frac{(x_i M_t)}{\sum_j x_j^2}$$

Indicando x_i la distanza della i-esima trave dall'asse di simmetria dell'impalcato.

Sulla base di tali considerazioni, si ottiene:

Nome	V ₁ [kN/m]	V ₂ [kN/m]	V ₃ [kN/m]	V ₄ [kN/m]
V vento	3.64	1.21	-1.21	-3.64

Infine, considerando H come agente in corrispondenza dell'estradosso delle travi, l'eccentricità rispetto al baricentro delle stesse determina l'insorgenza di un'ulteriore azione torcente, il cui valore questa volta è da considerarsi come ripartito equamente sulle stesse. Precisamente risulta:

$$M_{t2} = H * (2.10\text{m} - y_G) = H * (2.10\text{m} - 1.5\text{m}) = 6.10 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ti} = M_{t2} / 4 = 1.52 \text{ kNm/m}$$

Nome	M _{t1} [kNm/m]	M _{t2} [kNm/m]	M _{t3} [kNm/m]	M _{t4} [kNm/m]
M _t vento	1.52	1.52	1.52	1.52

I valori delle azioni riassunti nelle precedenti tabelle sono da intendersi applicati in corrispondenza del baricentro della sezione corrente della trave $y_G = 1.5 \text{ m}$.

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	94

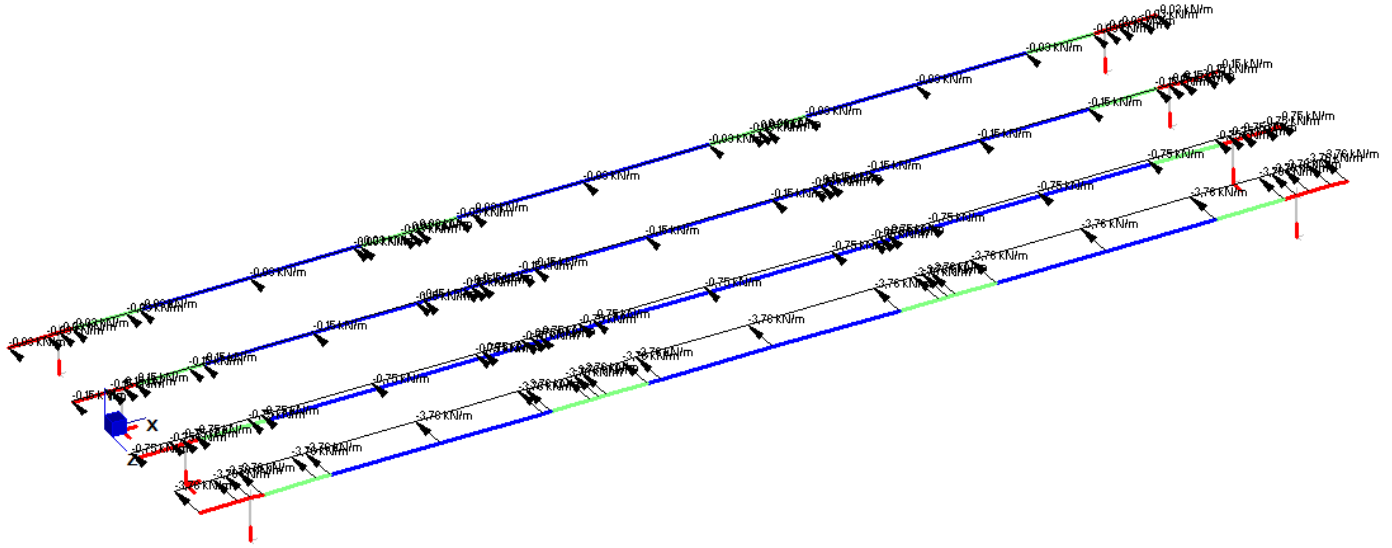


Figura 53 - Risultante orizzontale dell'azione da vento applicata al baricentro trave

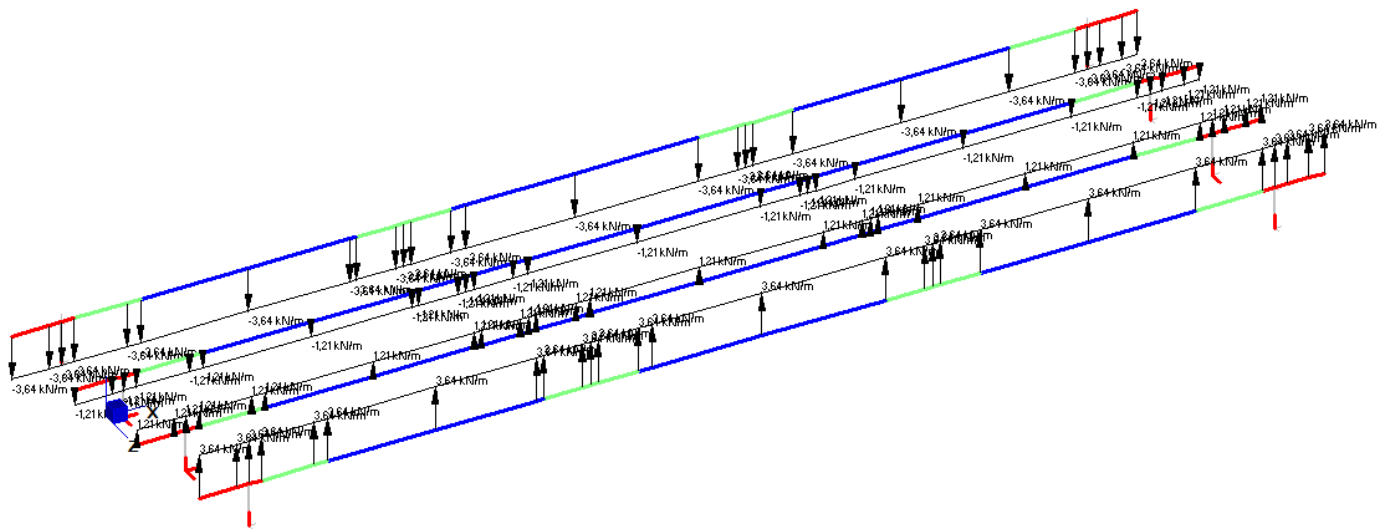


Figura 54 - Azione verticale da vento applicata al baricentro trave

Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	95

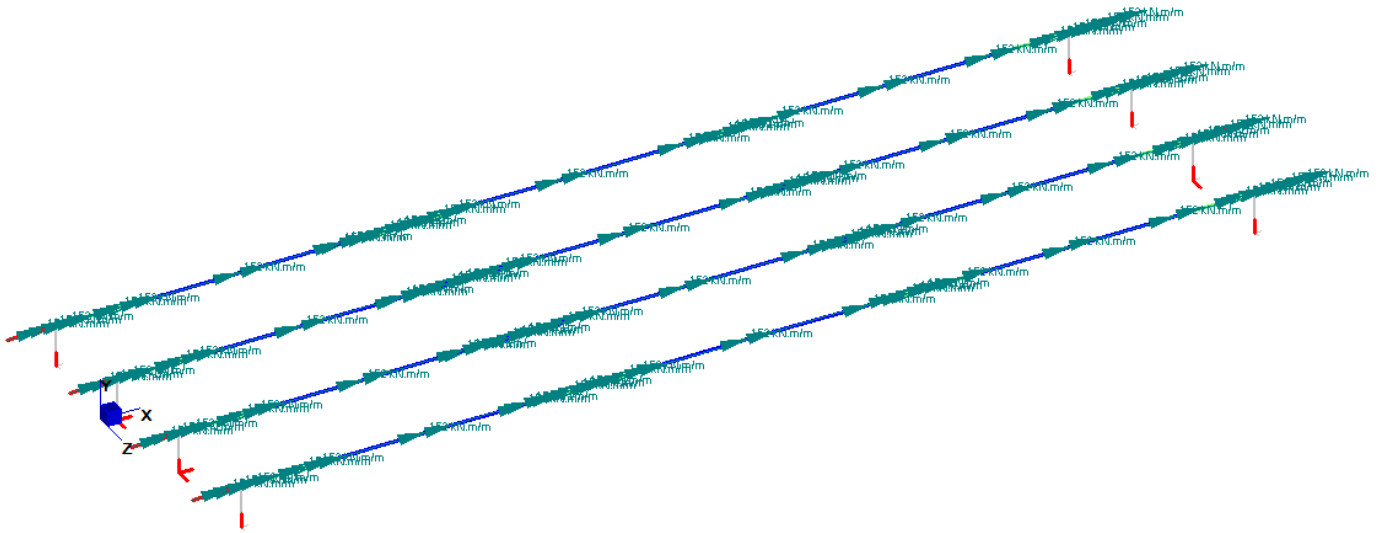


Figura 55 - Momento torcente da vento applicato al baricentro trave

Nell'ambito dell'analisi longitudinale dell'impalcato non si tiene conto dell'azione aerodinamica dovuta al traffico ferroviario, trattandosi di un'azione di tipo locale.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	96

12.7 AZIONE SISMICA (E)

Nome	Tipo	γ_E (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
SISMA	Sismiche	EQU 0.00 / 1.00 (A1) 0.00 / 1.00 (A2) 0.00 / 1.00	-	-	-

L'azione sismica, necessaria per la valutazione delle massime azioni sugli apparecchi di appoggio, è stata trattata allo scopo direttamente nel calcolo delle sottostrutture, a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

12.8 VARIAZIONI TERMICHE

La variazione termica è definita secondo quanto riportato nel § 2.5.1.4.4.1 del "Manuale di progettazione delle opere civili parte II - sezione 2- ponti e strutture" che riprende il § 5.2.2.5.2 delle NTC08. Si prevede una variazione termica uniforme pari a $\pm 15^\circ\text{C}$. Nella valutazione dell'escursione dei giunti e degli apparecchi di appoggio si tiene conto di un incremento del 50% del valore ($\pm 22.5^\circ\text{C}$). È stata considerata inoltre una variazione termica differenziale con un gradiente di temperatura tra intradosso ed estradosso dell'impalcato pari a $\pm 5^\circ\text{C}$.

Nel caso in esame, in considerazione degli schemi di vincolo presenti, si considera solo la variazione termica uniforme, mentre si ritengono trascurabili gli effetti della variazione termica differenziale. Questi ultimi vengono tenuti in conto per il calcolo delle sottostrutture, cui si rimanda per ulteriori dettagli, al fine di dimensionare i giunti.

12.9 ATTRITO

Nome	Tipo	γ_E (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
ATTRITO PERM	Permanenti non strutturali	1.00 / 1.50	-	-	-
ATTRITO VAR	Variabili traffico ferroviario	EQU 0.00 / 1.45 (A1) 0.00 / 1.45 (A2) 0.00 / 1.25	0.80	0.50	0.00

Gli effetti dell'attrito sono valutati associando, in corrispondenza degli appoggi scorrevoli, alle reazioni verticali dovute a carichi permanenti (V_G) e quelle dovute a carichi accidentali (V_Q) le seguenti forze orizzontali in direzione longitudinale, dove il coefficiente di attrito $f = 3\%$.

$$Q_8 F_{a, G} = f \cdot \max(V_G) \quad \text{per appoggio } i\text{-esimo}$$

$$Q_8 F_{a, Q} = f \cdot \max(V_Q) \quad \text{per appoggio } i\text{-esimo}$$

L'azione di attrito, necessaria per la valutazione delle massime azioni sugli apparecchi di appoggio, è stata trattata allo scopo direttamente nel calcolo delle sottostrutture, a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	97

12.10 FENOMENI LENTI

12.10.1 Viscosità del calcestruzzo – travi c.a.p.

Nome	Tipo	$\gamma_{\epsilon 3}$	ψ_0	ψ_1	ψ_2
		(Fav / Sfav)			
VISCOSITA' (ponti ferroviari)	Ritiro, viscosità, cedimenti imposti	EQU 0.00 / 1.20 (A1) 0.00 / 1.20 (A2) 0.00 / 1.00	-	-	-

Gli effetti della viscosità del calcestruzzo sono valutati impiegando i coefficienti indicati nell'appendice B dell'UNI EN1992-1-1. La deformazione viscosa del calcestruzzo al tempo infinito per una tensione costante applicata all'età t_0 del calcestruzzo, è data da:

$$\epsilon_{cc}(\infty, t_0) = \frac{\phi(\infty, t_0) \sigma_c}{E_c}$$

Dove il coefficiente di viscosità al tempo generico t è calcolato come:

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

ϕ_0 coefficiente nominale di viscosità

$\beta_c(t, t_0)$ coefficiente che descrive l'evoluzione della viscosità nel tempo dopo l'applicazione del carico

Per la determinazione dei fattori impiegati nella determinazione di ϕ_0 sono stati utilizzati i valori indicati nella seguente tabella:

Tipo	
t_0	7 giorni
f_{cm}	57 MPa
$\phi(t, t_0)$	1.29
ϕ_0	2.01
$\beta_c(t, t_0)$	0.64
ϕ_{RH}	1.37
$\beta(f_{cm})$	2.31
$\beta(t_0)$	0.63
RH	70
A_c	175 mm ²
u	2 mm
h_0	175 mm
α_1	0.748
α_2	0.920
α_3	0.813
β_H	477.04
t	150 giorni

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.T.F.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	98

Conseguentemente alle deformazioni viscosi si registrano nella trave in c.a.p. delle perdite di precompressione pari a:

$$\Delta\sigma_c = E_s \varepsilon_{cc}(\infty, t_0)$$

$$E_s = 195000 \text{ MPa} \quad \text{modulo elastico acciaio armonico}$$

$$\varepsilon_{cc} \quad \text{deformazione viscosa, valutata in corrispondenza dell'armatura da precompressione}$$

$$\Delta\sigma_c \quad \text{perdita di tensione nell'armatura da precompressione}$$

È necessario calcolare le cadute di tensione al tempo t_0 e in vari istanti t . A tal fine si assume:

- l'effetto della viscosità della trave prefabbricata al getto della soletta, considerando un coefficiente $\phi(150,7)$;
- l'effetto della viscosità della trave prefabbricata al tempo ∞ , considerando un coefficiente di viscosità dato dalla differenza tra il valore di ϕ_0 e il valore di $\phi(150,7)$.

12.10.2 Viscosità del calcestruzzo - soletta

La valutazione del coefficiente normale di viscosità si svolge considerando i valori riportati nella tabella di seguito.

Tipo	
t_0	7 giorni
f_{cm}	37 MPa
$\phi(t, t_0)$	2,31
ϕ_0	2,34
$\beta_c(t-t_0)$	0,99
ϕ_{RH}	1,33
$\beta(f_{cm})$	2,76
$\beta(t_0)$	0,63
RH	70
A_c	620 mm ²
u	2 mm
h_0	620 mm
α_1	0,962
α_2	0,989
α_3	0,973
β_H	1213,47
t	27375 giorni

Si ricava dunque, per la soletta, $\phi_0 = 2.31$ al tempo $t = 27375 \text{ gg} = 75 \text{ anni}$.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

12.10.3 Ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)

Nome	Tipo	$\gamma_{\epsilon 2}$ (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
RITIRO (ponti ferroviari)	Ritiro, viscosità, cedimenti imposti	EQU 0.00 / 1.20 (A1) 0.00 / 1.20 (A2) 0.00 / 1.00	-	-	-

Dato che il ritiro dipende dal tempo di maturazione del calcestruzzo, dalla resistenza e dalle condizioni ambientali, gli effetti possono evidenziarsi sia in fase di costruzione sulla sezione mista composta da due materiali di diverso modulo elastico (ritiro primario) sia a lungo termine sulla statica globale dell'impalcato (ritiro secondario).

Nel primo caso l'accorciamento primario della soletta determina l'insorgenza di tensioni di scorrimento all'interfaccia soletta-trave e uno stato di pressoflessione della sezione mista che può essere schematizzata come nella figura seguente.

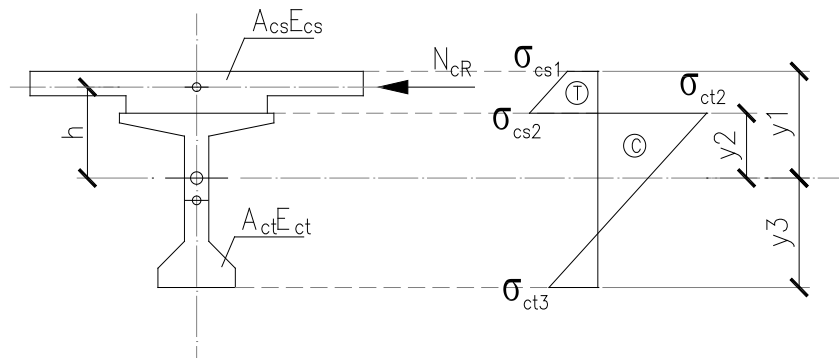


Figura 56 - Schema delle tensioni di ritiro primario sulla sezione mista

N'_{cR}	Azione assiale equivalente di ritiro primario
A_{cs}	Area sezione soletta
A_{ct}	Area sezione trave
E_{cs}	Modulo elastico calcestruzzo soletta
E_{ct}	Modulo elastico calcestruzzo trave
$A = n \cdot A_{cs} + A_{ct}$	Area sezione mista omogenizzata alla trave
$E = E_{ct} = n \cdot E_{cs}$	Modulo elastico sezione mista omogenizzato alla trave
$I = n \cdot I_{cs} + I_{ct}$	Momento d'inerzia sezione mista omogenizzato alla trave
$n = E_{ct} / E_{cs}$	Rapporto omogeneizzazione calcestruzzi
$\sigma_{cs1} = - N'_{cR} / (n \cdot A) - N'_{cR} \cdot h / (n \cdot I) \cdot y_1 + N'_{cR} / A_{cs}$	Tensione ritiro primario calcestruzzo
$\sigma_{cs2} = - N'_{cR} / (n \cdot A) - N'_{cR} \cdot h / (n \cdot I) \cdot y_2 + N'_{cR} / A_{cs}$	
$\sigma_{ct2} = - N'_{cR} / A - N'_{cR} \cdot h / I \cdot y_2$	Tensione ritiro primario acciaio
$\sigma_{ct3} = - N'_{cR} / A - N'_{cR} \cdot h / I \cdot y_3$	

Nel secondo caso l'accorciamento secondario della soletta determina l'insorgenza di reazioni iperstatiche sulla statica globale dell'impalcato.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

Il calcolo consiste nel caricare la struttura continua del modello di calcolo con dei carichi di distorsione geometrica, quali quelli termici, come riportato nello schema di calcolo seguente.

Nel caso in cui l'impalcato presenti uno schema isostatico, il ritiro secondario viene interamente assorbito dalle sezioni resistenti longitudinali con l'insorgenza di sole deformazioni cinematiche e nessuna tensione aggiuntiva.

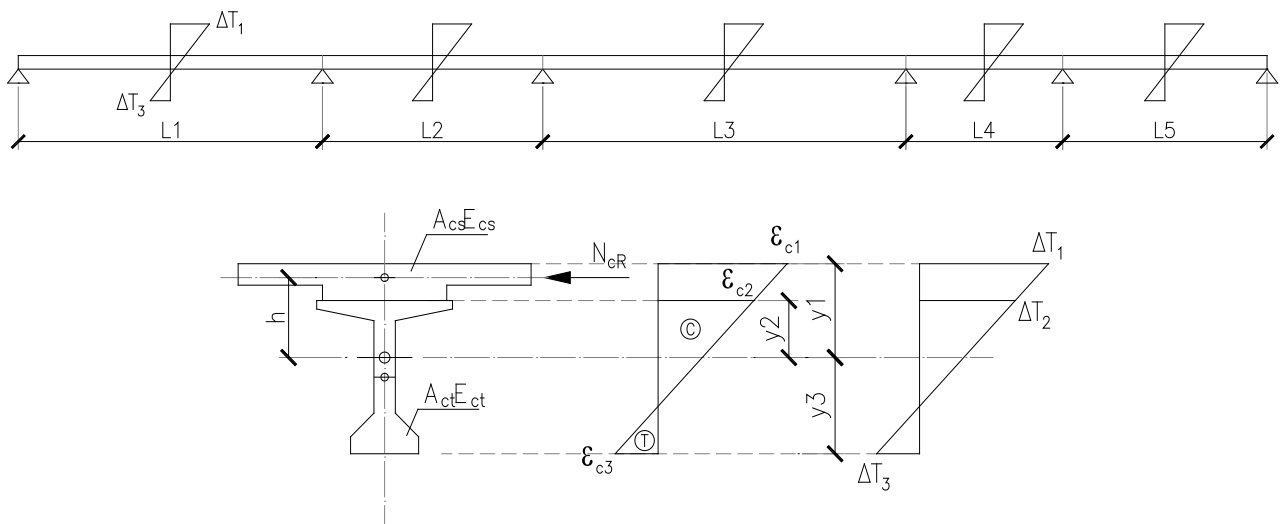


Figura 57 - Schema di calcolo delle iperstatiche di ritiro secondario

N''_{cR}

$\alpha = 1.0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

$\Delta T_1 = - N''_{cR} / (\alpha \cdot A \cdot E) - N''_{cR} \cdot h / (\alpha \cdot I \cdot E) \cdot y_1$

$\Delta T_3 = - N''_{cR} / (\alpha \cdot A \cdot E) - N''_{cR} \cdot h / (\alpha \cdot I \cdot E) \cdot y_3$

Azione assiale equivalente di ritiro secondario

Coefficiente di dilatazione termica sezione mista

Carico termico equivalente sezione mista ritiro secondario

Tab. 11.2.Va - Valori di ε_{c0}

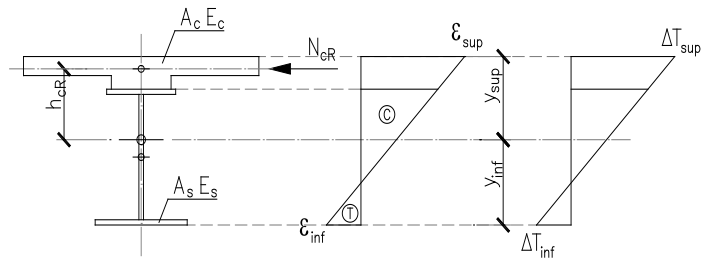
f_{ck}	Deformazione da ritiro per essiccamento (in ‰)					
	Umidità Relativa (in %)					
	20	40	60	80	90	100
20	-0,62	-0,58	-0,49	-0,30	-0,17	+0,00
40	-0,48	-0,46	-0,38	-0,24	-0,13	+0,00
60	-0,38	-0,36	-0,30	-0,19	-0,10	+0,00
80	-0,30	-0,28	-0,24	-0,15	-0,07	+0,00

Tabella 18 - Valori del parametro ε_{c0} (‰)

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	102

Le deformazioni differenziali secondarie tra soletta e trave sono modellate con uno stato di distorsione equivalente di tipo termico applicato all'intera sezione omogeneizzata, secondo la tabella seguenti. In accordo con il calcolo della sezione in c.a.p. della trave, si considera che il ritiro secondario della soletta sia il 50% del ritiro totale mentre le deformazioni differenziali primarie sono trattate direttamente nel calcolo della trave prefabbricata.

CALCOLO AZIONE EQUIVALENTE RITIRO SECONDARIO			
DATI SOLETTA			
A_c (cm ² /m)	8400	Area cls soletta	
$y_{c,inf}$ (cm)	227,50	Distanza inferiore int. trave - baricentro soletta	
ϵ_{cs}	0,015%	Def. cls a breve termine (ritiro primario)	
ϵ'_{cs}	0,029%	Def. cls a lungo termine	
$\Delta\epsilon_{cs}$	0,015%	Def. diff. cls a lungo termine (ritiro secondario)	
AZIONE DA RITIRO SECONDARIO			
N_{cR} (kN/m)	4140,67		
h_{cR} (cm)	77,04		
α (°C ⁻¹)	0,000012	Coeff. dilatazione termica	
E_s (MPa)	34625	Modulo elastico trave	
E_c (MPa)	33643	Modulo elastico soletta	
n	1,029	Coeff. omog. trave/soletta lungo termine	
		DATI SEZIONE MISTA (lungo termine)	
		A (cm ²)	19341
		I_x (cm ⁴)	147608225
		y_1 (cm)	150,46
		y_s (cm)	59,54
		AZIONE TERMICA EQUIVALENTE	
		ΔT_{sup} (°C/m)	-5,46
		ΔT_{inf} (°C/m)	-5,94
		ΔT_{unif} (°C/m)	-5,70
		ΔT_{grad} (°C/m)	-±0,24



In seguito alle deformazioni da ritiro si hanno perdite di precompressione pari a:

$$\Delta\sigma_s = E_s \epsilon_{cs}(\infty)$$

$\epsilon_{cs}(\infty)$ deformazione da ritiro;

$\Delta\sigma_s$ perdita di tensione dell'armatura da precompressione.

L'effetto della perdita suddetta agisce in prima fase sulla sola sezione della trave in c.a.p., mentre interessa la sezione mista omogeneizzata trave+soletta nella seconda fase.

12.10.4 Rilassamento dell'acciaio

Si impiegano trefoli di classe 2 (basso rilassamento). La perdita per rilassamento è definita come il rapporto in percentuale della variazione della tensione di precompressione sulla tensione di precompressione iniziale, secondo la seguente espressione (da UNI EN 1992-1-1):

$$\left(\frac{\Delta\sigma_{pr}}{\sigma_{pi}}\right) = 0.66\rho_{1000} e^{(9.1)\mu} \left(\frac{t}{1000}\right)^{0.75(1-\mu)} 10^{-5}$$

$\Delta\sigma_{pr}$ valore assoluto perdite per rilassamento al tempo t

σ_{pi} è la massima tensione di trazione applicata al cavo meno le perdite immediate che si verificano durante il procedimento di messa in tensione

t è il tempo dopo la messa in tensione

$\mu = \sigma_{pi}/f_{ptk} = 0.726$

$\rho_{1000} = 2.5\%$ è il valore della perdita per rilassamento a 1000 ore dopo la messa in tensione

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	103

12.10.5 Cadute dovute all'accorciamento elastico del calcestruzzo:

Sono valutate con riferimento alla forza N di precompressione della sezione a contrazione scontata (la contrazione unitaria locale del conglomerato è uguale, per aderenza, a quella del cavo) e con riferimento alle deformazioni dovute all'azione del momento dovuto al peso proprio della trave, che all'atto del rilascio dei trefoli, si inarca appoggiandosi agli estremi.

Detta N0 la forza di precompressione iniziale si ha che:

$$N1 = N0 (1 - \omega)$$

$$\omega = 1 + \frac{e \left(e - \frac{M_1}{N} \right)}{r^2} \frac{1}{1 + \frac{e \left(e - \frac{M_1}{N} \right)}{r^2} + \frac{1}{nr_{sp}}}$$

M₁ momento dovuto al peso proprio della trave

e distanza tra il cavo risultante e il baricentro della sezione

r² I_c/A_c (con I_c momento di inerzia della sezione di calcestruzzo e A_c area della sezione di calcestruzzo)

ρ_{sp} = A_{sp}/A_c

n = E_{sp}/E_c

12.10.6 Cadute di tensione dovute al rilassamento, viscosità e ritiro (t = 150gg)

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{\varepsilon_{cs} E_p + 0.8 \Delta\sigma_{pr} + \frac{E_p}{E_{cm}} \phi(t_1, t_0) \sigma_{c,Qp}}{1 + \left(\frac{E_p}{E_{cm}} \right) (A_p / A_c) \left(\left(1 + \frac{A_c}{I_c} * z_{cp}^2 \right) (1 + 0.8 \phi(t_1, t_0)) \right)}$$

ε_{cs} valore assoluto del ritiro del calcestruzzo

E_p modulo di elasticità delle armature di precompressione

E_{cm} modulo di elasticità del calcestruzzo

Δσ_{pr} valore assoluto della variazione di tensione nell'armatura da precompressione al tempo t dovuta al rilassamento

φ(t₁, t₀) coefficiente di viscosità al tempo t, riferito a carichi applicati al tempo t₀

σ_{c,Qp} tensione nel calcestruzzo in corrispondenza delle armature, per peso proprio, precompressione iniziale

A_p area della sezione delle armature di precompressione

A_c area della sezione di calcestruzzo

I_c momento di inerzia della sezione di calcestruzzo

z_{cp} eccentricità delle armature di precompressione, calcolata facendo riferimento alla sezione di calcestruzzo

Le cadute di tensione associate a ciascuno dei già menzionati contributi vengono valutate all'atto delle verifiche tensionali condotte sulla trave di bordo, quella più sollecitata.

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	104

13. ANALISI IMPALCATO

13.1 FASI DI CALCOLO

Sono state considerate le seguenti fasi:

- Fase 0: fase iniziale in cui si considera la tesatura e l'azione del peso proprio;
- Fase 1: fase a un tempo $t=28$ giorni dove si ha la movimentazione della trave e si considerano avvenute le cadute di tensione dovute all'accorciamento elastico del calcestruzzo, nonché la quota parte di perdite nel tempo dovute al rilassamento dell'acciaio, alla viscosità e al ritiro, secondo le percentuali illustrate nella figura a seguire.
- Fase 2: fase a un tempo $t=50$ giorni, corrispondente al getto della soletta.
- Fase 3: fase successiva al getto della soletta, in cui si considerano esauriti i fenomeni di ritiro, viscosità, rilassamento dell'acciaio;
- Fase 4: fase in cui si considerano agenti tutti i carichi permanenti, in corrispondenza della quale si valutano gli effetti del ritiro primario della soletta;
- Fase 5: fase in cui si considerano gli effetti dei carichi accidentali e del ritiro secondario della soletta.

13.2 MODELLI DI CALCOLO FEM

Ai fini dello svolgimento delle verifiche tensionali sono stati implementati diversi modelli agli EF per l'impalcato che tenessero conto delle varie fasi costruttive. In particolare:

- Modello 1: solo travi in c.a.p, soggette all'azione del peso proprio.
- Modello 2: travi in cap con traversi. In questa istanza si considerano agenti solo il peso proprio dei traversi e quello del getto della soletta.
- Modello 3: travi in cap con traversi e soletta gettata. Gli elementi strutturali sono stati caricati con i carichi permanenti non strutturali (ballast, velette, arredi, barriere antirumore). In questo modello sono stati tenuti in conto gli effetti associati al ritiro secondario.
- Modello 4: uguale al modello 3, con applicazione dei soli carichi accidentali.

Per ciò che concerne le verifiche allo stato limite ultimo, è stato implementato un modello unico corredato di tutti gli elementi costituenti l'impalcato nonché dei carichi permanenti strutturali e non strutturali, dei carichi accidentali che insistono su ciascun elemento.

13.2.1 Descrizione del modello FEM

Si riporta di seguito una descrizione del modello FEM comprensivo di tutti gli elementi strutturali costituenti l'impalcato, corrispondente al "modello 3" in elenco sopra.

L'impalcato è stato modellato con elementi di tipo trave rappresentativi di:

- delle travi longitudinali precomprese prefabbricate;
- dei traversi connessi con le travi prefabbricate (2 traversi intermedi e 2 di testata);
- della soletta considerata come parte della trave longitudinale.

Gli assi di riferimento sono:

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	105

- x = asse longitudinale impalcato
- y = asse verticale impalcato
- z = asse trasversale impalcato

Nelle figure seguenti sono rappresentate alcune viste del modello utilizzato.

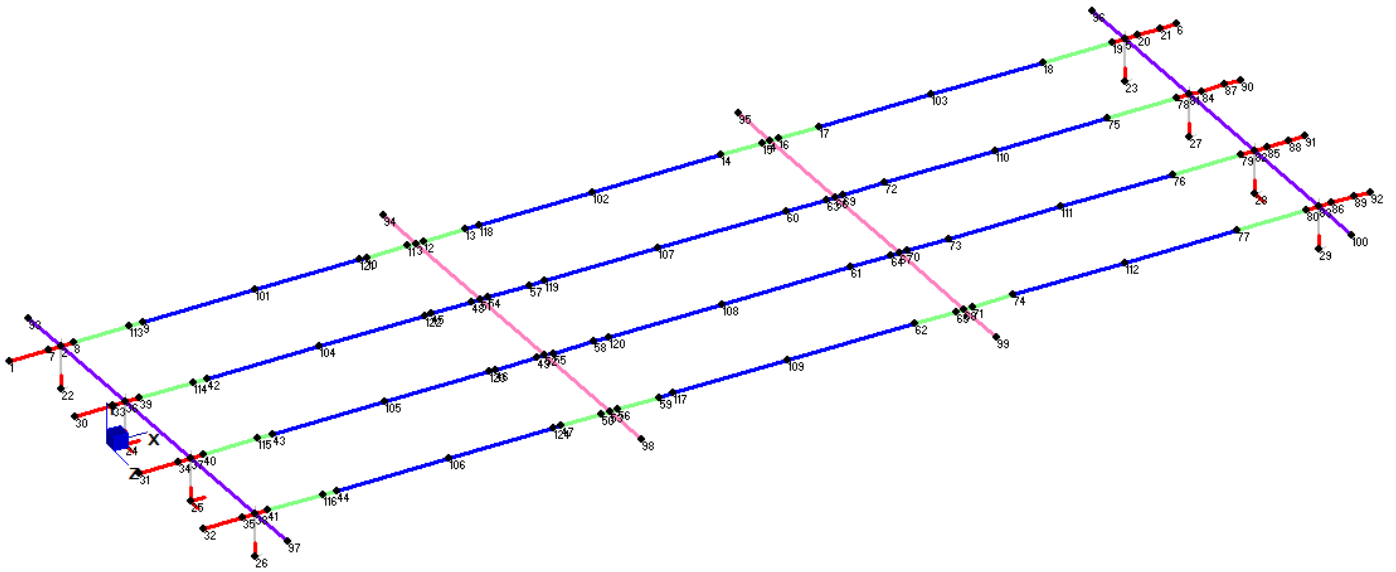


Figura 58 - Modello - Numerazione nodi

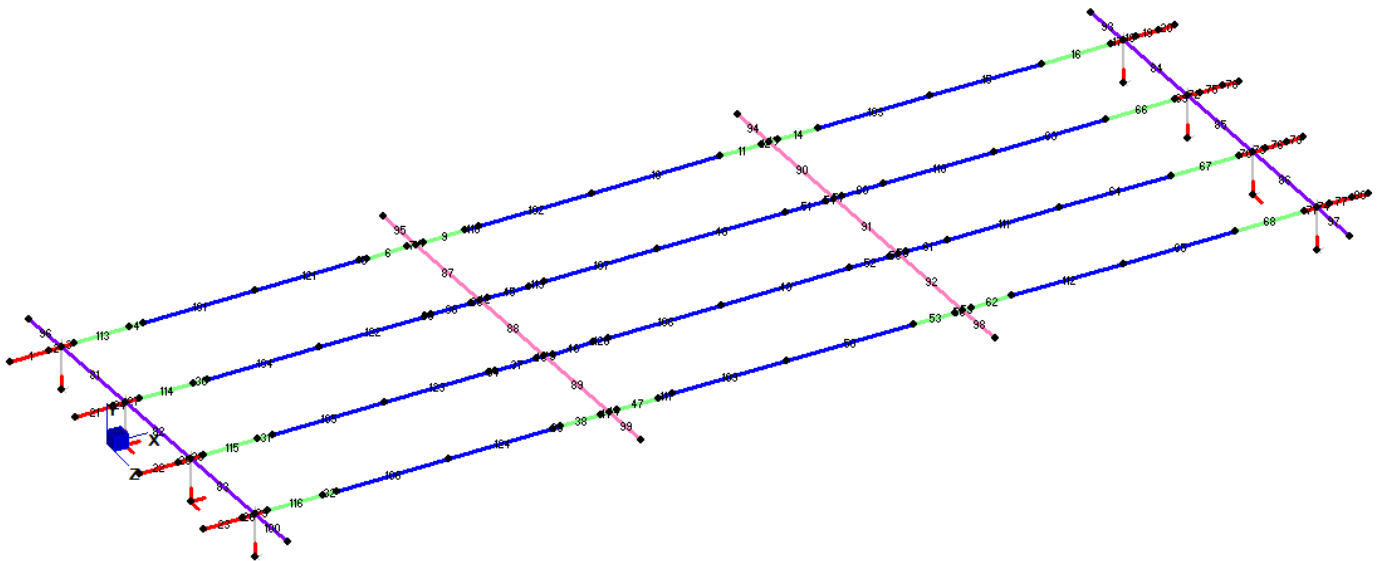


Figura 59 - Modello - Numerazione elementi

MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

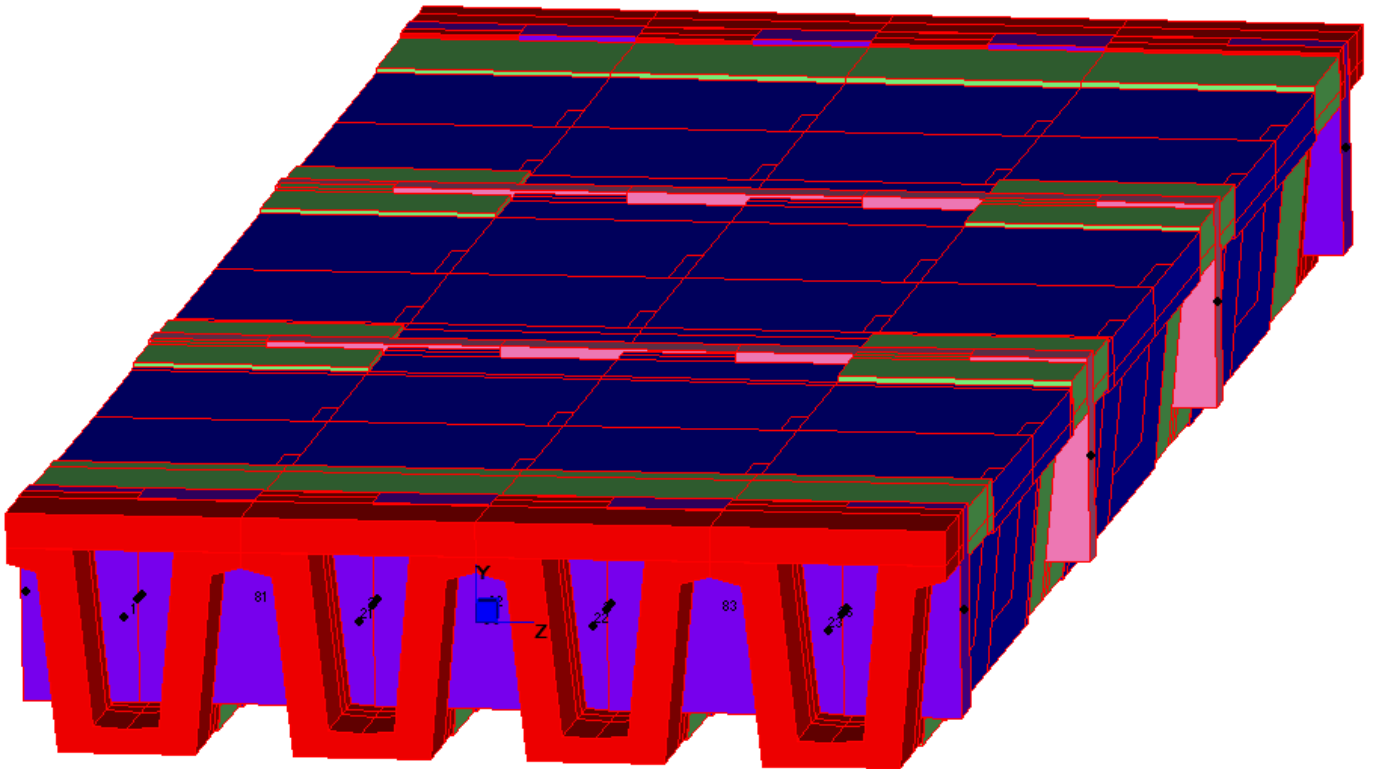
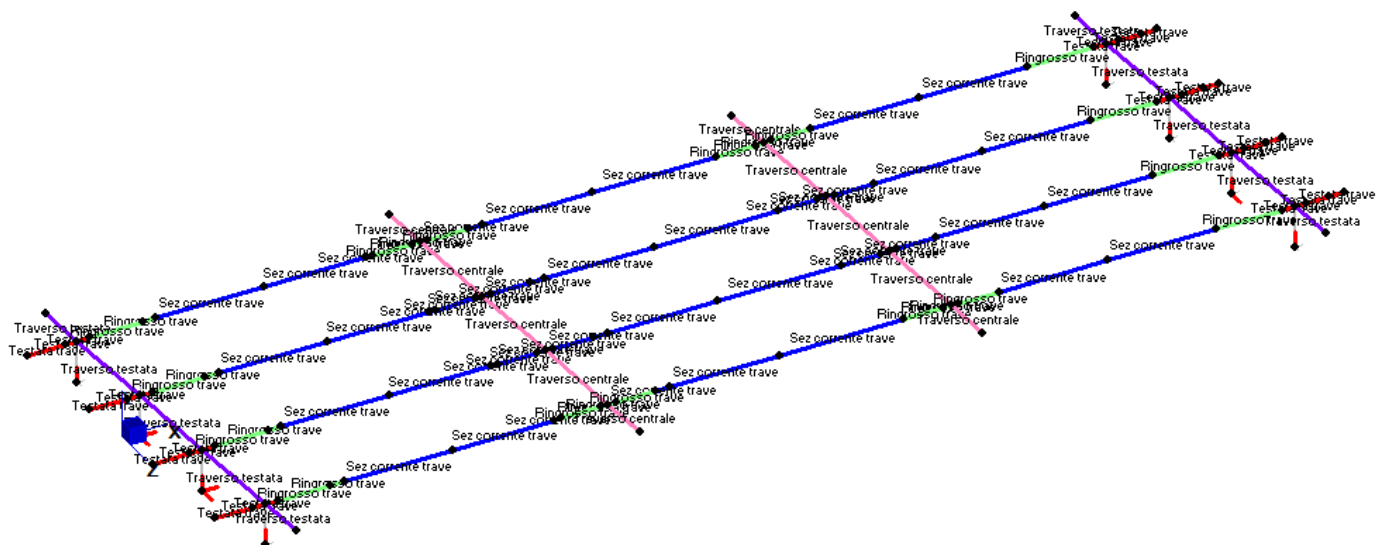


Figura 60 Modello FEM in 3D

Nel modello sono state implementate le seguenti condizioni di vincolo:

- bracci rigidi tra l'estradosso (asse) delle travi e intradosso;
- appoggi in corrispondenza dell'intradosso delle travi.

In corrispondenza degli appoggi, sono stati utilizzati i vincoli coerenti con lo schema previsto nel cap. 0.



MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

13.3 RISULTATI DEL MODELLO FEM

Nel seguito si riportano i valori delle sollecitazioni associate a ciascun'azione strutturale e non strutturale agente sull'impalcato.

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-422,54	3953,92
	[Bm:92]	[Bm:50]

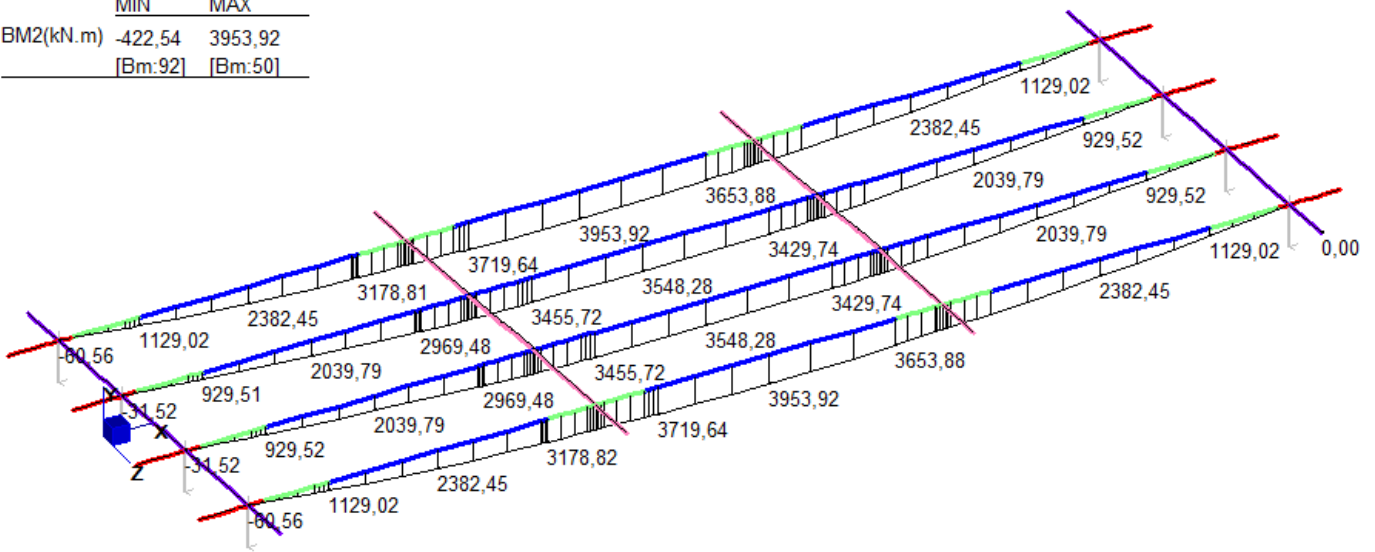


Figura 61 – Permanenti strutturali - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-777,40	777,40
	[Bm:71]	[Bm:29]

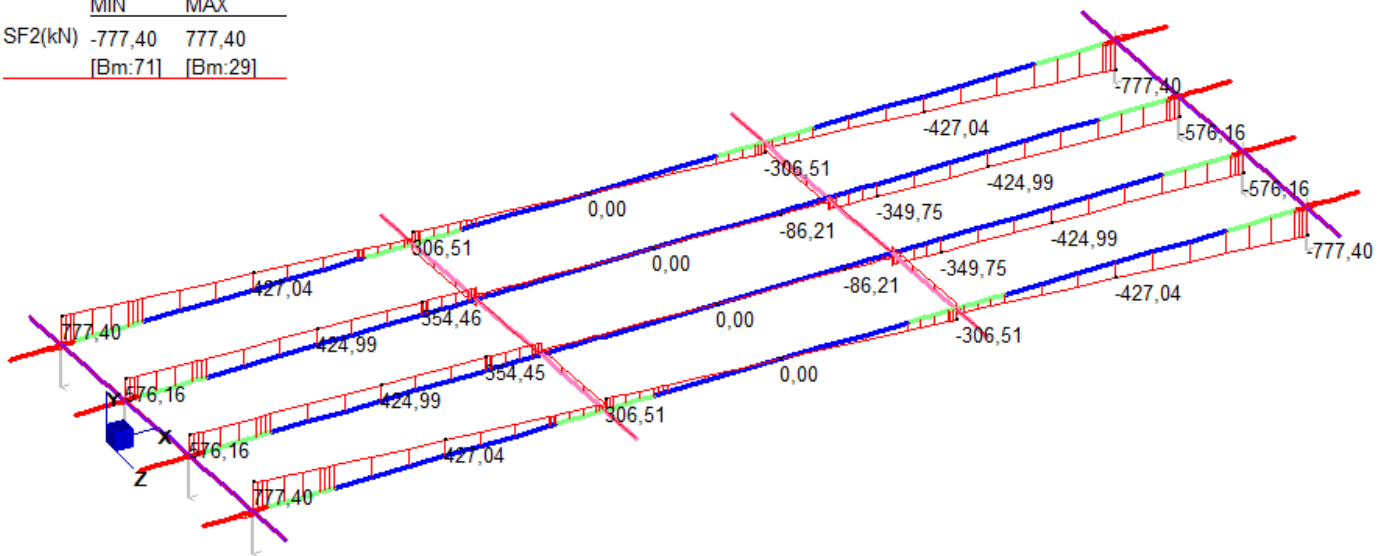


Figura 62 - Permanenti strutturali - Taglio (kN)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	108

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-1203,15	4000,58
	[Bm:92]	[Bm:50]

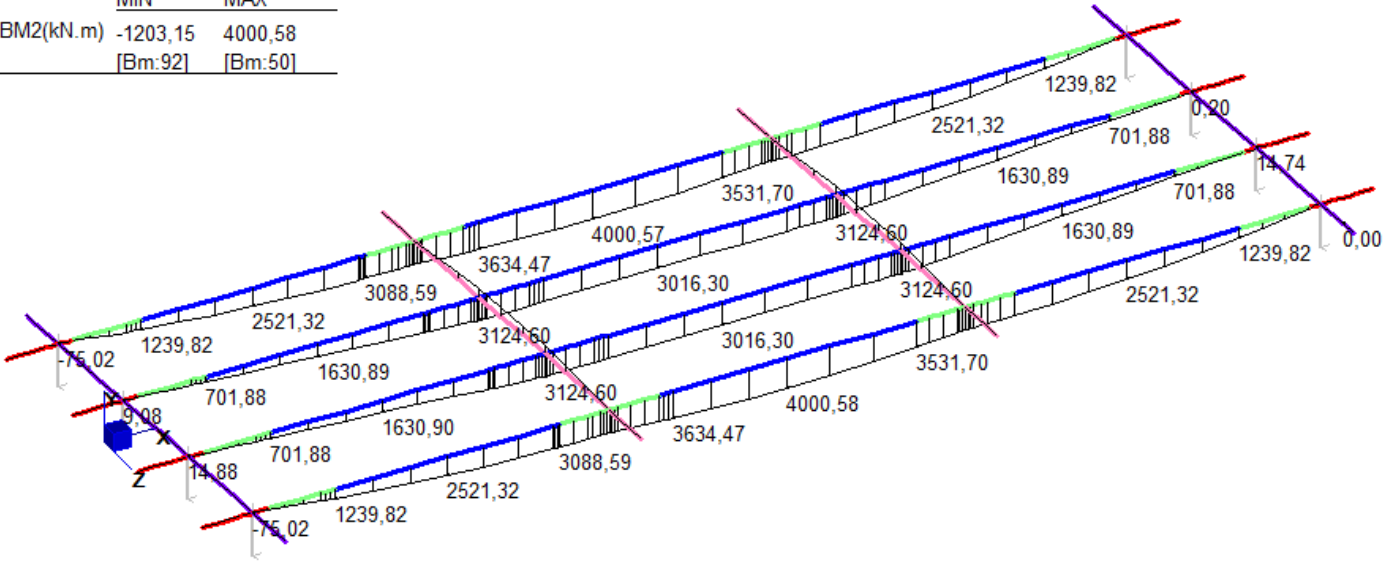


Figura 63 - PPNS con barriera antirumore ambo i lati impalcato - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-899,76	899,76
	[Bm:71]	[Bm:29]

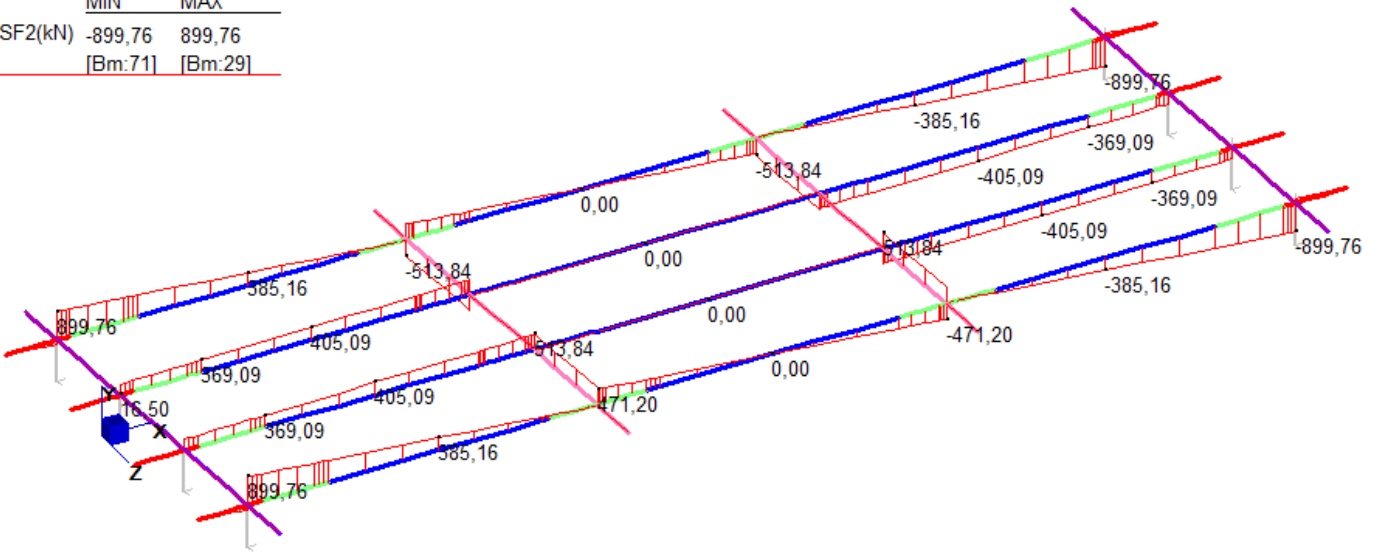


Figura 64 - PPNS con barriera antirumore ambo i lati impalcato - Taglio (kN)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	109

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-1063,77	4430,42
	[Bm:87]	[Bm:10]

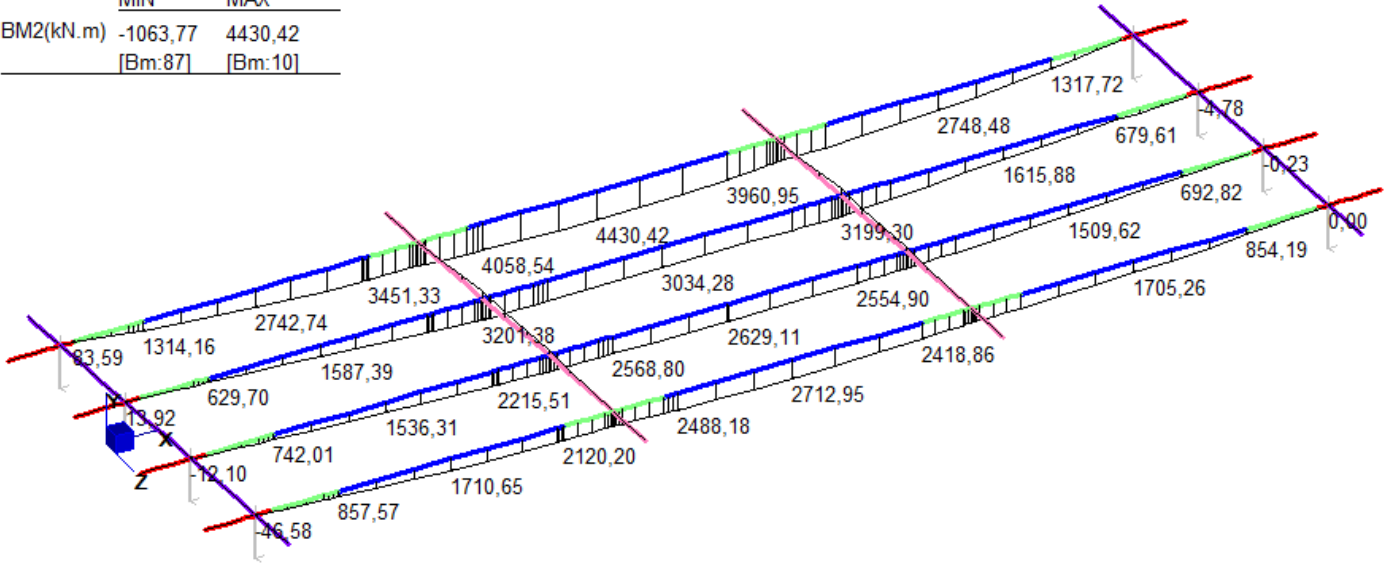


Figura 65 - PPNS con un'unica barriera antirumore - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-964,90	963,99
	[Bm:17]	[Bm:3]

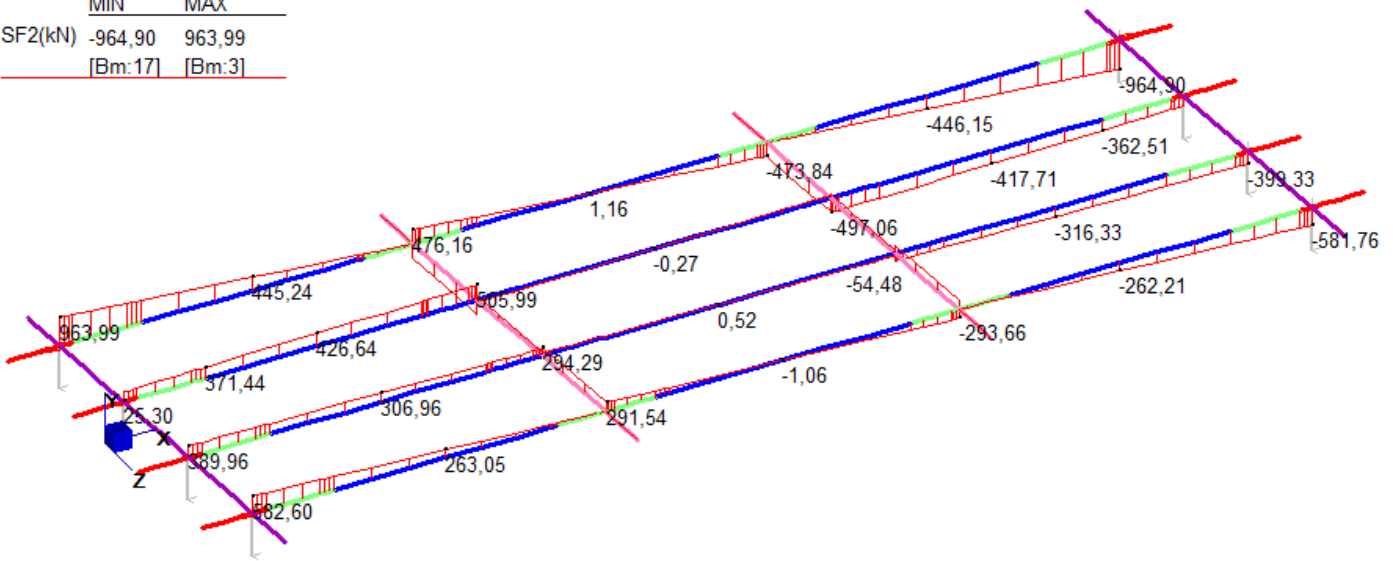


Figura 66 – PPNS con un'unica barriera antirumore - Taglio (kN)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	110

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-575,72	3115,38
	[Bm:92]	[Bm:50]

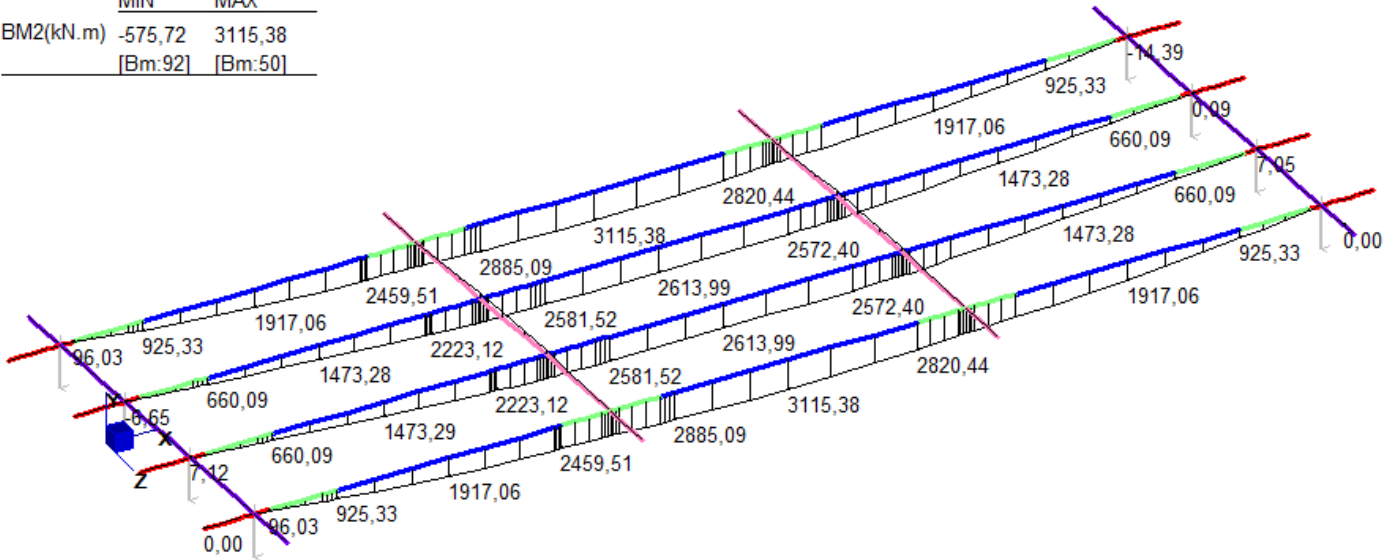


Figura 67 - PPNS senza barriere antirumore - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-643,32	643,32
	[Bm:71]	[Bm:29]

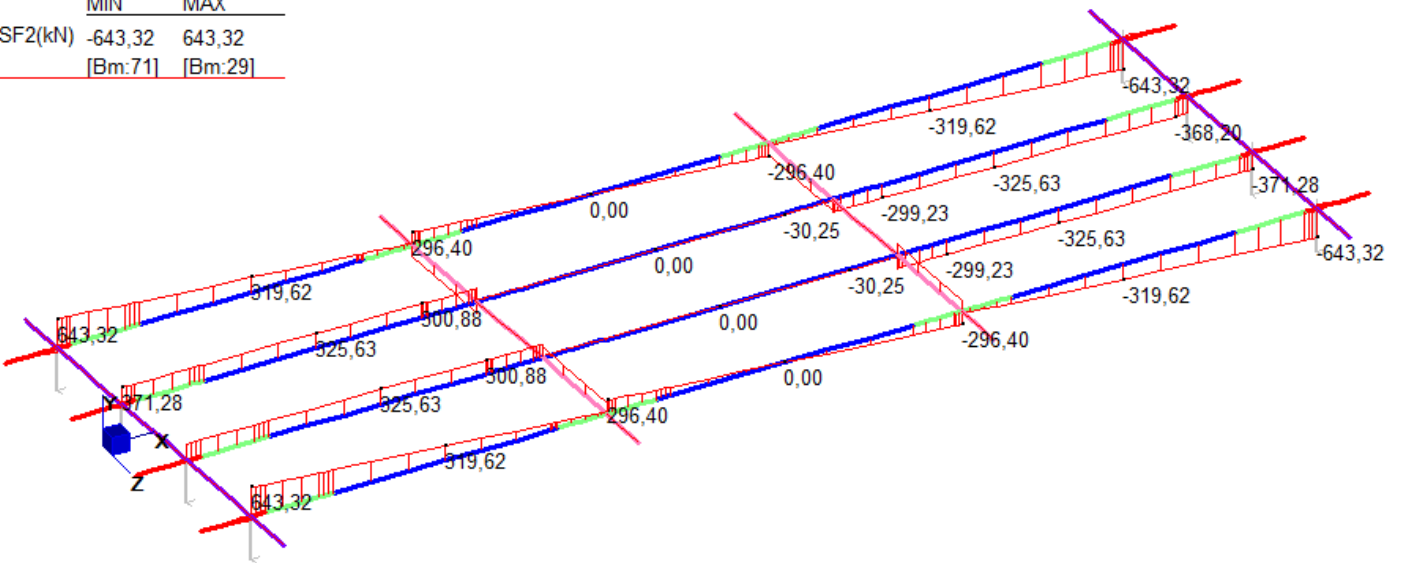


Figura 68 - PPNS senza barriere antirumore - Taglio (kN)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	111

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-428,05	5483,96
	[Bm:27]	[Bm:10]

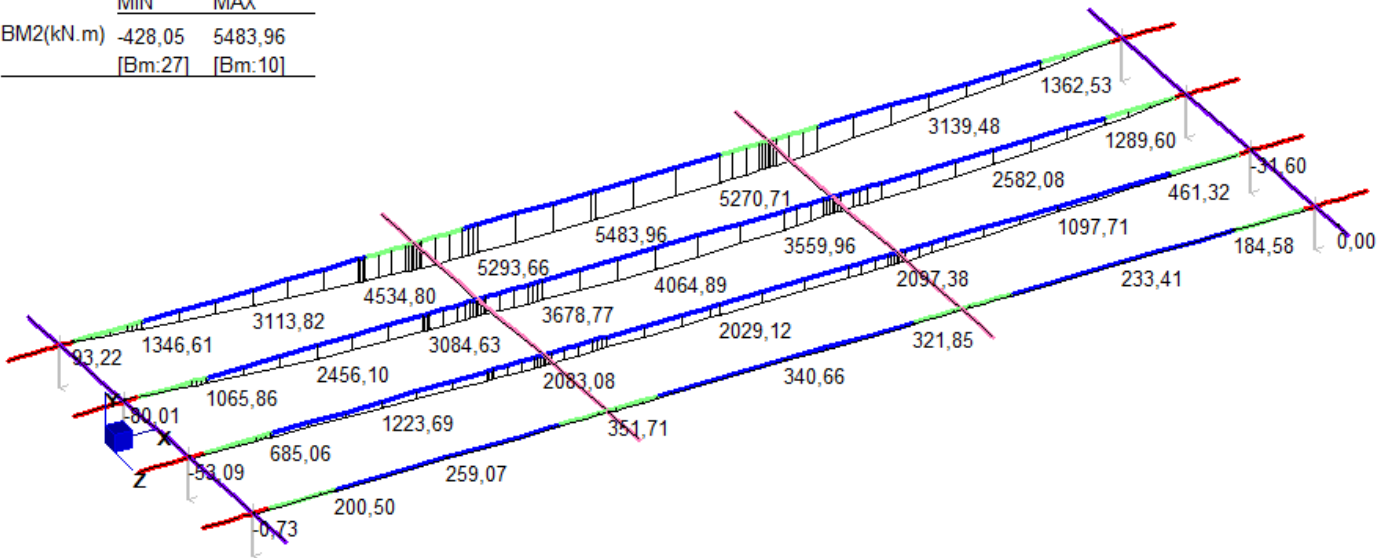


Figura 69 – Azione verticale dovuta al passaggio di SW/2 sul binario 1 - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-928,64	969,37
	[Bm:69]	[Bm:27]

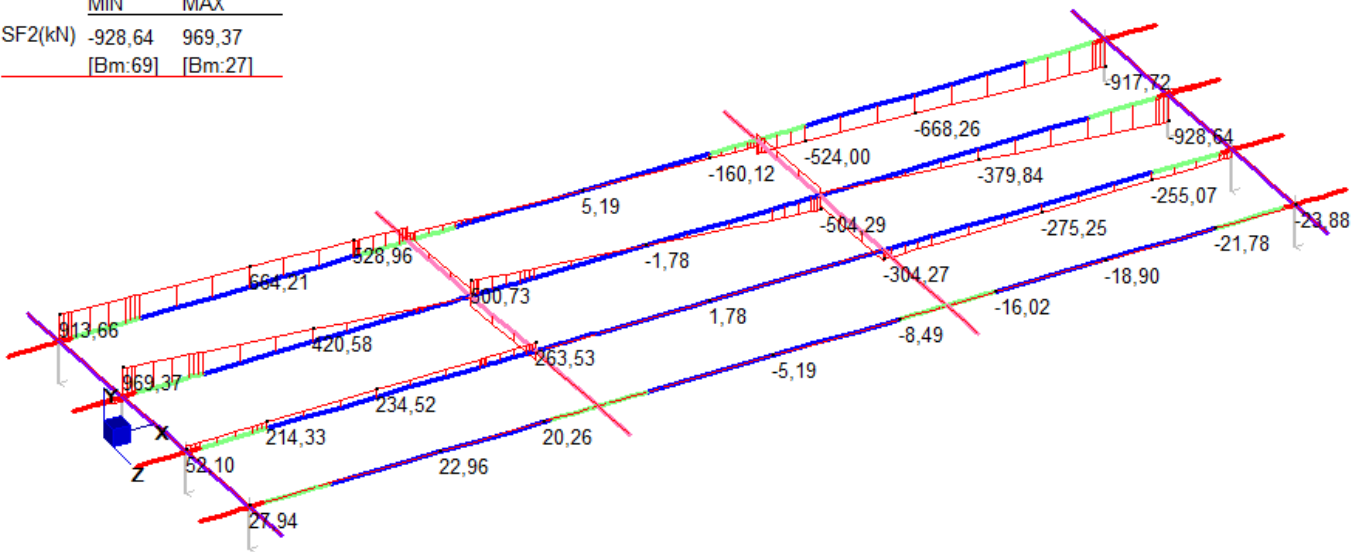


Figura 70 – Azione verticale dovuta al passaggio di SW/2 sul binario 1 - Taglio (kN)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	112

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-306,76	4527,84
	[Bm:28]	[Bm:50]

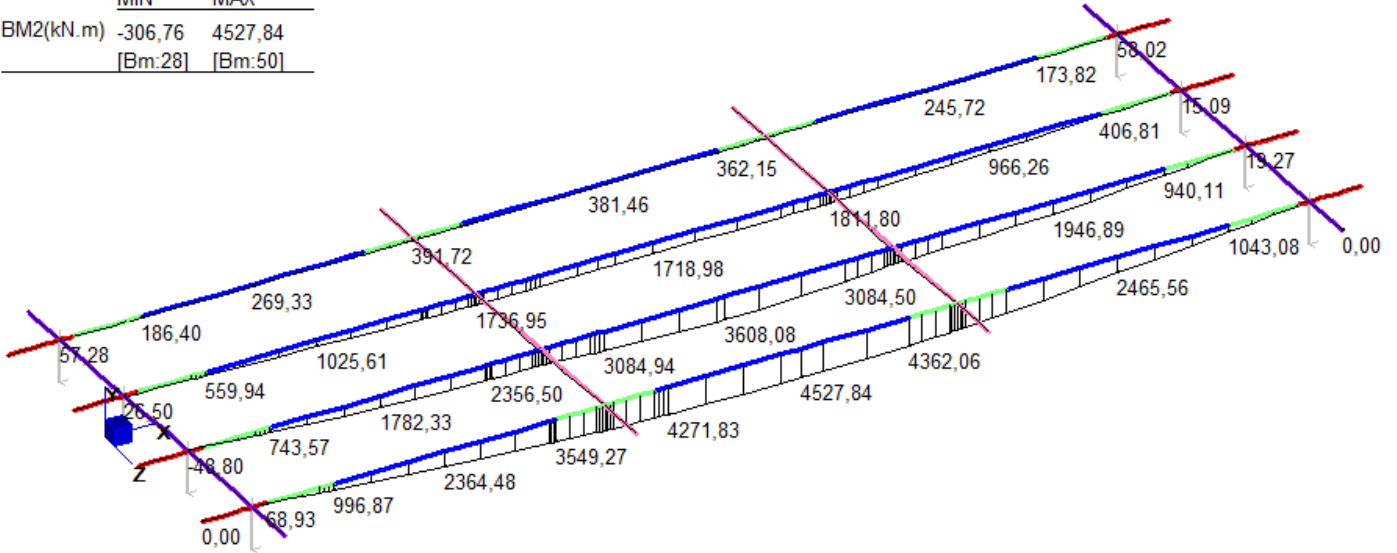


Figura 71 – Azione verticale dovuta al passaggio di LM71 sul binario 2 - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-686,33	670,77
	[Bm:71]	[Bm:28]

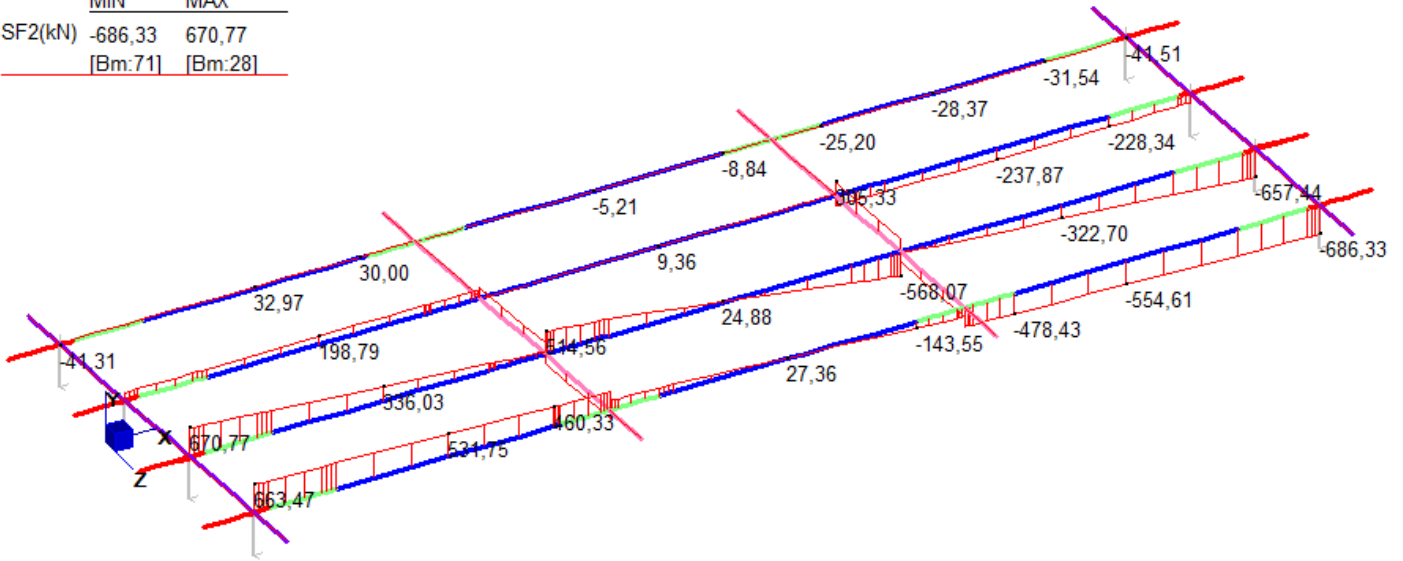


Figura 72 – Azione verticale dovuta al passaggio di LM71 sul binario 2 - Taglio (kN)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	113

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-17,17	402,23
	[Bm:70]	[Bm:27]

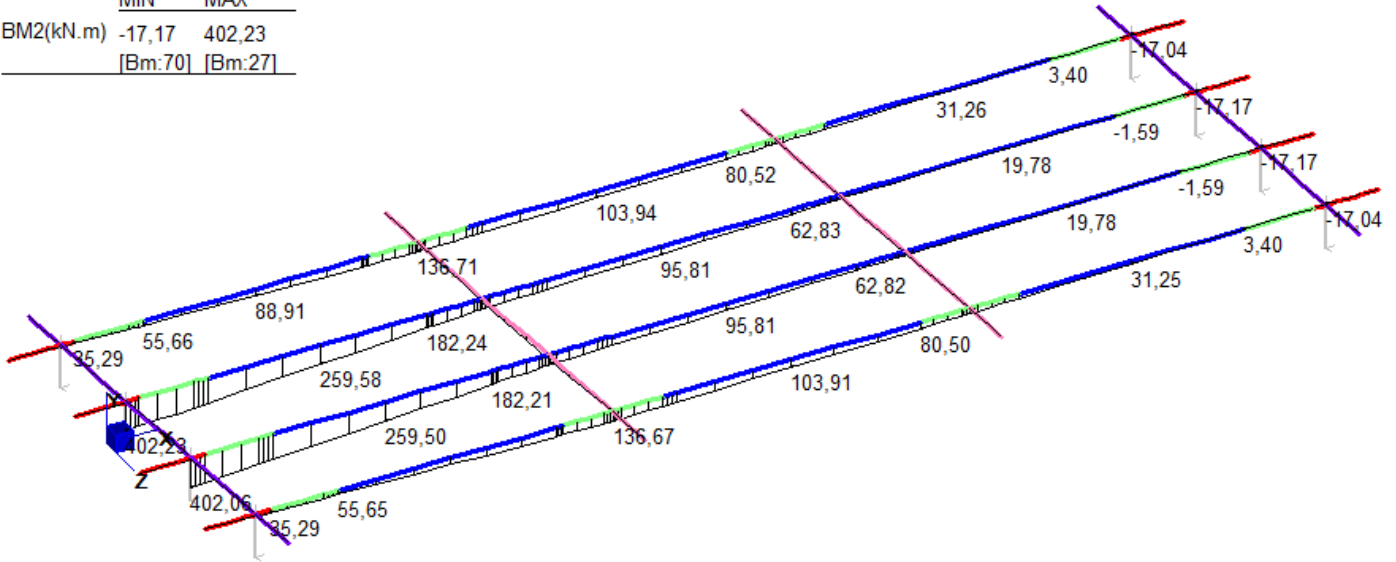


Figura 73 –Frenatura modello di carico SW/2 - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-49,86	22,37
	[Bm:39]	[Bm:87]

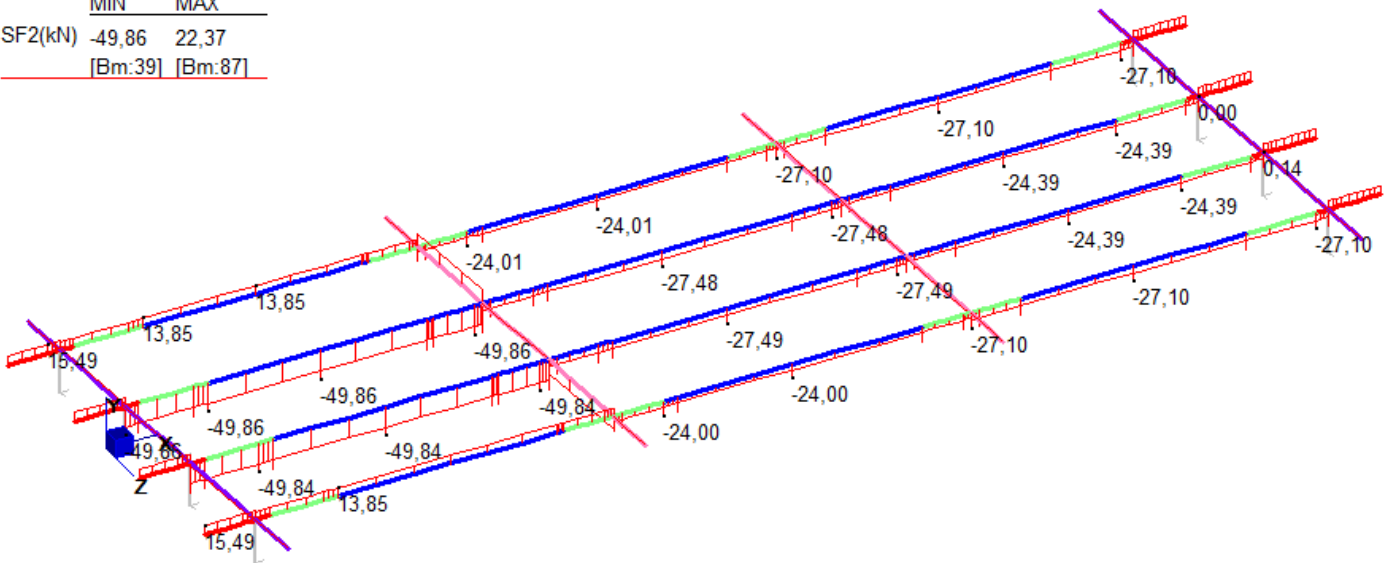


Figura 74 –Frenatura modello di carico SW/2 - Taglio (kN)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	114

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-10,80	252,84
	[Bm:70]	[Bm:27]

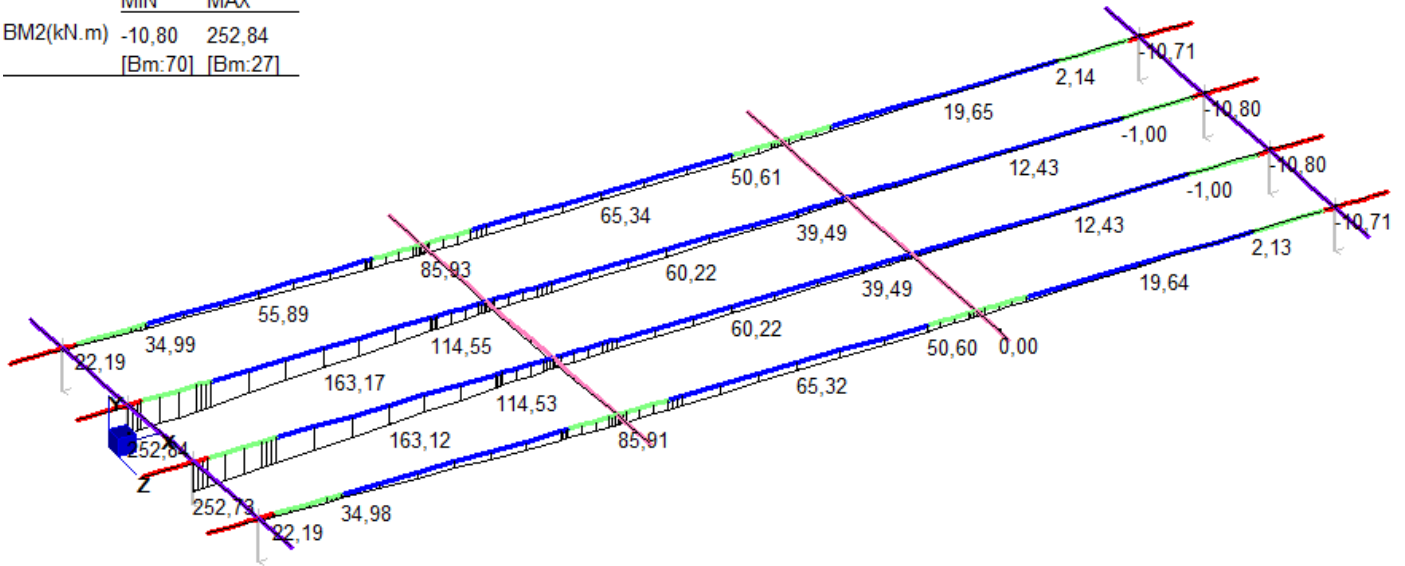


Figura 75 – Frenatura modello di carico LM71 - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-31,35	14,06
	[Bm:39]	[Bm:87]

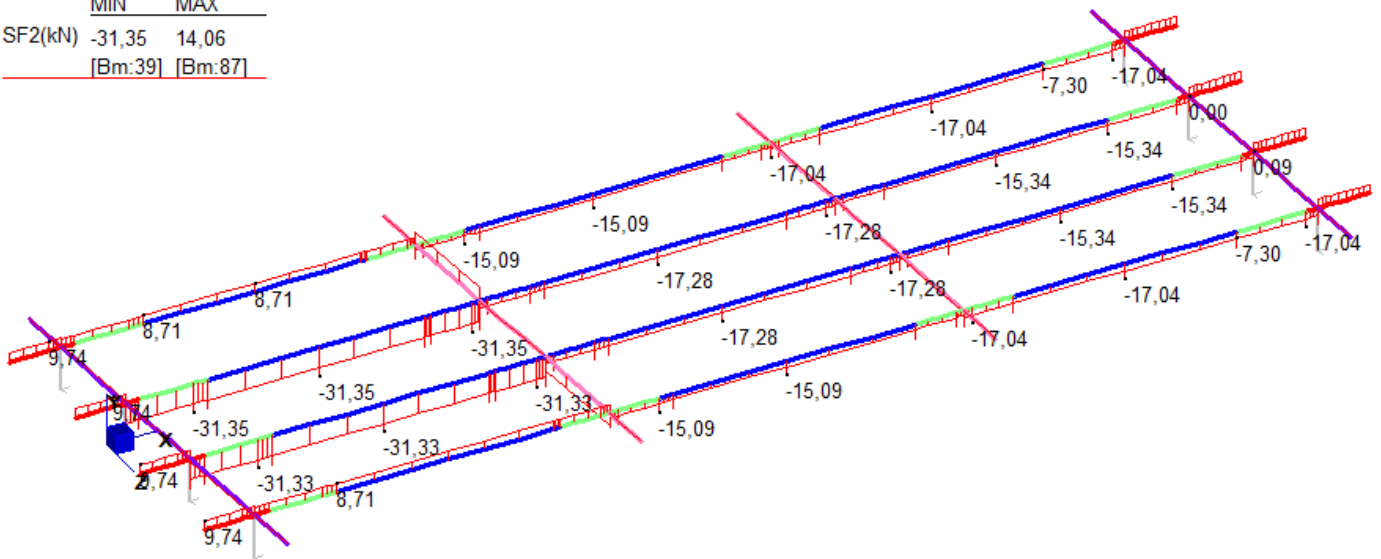


Figura 76 – Frenatura modello di carico LM71 - Taglio (kN)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	115

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-16,18	379,24
	[Bm:70]	[Bm:27]

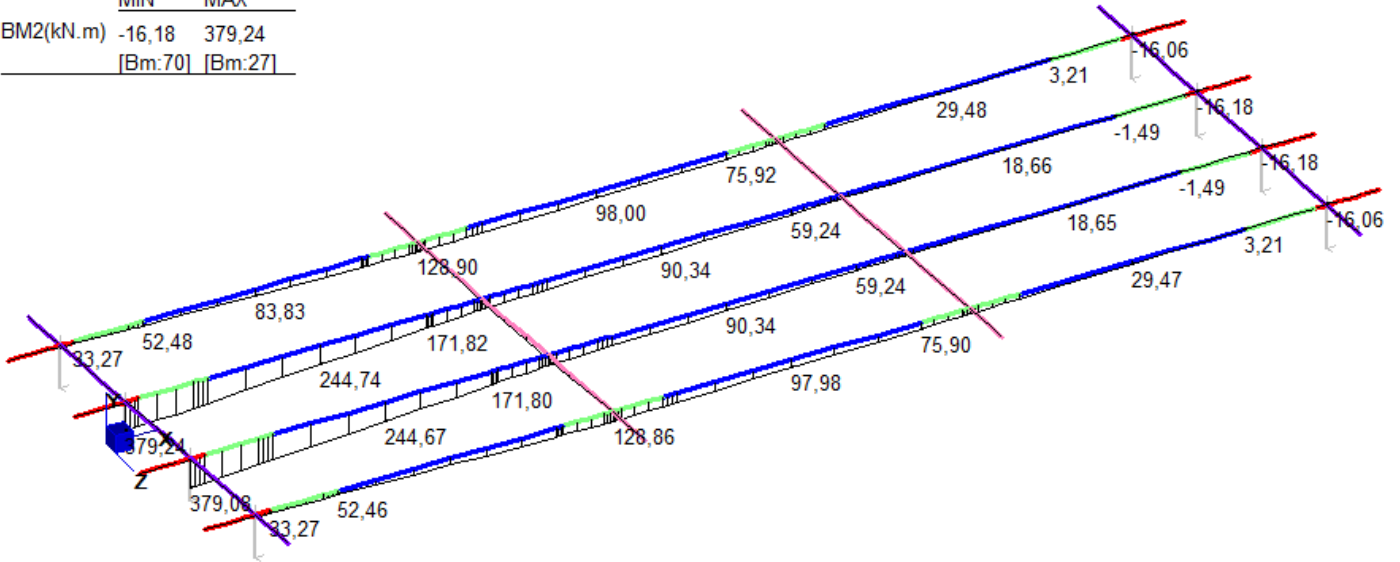


Figura 77 - Avviamento modello di carico SW/2 - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-47,01	21,09
	[Bm:39]	[Bm:87]

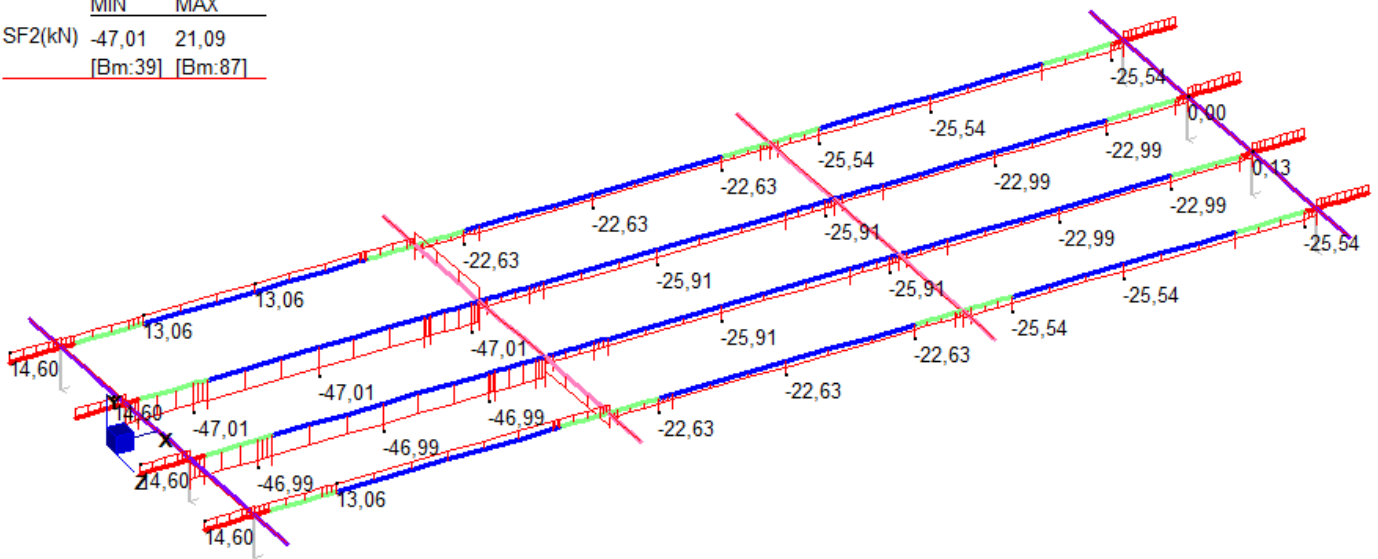


Figura 78 - Avviamento modello di carico SW/2 - Taglio (kN)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	116

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-17,80	417,39
	[Bm:70]	[Bm:27]

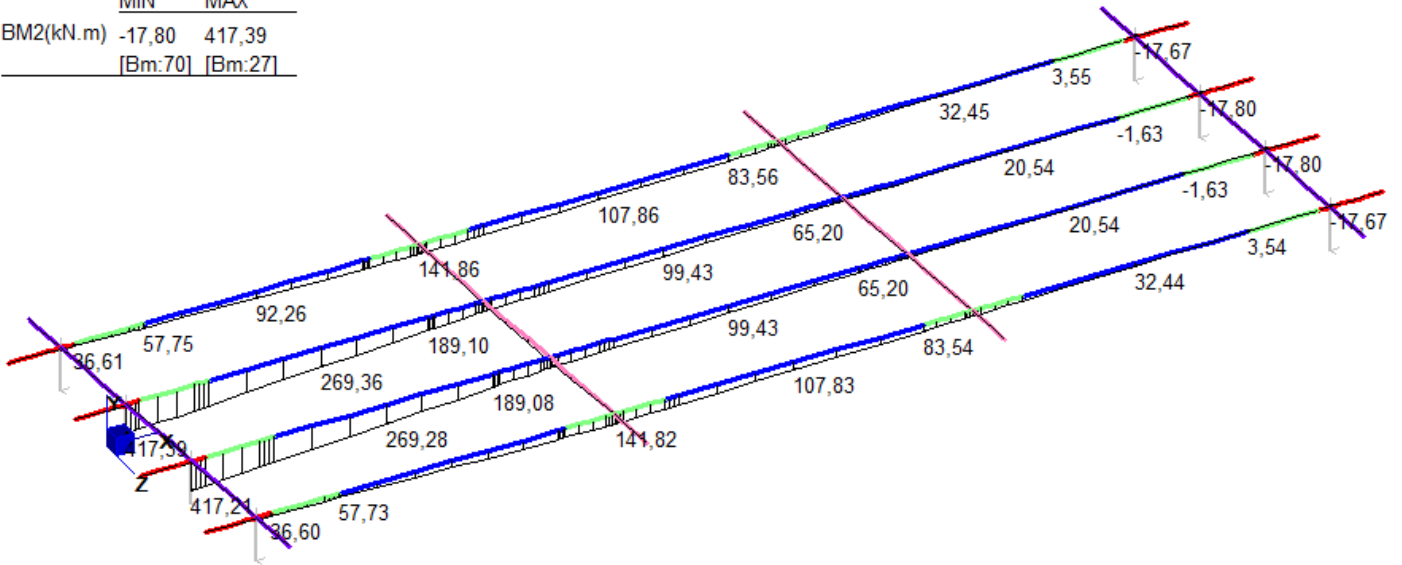


Figura 79 - Avviamento modello di carico LM71 - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-51,73	23,22
	[Bm:33]	[Bm:87]

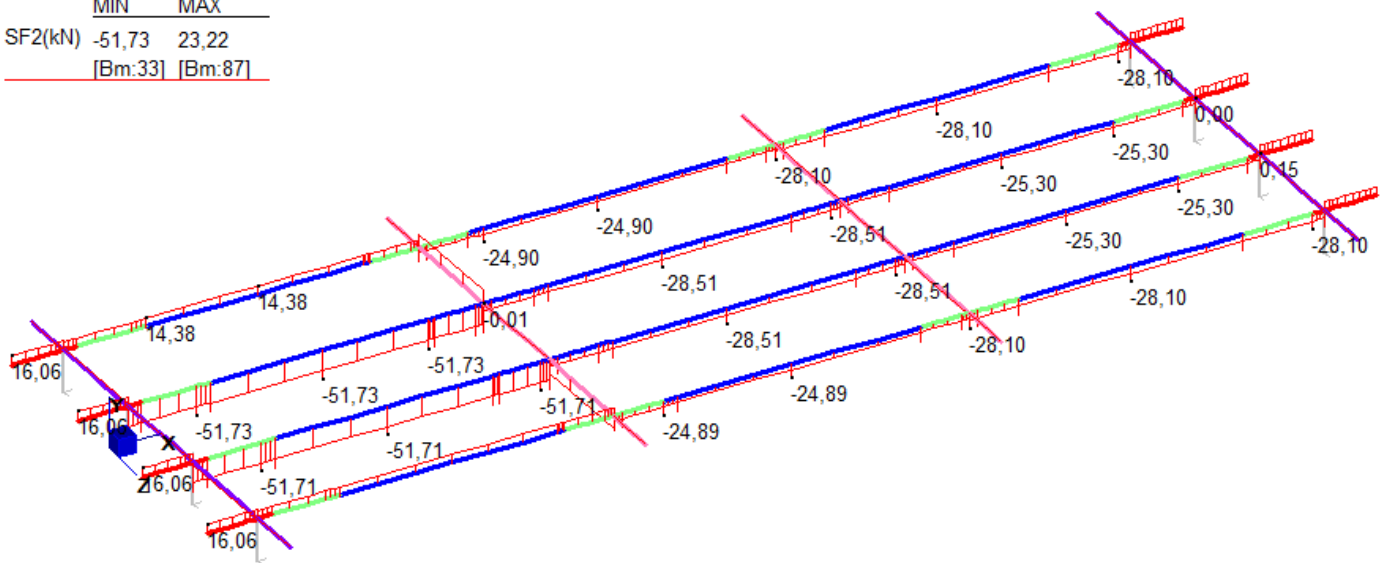


Figura 80 - Avviamento modello di carico LM71 - Taglio (kN)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	117

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-362,07	2602,35
	[Bm:59]	[Bm:10]

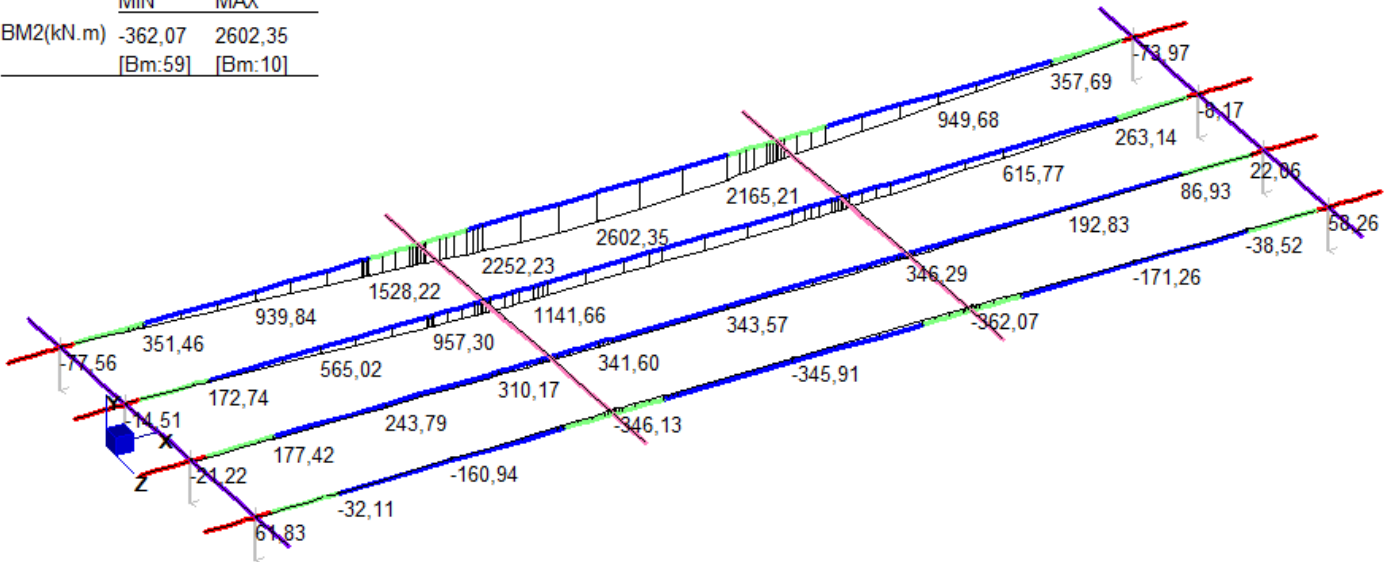


Figura 81 - Deragliamento caso 1 sul binario 1 - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-370,73	375,15
	[Bm:12]	[Bm:8]

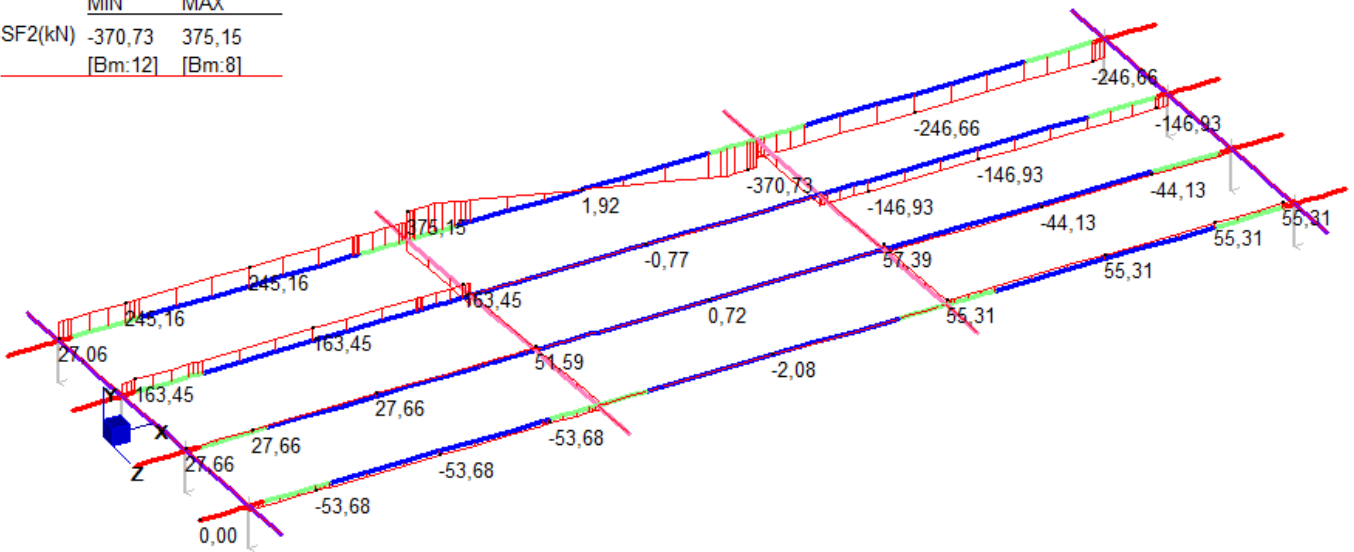


Figura 82 - Deragliamento caso 1 sul binario 1 - Taglio (kN)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	118

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-1228,89	5439,28
	[Bm:59]	[Bm:10]

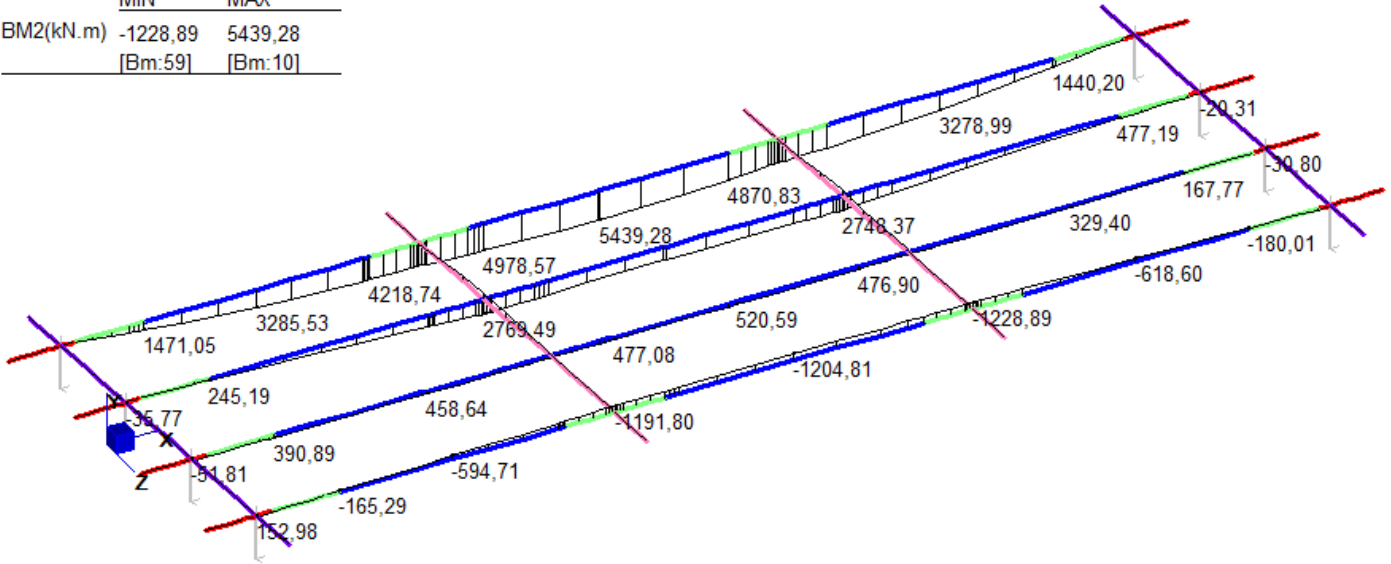


Figura 83 - Deragliamento caso 2 sul binario 1 - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-958,03	985,54
	[Bm:17]	[Bm:3]

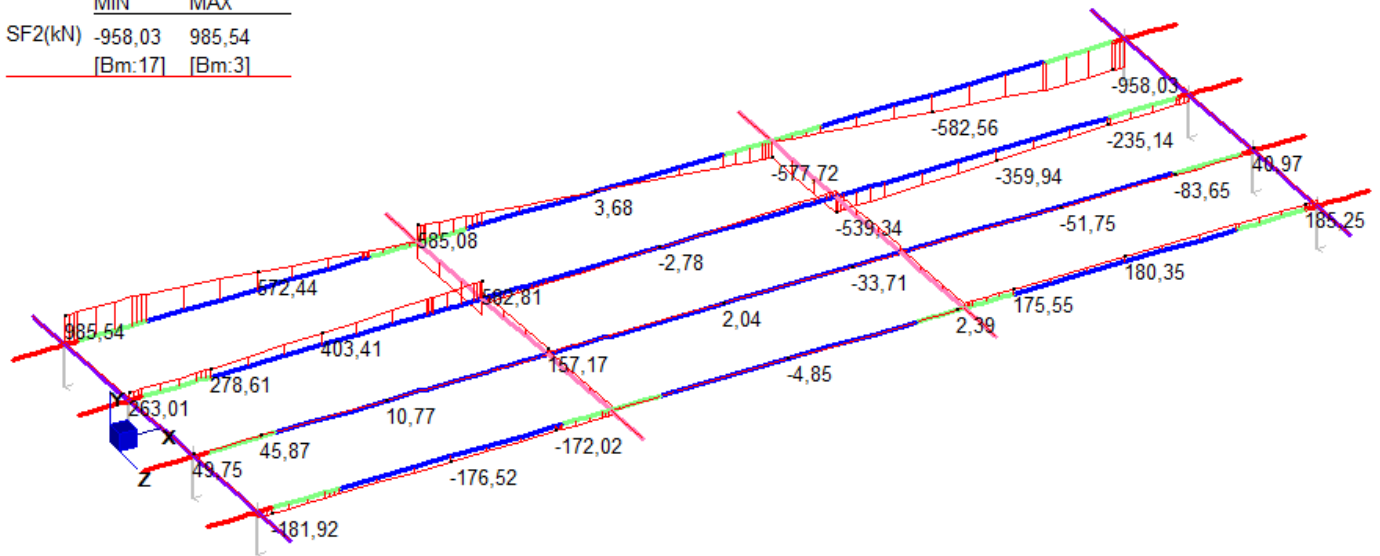


Figura 84 - Deragliamento caso 2 sul binario 1 - Taglio (kN)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	119

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-236,94	236,94
	[Bm:50]	[Bm:10]

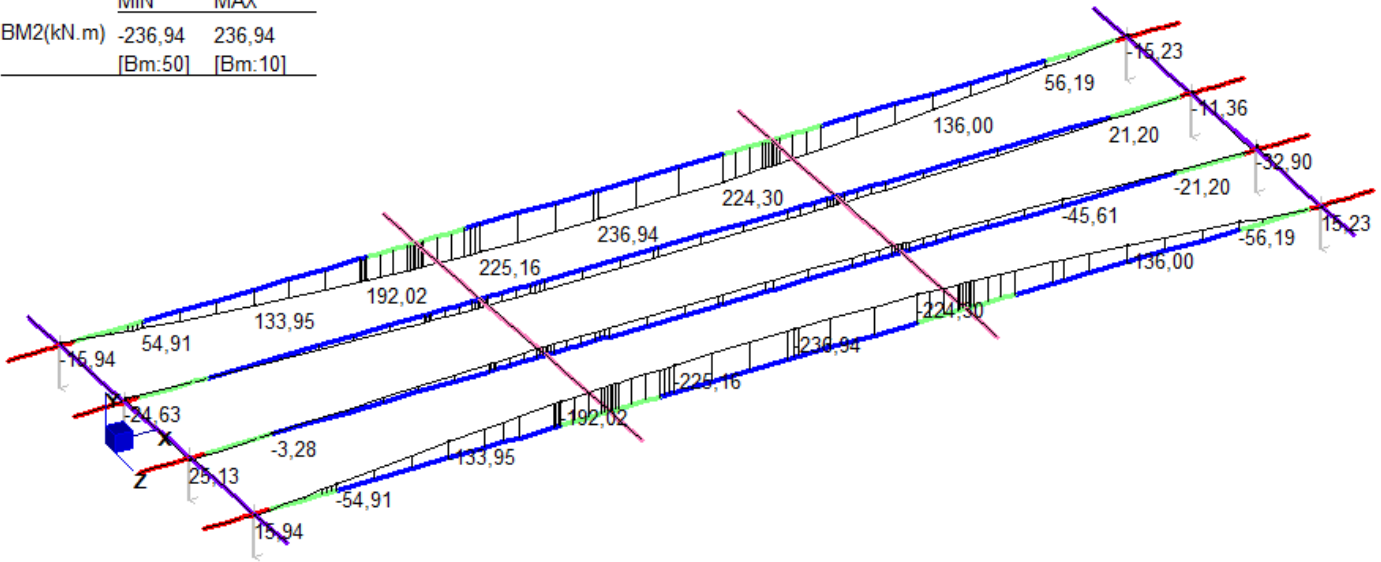


Figura 85 - Vento - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-43,99	43,99
	[Bm:17]	[Bm:71]

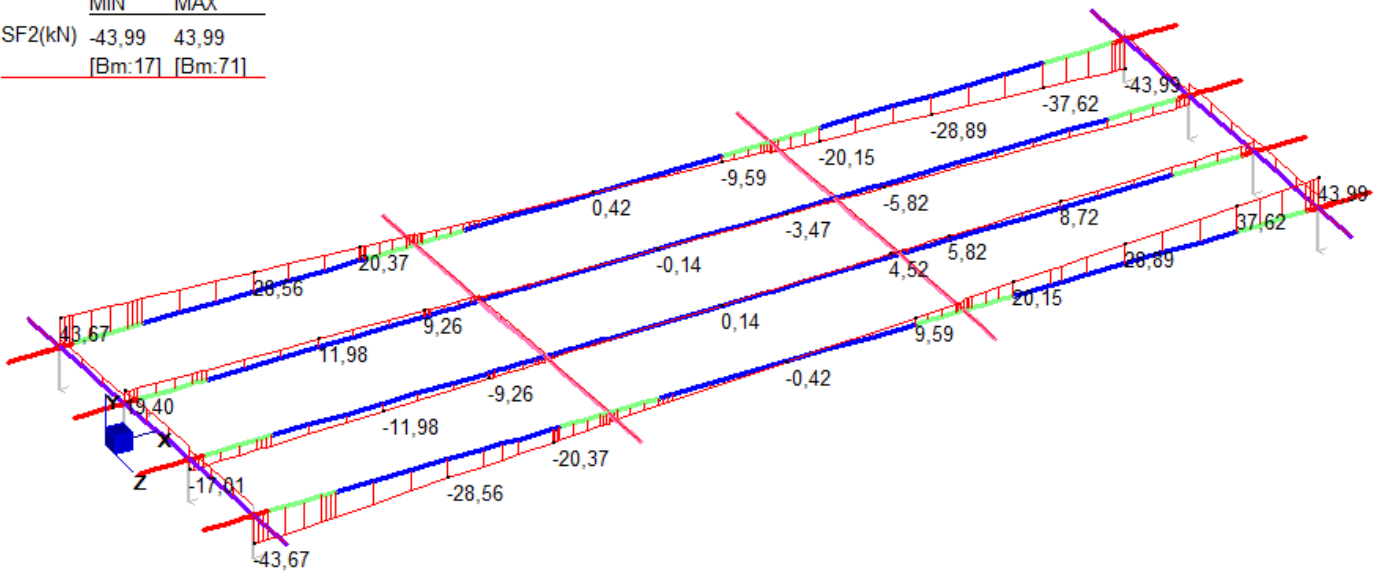


Figura 86 –Vento - Taglio (kN)

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	123

	Gruppo 2 (Stabilità laterale)						Gruppo 3 (Massima azione longitudinale)													
	Solo Centrifuga						renatura/Avviamento, Centrifuga e Serpeggi						No Centrifuga				Treno Verticale Dimezzato			
	Vento non dominante			Senza vento			Vento non dominante		Senza vento		Vento non dominante		Senza vento		Vento non dominante		Senza vento			
	1 Barriera	2 Barriere	Senza Barriere	1 Barriera	2 Barriere	Senza Barriere	1 Barriera	2 Barriere	Senza Barriere	1 Barriera	2 Barriere	Senza Barriere	1 Barriera	2 Barriere	Senza Barriere	1 Barriera	2 Barriere	Senza Barriere		
	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2		
Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax		
PP sez corrente trave	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
PP ringrosso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
PP testata	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
PP traverso testata distribuito	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
PP traverso interno distribuito	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
PP soletta	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
PPNS ballast	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
PPNS velette	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
PPNS barriere antirumore	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
PPNS 1 barriera	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
PPNS arredi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Frenatura SW/2 mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Frenatura LM71 mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Frenatura SW/2 f distributed	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Frenatura LM71 f distributed	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Aviamento LM71 mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Aviamento SW/2 mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Aviamento LM71 f distributed	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Aviamento SW/2 f distributed	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Mmax: sw/2 BIN1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50		
Mmax: qk LM71 BIN2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,50	0,50		
Mmax: Qk LM71 BIN2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,50	0,50	0,50		
Vmax: sw/2 BIN1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Vmax_2:qk LM71 BIN2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Vmax_2:Qk LM71 BIN2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Mmax: ECC qA1d_BIN1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Mmax: ECC qA2d_BIN1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Vmax: ECC qA1d_BIN1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Vmax: ECC qA2d_BIN1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
CENTR_gh_SW2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50		
CENTR_mz_SW2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50		
Mmax: qk LM71 centr cb BIN2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Mmax: Qk LM71 centr cb BIN2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Mmax: CENTR_LM71_cb_q	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00		
Mmax: CENTR_LM71_cb_mz(q)	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00		
Mmax: CENTR_LM71_cb_mz(Q)	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00		
Mmax: CENTR_LM71_ca_q	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00		
Mmax: CENTR_LM71_ca_Q	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00		
Mmax: CENTR_LM71_ca_mz(q)	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00		
Mmax: CENTR_LM71_ca_mz(Q)	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00		
Vmax: qk LM71 centr cb BIN2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Vmax: Qk LM71 centr cb BIN2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Vmax: CENTR_LM71_cb_q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Vmax: CENTR_LM71_cb_mz(q)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Vmax: CENTR_LM71_cb_mz(Q)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Vmax: CENTR_LM71_ca_q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Vmax: CENTR_LM71_ca_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Vmax: CENTR_LM71_ca_mz(q)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Vmax: CENTR_LM71_ca_mz(Q)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Vento Verticale	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,00	0,60	0,60	0,60		
Vento Torcente	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,00	0,60	0,60	0,60		
Vento Trasversale	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,00	0,60	0,60	0,60		
Temp unif +	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60		
Temp unif -	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
DeltaT2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
T unif. ritiro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Serpeggio SW/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50		
Serpeggio LM71	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50	0,50	0,50		

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	124

	Gruppo 1 (Massima azione verticale) - Temperatura dominante																			
	Frenatura/Avviamento, Centrifuga e Serpeggi						No Frenatura/Avviamento						No Centrifuga				No Centrifuga/Frenatura/Avviamento/Serpeggi			
	Vento non dominante			Senza vento			Vento non dominante			Senza vento			Vento non dominante		Senza vento		Vento non dominante		Senza vento	
	1 Barriera	2 Barriere	Senza Barriere	1 Barriera	2 Barriere	Senza Barriere	1 Barriera	2 Barriere	Senza barriere	1 Barriera	2 Barriere	Senza barriere	1 Barriera	2 Barriere	Senza barriere	1 Barriera	2 Barriere	Senza barriere		
	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2
Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax
RA43	RA44	RA45	RA46	RA47	RA48	RA49	RA50	RA51	RA52	RA53	RA54	RA55	RA56	RA57	RA58	RA59	RA60	RA61	RA62	
PP sez corrente trave	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PP ringrosso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PP testata	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PP traverso testata distribuito	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PP traverso interno distribuito	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PP soletta	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PPNS ballast	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PPNS velette	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PPNS barriere antirumore	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
PPNS 1 barriera	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PPNS arredi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Frenatura SW/2 mz	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Frenatura LM71 mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Frenatura SW/2 f distributed	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Frenatura LM71 f distributed	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aviamento LM71 mz	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Aviamento SW/2 mz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aviamento LM71 f distributed	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Aviamento SW/2 f distributed	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mmax: sw2 BIN1	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: qk LM71 BIN2	0,00	0,80	0,80	0,00	0,80	0,80	0,00	0,80	0,80	0,00	0,80	0,80	0,00	0,80	0,80	0,00	0,80	0,80	0,00	0,80
Mmax: Qk LM71 BIN2	0,00	0,80	0,80	0,00	0,80	0,80	0,00	0,80	0,80	0,00	0,80	0,80	0,00	0,80	0,80	0,00	0,80	0,80	0,00	0,80
Vmax: sw2 BIN1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vmax_2:qk LM71_BIN2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vmax_2:Qk LM71_BIN2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mmax: ECC qA1d_BIN1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mmax: ECC qA2d_BIN1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vmax: ECC qA1d_BIN1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vmax: ECC qA2d_BIN1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CENTR_qh_SW2	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
CENTR_mz_SW/2	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: qk LM71 centr cb BIN2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mmax: Qk LM71 centr cb BIN2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mmax: CENTR_LM71_cb_q	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00
Mmax: CENTR_LM71_cb_Q	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00
Mmax: CENTR_LM71_cb_mz(q)	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00
Mmax: CENTR_LM71_cb_mz(Q)	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00
Mmax: CENTR_LM71_ca_q	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mmax: CENTR_LM71_ca_Q	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mmax: CENTR_LM71_ca_mz(q)	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mmax: CENTR_LM71_ca_mz(Q)	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vmax: qk LM71 centr cb BIN2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vmax: Qk LM71 centr cb BIN2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vmax: CENTR_LM71_cb_q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vmax: CENTR_LM71_cb_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vmax: CENTR_LM71_cb_mz(q)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vmax: CENTR_LM71_cb_mz(Q)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vmax: CENTR_LM71_ca_q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vmax: CENTR_LM71_ca_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vmax: CENTR_LM71_ca_mz(q)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vmax: CENTR_LM71_ca_mz(Q)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vento Verticale	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60</						

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	125

	Gruppo 2 (Stabilità laterale)												Gruppo 3 (Massima azione longitudinale)											
	Centrifuga e Serpeggio						Frenatura/Avviamento e Centrifuga						No Centrifuga						Treno Verticale Dimezzato					
	Vento non dominante			Senza vento			Vento non dominante			Senza vento			Vento non dominante			Senza vento			Vento non dominante			Senza vento		
	1 Barriera		2 Barriere		Senza Barriere		1 Barriera		2 Barriere		Senza Barriere		1 Barriera		2 Barriere		Senza Barriere		1 Barriera		2 Barriere		Senza Barriere	
	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2	SW/2	LM71 + SW/2		
Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax	Mmax		
RA63	RA64	RA65	RA66	RA67	RA68	RA69	RA70	RA71	RA72	RA73	RA74	RA75	RA76	RA77	RA78	RA79	RA80	RA81	RA82	RA83	RA84	QP1	QP2	QP3
PP sez corrente trave	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PP ringrosso	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PP testata	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PP traverso testata distribuito	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PP traverso interno distribuito	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PP soletta	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PPNS ballast	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PPNS velette	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PPNS barriere antirumore	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PPNS 1 barriera	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
PPNS aredi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Frenatura SW/2 mz	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Frenatura LM71 mz	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Frenatura SW/2 f distributed	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Frenatura LM71 f distributed	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Avviamento LM71 mz	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Avviamento SW/2 mz	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Avviamento LM71 f distributed	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Avviamento SW/2 f distributed	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: sw/2 BIN1	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: qk LM71 BIN2	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: Qk LM71 BIN2	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: sw/2 BIN1	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: 2qk LM71 BIN2	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: 2Qk LM71 BIN2	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: ECC qA1d_BIN1	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: ECC qA2d_BIN1	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: ECC qA1d_BIN1	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: ECC qA2d_BIN1	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
CENTR_qh_SW2	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
CENTR_mz_SW2	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Mmax: qk LM71 centr cb BIN2	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: Qk LM71 centr cb BIN2	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: CENTR LM71 cb_q	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Mmax: CENTR LM71 cb_Q	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Mmax: CENTR LM71 cb_mz(q)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Mmax: CENTR LM71 cb_mz(Q)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Mmax: CENTR LM71 ca_q	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Mmax: CENTR LM71 ca_Q	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Mmax: CENTR LM71 ca_mz(q)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Mmax: CENTR LM71 ca_mz(Q)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Mmax: qk LM71 centr cb BIN2	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: Qk LM71 centr cb BIN2	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mmax: CENTR LM71 cb_q	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0				

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	126

14. VERIFICHE TRAVI

14.1.1 Criteri per la verifica tensionale

Si verifica lo stato tensionale delle due sezioni correnti più significative:

- sezione di mezzeria della trave di bordo, che risulta maggiormente sollecitata a flessione;
- sezione corrente vicino all'appoggio (sezione distante 1.45 m dall'asse appoggio), nei confronti delle possibili trazioni ad estradosso trave.

Le combinazioni che massimizzano l'effetto di momento flettente nella trave più sollecitata sono le seguenti:

- Combinazione quasi permanente: $1.0 \cdot g_1 + 1.0 \cdot g_2 + 1.0 \cdot g_3 + 1.0 \cdot \varepsilon_1 + 1.0 \cdot \varepsilon_2$;
- Combinazione caratteristica rara: $1.0 \cdot g_1 + 1.0 \cdot g_2 + 1.0 \cdot g_3 + 1.0 \cdot q_1 + 1.0 \cdot q_3 + 1.0 \cdot \varepsilon_1 + 1.0 \cdot \varepsilon_2$;

con:

g_1 pesi propri strutturali

g_2 pesi propri non strutturali

g_3 ballast

q_1 carichi verticali da treno

q_3 carico da vento

ε_1 ritiro del calcestruzzo

ε_2 azioni termiche

Quest'ultima combinazione deriva dall'aver considerato il gruppo 3 della tabella 5.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008 per la definizione dell'azione caratteristica dovuta al traffico ferroviario.

Per la definizione della disposizione più gravosa del carico q_1 è stato considerato uno schema di carico relativo alla condizione di traffico pesante, secondo quanto esposto nella tabella 5.2.III del D.M. 14 gennaio 2008.

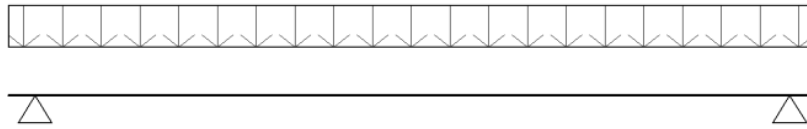
Secondo tale tabella occorre considerare la presenza contemporanea di due treni, come esposto in seguito:

- Primo binario caricato con treno di carico tipo SW/2;
- Secondo binario caricato con treno di carico tipo LM 71.

Per massimizzare il momento in mezzeria sono state considerate le seguenti disposizioni dei treni sui binari:

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

SW/2



LM 71



Con riferimento al treno di carico tipo LM71 la posizione che massimizza l'effetto del momento flettente nella sezione di mezzeria è quella in cui si considera che il secondo dei 4 carichi concentrati sia posizionato esattamente nella mezzeria stessa dell'impalcato.

14.1.2 Sezione di mezzeria

Si riportano di seguito i diagrammi dei momenti ottenuti caricando la trave secondo la configurazione che massimizza il momento in mezzeria.

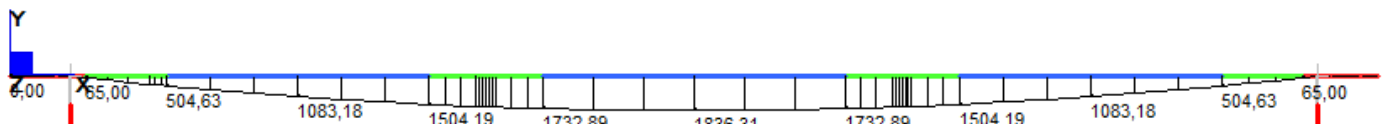


Figura 87 - PP trave - Momento flettente (kNm)

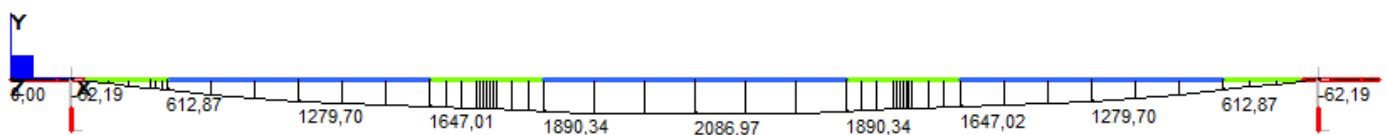


Figura 88 - PP traversi + soletta - Momento flettente (kNm)

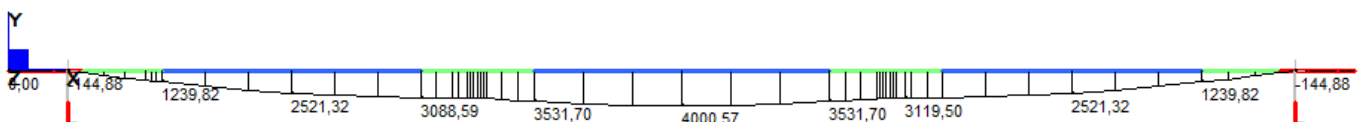


Figura 89 - PPNS + barriera antirumore - Momento flettente (kNm)

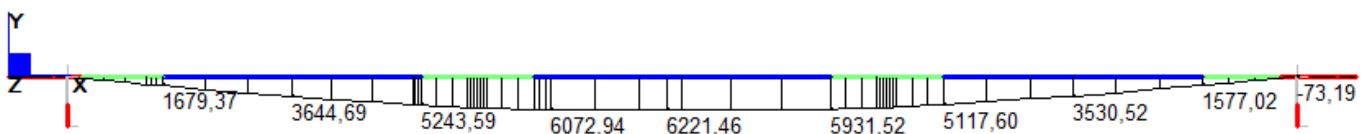


Figura 90 - Traffico + vento - Momento flettente (kNm)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

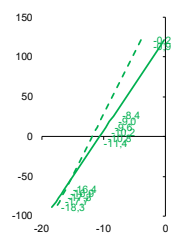
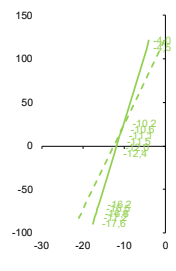
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	128

NOME: TRAVE1 H210 x=L/2		CALCOLO SEZIONE COMPOSTA PRESOLLECITATA (NTC2008)									
SOLLECITAZIONI SLE										Rev. 00	
		M _{Ed} (kNm)	N _{Ed} (kN)								
G ₁	PP trave	1836,3	0,0								
	PP soletta	2087,0	0,0								
G ₂	Permanenti	4000,6	0,0								
Q _k	Accidentali	6221,5	52,7 (Traffico + Vento)								
TRAVE PREFABBRICATA											
h _p (cm)	210	Calcestruzzo			Armatura attiva		Armatura lenta				
G ₁ (kN/m)	27,35	R _{ck} (MPa)	55		f _{ptk} (MPa)	1860	f _{tk} (MPa)	540			
		f _{ck} (MPa)	45,65		f _{p(0.1)k} (MPa)	1670	f _{yk} (MPa)	450			
		E _c (MPa)	36416		E _p (MPa)	195000	E _s (MPa)	210000			
(taglio trefoli)		R _{ckj} (MPa)	45								
		f _{ckj} (MPa)	37,35								
		E _{ci} (MPa)	34625								
Cavo	n°	A _{pi} (mm ²)	y _{pi} (cm)	A _{pi} (cm ²)	n _p =E _p /E _{ct y_{i,0}} (MPa)						
C1	8	139	202,0	11,12	5,355	1400					
C2	2	139	115,0	2,78	5,355	1400					
C3	2	139	108,0	2,78	5,355	1400					
C4	2	139	101,00	2,78	5,355	1400					
C5	2	139	94,00	2,78	5,355	1400					
C6	2	139	87,00	2,78	5,355	1400					
C7	2	139	80,00	2,78	5,355	1400					
C8	6	139	22,00	8,34	5,355	1400					
C9	16	139	17,00	22,24	5,355	1400					
C10	16	139	12,00	22,24	5,355	1400					
C11	16	139	7,00	22,24	5,355	1400					
SOLETTA											
b _s (cm)	240	Calcestruzzo			Armatura lenta						
h _s (cm)	35	R _{ck} (MPa)	40		f _{tk} (MPa)	540					
G ₁ (kN/m)	21,00	f _{ck} (MPa)	33,20		f _{yk} (MPa)	450					
		E _{ct} (MPa)	33643		E _s (MPa)	210000					
		n _{cs} =E _{cs} /E _c	0,924								
Barra	n°	A _{si} (mm ²)	y _{pi} (cm)	A _{pi} (cm ²)	n _s =E _s /E _{ct}						
B7	6	113	240,9	6,78	5,767						
B8	4	113	214,1	4,52	5,767						
SEZIONE COMPOSTA REAGENTE											
				A _p (cm ²)	I _p (cm ⁴)	y _{pi} (cm)					
Fase 0, 1, 2		Trave solo cls		10941	58609570	91,31					
		Trave + armatura		11492	59628903	89,19					
		Soletta solo cls		8400	857500	227,50					
		Soletta + armatura		7825	792660	227,52					
Fase 3, 4, 5		Trave + soletta + armatura		19317	149503024	145,23					
PERDITE DI TENSIONE											
		Trave prefabbricata			Soletta						
		Rilassamento acciaio (%)	Ritiro (%)	Viscosità (%)	Ritiro (%)	Viscosità (%)					
Fase 0	Tiro, getto, taglio trefoli	-	-	-	-	-					
Fase 1	Movimentazione	40%	500000	33%	15%	-					
Fase 2	Getto soletta	30%	500000	33%	15%	-					
Fase 3	Dopo getto soletta	30%	500000	33%	70%	-					
Fase 4	Carichi permanenti	-	-	-	-	50%					
Fase 5	Carichi accidentali	-	-	-	-	0%					
		ρ ₁₀₀₀ (%)	Classe	ε _{rit,p} (%)	φ _{10,∞} ε _{rit,soil} (%)						
		2,50	2	0,035%	2,31 0,029%						

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	129

NOME: TRAVE1 H210 x=L/Z		RIEPILOGO CALCOLI SEZIONE COMPOSTA PRESOLLECITATA (NTC2008)										
FASE 0 Presollecitazione trefoli, getto trave		Scassero, taglio trefoli										
N _{Ed} (kN) = -14400,4 M _{Ed} (kNm) = -6044,7		N _{Ed} (kN) = -13598,3 M _{Ed} (kNm) = -3871,7										
	y (cm)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)								σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)
Estr. trave (2)	120,8	-0,3									-4,0	
C1	112,8	-1,1	1394,1								-4,5	+1375,9
C2	25,8	-9,9	1346,9								-10,2	+1345,6
C3	18,8	-10,6	1343,1								-10,6	+1343,2
C4	11,8	-11,3	1339,3								-11,1	+1340,7
C5	4,8	-12,0	1335,5								-11,5	+1338,3
C6	-2,2	-12,8	1331,7								-12,0	+1335,9
C7	-9,2	-13,5	1327,9								-12,4	+1333,4
C8	-67,2	-19,3	1296,4								-16,2	+1313,3
C9	-72,2	-19,8	1293,7								-16,5	+1311,5
C10	-77,2	-20,4	1291,0								-16,8	+1309,8
C11	-82,2	-20,9	1288,3								-17,2	+1308,1
Intr. trave (1)	-89,2	-21,6									-17,6	
FASE 1 Movimentazione		Perdite tensione trave prefabbricata										
N _{Ed} (kN) = -13598,3 M _{Ed} (kNm) = -3871,7		Viscosità 15%		Ritiro 33%		Rilassamento 40%		N _{Ed} (kN) = -12227,1 M _{Ed} (kNm) = -5132,4				
	y (cm)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	Δσ _{sp} (MPa)	σ _{sp} (MPa)	Δσ _{sp} (MPa)	Δσ _{sp} (MPa)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	
Estr. trave (2)	+120,8	-4,0									-0,2	
C1	+112,8	-4,5	+1375,9	-1,6	-22,8	+1351,5	-32,0	-33,5	+1318,1	-0,9	+1313,1	
C2	+25,8	-10,2	+1345,6	-3,5	-22,8	+1319,3	-29,5	-31,0	+1288,4	-8,4	+1243,3	
C3	+18,8	-10,6	+1343,2	-3,7	-22,8	+1316,7	-29,3	-30,8	+1286,0	-9,0	+1237,7	
C4	+11,8	-11,1	+1340,7	-3,8	-22,8	+1314,2	-29,1	-30,6	+1283,6	-9,6	+1232,0	
C5	+4,8	-11,5	+1338,3	-4,0	-22,8	+1311,6	-28,9	-30,4	+1281,2	-10,2	+1226,4	
C6	-2,2	-12,0	+1335,9	-4,1	-22,8	+1309,0	-28,7	-30,2	+1278,8	-10,8	+1220,7	
C7	-9,2	-12,4	+1333,4	-4,3	-22,8	+1306,4	-28,5	-30,0	+1276,4	-11,4	+1215,1	
C8	-67,2	-16,2	+1313,3	-5,6	-22,8	+1284,9	-27,0	-28,5	+1256,4	-16,4	+1168,4	
C9	-72,2	-16,5	+1311,5	-5,7	-22,8	+1283,1	-26,9	-28,4	+1254,7	-16,9	+1164,4	
C10	-77,2	-16,8	+1309,8	-5,8	-22,8	+1281,2	-26,8	-28,2	+1253,0	-17,3	+1160,4	
C11	-82,2	-17,2	+1308,1	-5,9	-22,8	+1279,4	-26,6	-28,1	+1251,2	-17,7	+1156,3	
Intr. trave (1)	-89,2	-17,6								-18,3		
FASE 2 Getto soletta		Perdite tensione trave prefabbricata										
N _{Ed} (kN) = -12227,1 M _{Ed} (kNm) = -3045,4		Viscosità 15%		Ritiro 33%		Rilassamento 30%		N _{Ed} (kN) = -11148,8 M _{Ed} (kNm) = -4679,8				
	y (cm)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	Δσ _{sp} (MPa)	σ _{sp} (MPa)	Δσ _{sp} (MPa)	Δσ _{sp} (MPa)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	
Estr. trave (2)	120,8	-4,5									-0,2	
C1	112,8	-4,9	1292,0	-1,7	-22,8	1267,5	-19,4	-20,3	1247,2	-0,8	+1242,7	
C2	25,8	-9,3	1238,5	-3,2	-22,8	1212,5	-16,8	-17,7	1194,8	-7,7	+1153,7	
C3	18,8	-9,7	1234,1	-3,4	-22,8	1208,0	-16,6	-17,5	1190,5	-8,2	+1146,5	
C4	11,8	-10,0	1229,8	-3,5	-22,8	1203,6	-16,4	-17,3	1186,3	-8,8	+1139,3	
C5	4,8	-10,4	1225,5	-3,6	-22,8	1199,2	-16,2	-17,1	1182,1	-9,3	+1132,1	
C6	-2,2	-10,8	1221,2	-3,7	-22,8	1194,7	-16,0	-16,9	1177,8	-9,9	+1124,9	
C7	-9,2	-11,1	1216,9	-3,8	-22,8	1190,3	-15,8	-16,7	1173,6	-10,4	+1117,7	
C8	-67,2	-14,1	1181,1	-4,9	-22,8	1153,4	-14,4	-15,2	1138,2	-15,0	+1058,0	
C9	-72,2	-14,3	1178,0	-5,0	-22,8	1150,3	-14,2	-15,1	1135,2	-15,4	+1052,9	
C10	-77,2	-14,6	1174,9	-5,1	-22,8	1147,1	-14,1	-15,0	1132,1	-15,8	+1047,7	
C11	-82,2	-14,8	1171,8	-5,1	-22,8	1143,9	-14,0	-14,9	1129,0	-16,2	+1042,6	
Intr. trave (1)	-89,2	-15,2								-16,7		
FASE 3 Dopo getto soletta		Perdite tensione trave prefabbricata										
N _{Ed} (kN) = -11148,8 M _{Ed} (kNm) = -4679,8		Viscosità 70%		Ritiro 33%		Rilassamento 30%		N _{Ed} (kN) = -9941,3 M _{Ed} (kNm) = -8743,9				
	y (cm)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	Δσ _{sp} (MPa)	σ _{sp} (MPa)	Δσ _{sp} (MPa)	Δσ _{sp} (MPa)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	
Estr. soletta (3)	99,8	-0,2									-0,9	
Intr. soletta (2)	64,8	-2,7									-1,3	
Estr. trave (2)	64,8	-2,7									-1,3	
C1	56,8	-0,8	1242,7	-1,4	-22,8	1218,6	-17,1	-17,9	1200,7	-1,4	+1192,9	
C2	-30,2	-7,7	1153,7	-12,4	-22,8	1118,5	-13,1	-14,1	1104,4	-7,1	+1066,3	
C3	-37,2	-8,2	1146,5	-13,3	-22,8	1110,5	-12,8	-13,8	1096,6	-7,6	+1056,1	
C4	-44,2	-8,8	1139,3	-14,2	-22,8	1102,4	-12,5	-13,6	1088,8	-8,0	+1045,8	
C5	-51,2	-9,3	1132,1	-15,1	-22,8	1094,3	-12,3	-13,3	1081,0	-8,5	+1035,6	
C6	-58,2	-9,9	1124,9	-16,0	-22,8	1086,2	-12,0	-13,1	1073,2	-9,0	+1025,3	
C7	-65,2	-10,4	1117,7	-16,9	-22,8	1078,1	-11,7	-12,8	1065,3	-9,4	+1015,0	
C8	-123,2	-15,0	1058,0	-24,2	-22,8	1011,1	-9,7	-10,9	1000,2	-13,2	+929,6	
C9	-128,2	-15,4	1052,9	-24,8	-22,8	1005,3	-9,6	-10,7	994,5	-13,5	+922,2	
C10	-133,2	-15,8	1047,7	-25,5	-22,8	999,5	-9,4	-10,6	988,9	-13,8	+914,8	
C11	-138,2	-16,2	1042,6	-26,1	-22,8	993,7	-9,3	-10,4	983,3	-14,2	+907,5	
Intr. trave (1)	-145,2	-16,7								-14,6		
FASE 4 Carichi permanenti		Ritiro soletta										
N _{Ed} (kN) = -9941,3 M _{Ed} (kNm) = -5743,3		ΔN _{Ed} (kN) = -4140,6 ΔM _{Ed} (kNm) = 3406,5		N _{Ed} (kN) = -14086,6 M _{Ed} (kNm) = -2341,3								
	y (cm)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	Δσ _{sp} (MPa)	σ _{sp} (MPa)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	
Estr. soletta (3)	99,8	-1,3	-1,2								-0,7	-0,7
Intr. soletta (2)	64,8	-2,7	-2,5								-1,3	-1,2
Estr. trave (2)	64,8	-2,7									-1,3	
C1	56,8	-3,0	1184,8	-3,6	-6,4	1166,4	-6,4	-6,4	1166,4	-6,4	+1166,4	
C2	-30,2	-6,3	1070,6	-1,5	-7,8	1062,8	-7,8	-7,8	1062,8	-7,8	+1062,8	
C3	-37,2	-6,6	1061,4	-1,3	-7,9	1054,5	-7,9	-7,9	1054,5	-7,9	+1054,4	
C4	-44,2	-6,8	1052,2	-1,1	-8,0	1046,1	-8,0	-8,0	1046,1	-8,0	+1046,0	
C5	-51,2	-7,1	1042,9	-1,0	-8,1	1037,7	-8,1	-8,1	1037,7	-8,1	+1037,6	
C6	-58,2	-7,4	1033,6	-0,8	-8,2	1029,3	-8,2	-8,2	1029,3	-8,2	+1029,2	
C7	-65,2	-7,7	1024,4	-0,7	-8,3	1020,9	-8,3	-8,3	1020,9	-8,3	+1020,8	
C8	-123,2	-9,9	947,3	-0,7	-9,2	950,8	-9,2	-9,2	950,8	-9,2	+950,8	
C9	-128,2	-10,1	940,6	0,8	-9,3	944,8	-9,3	-9,3	944,8	-9,3	+944,7	
C10	-133,2	-10,3	933,9	0,9	-9,4	938,7	-9,4	-9,4	938,7	-9,4	+938,7	
C11	-138,2	-10,5	927,3	1,0	-9,5	932,6	-9,5	-9,5	932,6	-9,5	+932,6	
Intr. trave (1)	-145,2	-10,7		1,2	-9,6					-9,6		
FASE 5 Carichi accidentali		Ritiro soletta										
N _{Ed} (kN) = -14033,9 M _{Ed} (kNm) = 3880,2		ΔN _{Ed} (kN) = 0,0 ΔM _{Ed} (kNm) = 0,0		N _{Ed} (kN) = -14033,9 M _{Ed} (kNm) = 3880,2								
	y (cm)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	Δσ _{sp} (MPa)	σ _{sp} (MPa)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	σ _p (MPa)	σ _{sp} (MPa)	
Estr. soletta (3)	99,8	-9,9	-9,1								-9,9	-9,1
Intr. soletta (2)	64,8	-8,9	-8,3								-8,9	-8,3
Estr. trave (2)	64,8	-8,9									-8,9	
C1	56,8	-8,7	1153,9	0,0	-8,7	1153,9	-8,7	-8,7	1153,9	-8,7	+1153,9	
C2	-30,2	-6,5	1069,7	0,0	-6,5	1069,7	-6,5	-6,5	1069,7	-6,5	+1069,7	
C3	-37,2	-6,3	1062,9	0,0	-6,3	1062,9	-6,3	-6,3	1062,9	-6,3	+1062,9	
C4	-44,2	-6,1	1056,1	0,0	-6,1	1056,1	-6,1	-6,1	1056,1	-6,1	+1056,1	
C5	-51,2	-5,9	1049,2	0,0	-5,9	1049,2	-5,9	-5,9	1049,2	-5,9	+1049,2	
C6	-58,2	-5,8	1042,4	0,0	-5,8	1042,4	-5,8	-5,8	1042,4	-5,8	+1042,4	
C7	-65,2	-5,6	1035,5	0,0	-5,6	1035,5	-5,6	-5,6	1035,5	-5,6	+1035,5	
C8	-123,2	-4,1	978,4	0,0	-4,1	978,4	-4,1	-4,1	978,4	-4,1	+978,4	
C9	-128,2	-3,9	973,5	0,0	-3,9	973,5	-3,9	-3,9	973,5	-3,9	+973,5	
C10	-133,2	-3,8	968,5	0,0	-3,8	968,5	-3,8	-3,8	968,5	-3,8	+968,5	
C11	-138,2	-3,7	963,6	0,0	-3,7	963,6	-3,7	-3,7	963,6	-3,7	+963,6	
Intr. trave (1)	-145,2	-3,5		0,0	-3,5					-3,5		



**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	130

NOME: TRAVE1 H210 x=L/2 **VERIFICHE STATO LIMITE TENSIONALE DI ESERCIZIO (NTC2008)**

VERIFICA TENSIONI CLS

	y (cm)	FS 0 (MPa)	FS 1 (MPa)	FS 2 (MPa)	FS 3 (MPa)	FS 4 (MPa)	FS 5 (MPa)
Estr. soletta (3)	99,8				1,3	-0,7	-9,1
Intr. soletta (2)	64,8				-0,9	-1,2	-8,3
Estr. trave (2)	64,8	-4,0	-0,2	-0,2	-0,9	-6,3	-8,9
Intr. trave (1)	-145,2	-17,6	-18,3	-16,7	-14,6	-9,6	-3,5

Condizioni iniziali
 σ_{cp} (MPa) = **18,3** < $0,7 f_{ckj}$ = 26,1 MPa (Movimentazione, FS1)
 σ_{ctp} (MPa) = < f_{ctjm} = 2,8 MPa Assenza di trazione

Condizioni finali lungo termine
 $\sigma_{c,sol}$ (MPa) = **1,2** < $0,40 f_{ck}$ = 13,3 MPa (Permanenti, FS4)
 σ_{cp} (MPa) = **9,6** < $0,40 f_{ck}$ = 18,3 MPa
 $\sigma_{c,sol}$ (MPa) = **9,1** < $0,55 f_{ck}$ = 18,3 MPa (Accidentali, FS5)
 σ_{cp} (MPa) = **8,9** < $0,55 f_{ck}$ = 25,1 MPa

VERIFICA TENSIONI ARMATURA ATTIVA

	y (cm)	FS 0 (MPa)	FS 1 (MPa)	FS 2 (MPa)	FS 3 (MPa)	FS 4 (MPa)	FS 5 (MPa)
Cavo C1	56,8	1375,9	1313,1	1242,7	1192,9	1166,4	1153,9
C2	-30,2	1345,6	1243,3	1153,7	1066,3	1062,8	1069,7
C3	-37,2	1343,2	1237,7	1146,5	1056,1	1054,4	1062,9
C4	-44,2	1340,7	1232,0	1139,3	1045,8	1046,0	1056,1
C5	-51,2	1338,3	1226,4	1132,1	1035,6	1037,6	1049,2
C6	-58,2	1335,9	1220,8	1124,9	1025,3	1029,2	1042,4
C7	-65,2	1333,4	1215,2	1117,7	1015,0	1020,8	1035,5
C8	-123,2	1313,3	1168,5	1058,0	929,6	950,8	978,4
C9	-128,2	1311,5	1164,4	1052,9	922,2	944,7	973,5
C10	-133,2	1309,8	1160,4	1047,7	914,8	938,7	968,5
C11	-138,2	1308,1	1156,4	1042,6	907,5	932,6	963,6

Condizioni iniziali
 σ_{spi} (MPa) = **+1375,9** < $0,85 f_{p(0,1)k}$ = +1419,5 MPa (Tiro, FS0)

Condizioni finali lungo termine
 σ_{sp} (MPa) = **+1166,4** < $0,8 f_{p(0,1)k}$ = +1336,0 MPa (Permanenti, FS4)
 σ_{sp} (MPa) = **+1153,9** < $0,8 f_{p(0,1)k}$ = +1336,0 MPa (Accidentali, FS5)

VERIFICA TENSIONI ARMATURA LENTA

	y (cm)	FS 0 (MPa)	FS 1 (MPa)	FS 2 (MPa)	FS 3 (MPa)	FS 4 (MPa)	FS 5 (MPa)
Soletta B7	95,7				6,3	-5,0	-56,2
B8	68,9				-3,8	-7,4	-52,2

Condizioni iniziali
 σ_s (MPa) = **+0,0** < $0,75 f_{yk}$ = +337,5 MPa (Movimentazione, FS1)

Condizioni finali lungo termine
 $\sigma_{s,sol}$ (MPa) = **+7,4** < $0,75 f_{yk}$ = +337,5 MPa (Permanenti, FS4)
 σ_{sp} (MPa) = **+0,0** < $0,75 f_{yk}$ = +337,5 MPa
 $\sigma_{s,sol}$ (MPa) = **+56,2** < $0,75 f_{yk}$ = +337,5 MPa (Accidentali, FS5)
 σ_{sp} (MPa) = **+0,0** < $0,75 f_{yk}$ = +337,5 MPa

Dalla precedente si evince che tutte le verifiche tensionali eseguite risultano soddisfatte per la sezione di mezzeria della trave di bordo.

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	131

14.1.3 Sezione corrente all'appoggio

NOME: TRAVE H210 x=2,55		CALCOLO SEZIONE COMPOSTA PRESOLLECITATA (NTC2008)									
SOLLECITAZIONI SLE											Rev. 00
		M_{Ed} (kNm)	N_{Ed} (kN)								
G_1	PP trave	421,2	0,0								
	PP soletta	508,5	0,0								
G_2	Permanenti	1029,4	0,0								
Q_k	Accidentali	1408,0	172,4 (Traffico + Vento)								
TRAVE PREFABBRICATA											
h_p (cm)	210	Calcestruzzo		Armatura attiva		Armatura lenta					
G_1 (kN/m)	36,83	R_{ck} (MPa)	55	f_{ptk} (MPa)	1860	f_{tk} (MPa)	540				
		f_{ck} (MPa)	45,65	$f_{p(0.1)k}$ (MPa)	1670	f_{yk} (MPa)	450				
		E_c (MPa)	36416	E_p (MPa)	195000	E_s (MPa)	210000				
(taglio trefoli)		R_{ckl} (MPa)	45								
		f_{ckl} (MPa)	37,35								
		E_{cl} (MPa)	34625								
Cavo	n°	A_{pi} (mm ²)	y_{pi} (cm)	A_{pi} (cm ²)	$n_p = E_p/E_{ct,si,0}$ (MPa)						
C1	8	139	202,0	11,12	5,355	1400					
C2	2	139	115,0	2,78	5,355	1400					
C3	2	139	108,0	2,78	5,355	1400					
C4	2	139	101,00	2,78	5,355	1400					
C5	2	139	94,00	2,78	5,355	1400					
C6	2	139	87,00	2,78	5,355	1400					
C7	2	139	80,00	2,78	5,355	1400					
C8	0	139	22,00	0,00	5,355	1400					
C9	10	139	17,00	13,90	5,355	1400					
C10	10	139	12,00	13,90	5,355	1400					
C11	10	139	7,00	13,90	5,355	1400					
SOLETTA											
b_s (cm)	240	Calcestruzzo		Armatura lenta							
h_s (cm)	35	R_{ck} (MPa)	40	f_{tk} (MPa)	540						
G_1 (kN/m)	21,00	f_{ck} (MPa)	33,20	f_{yk} (MPa)	450						
		E_{ct} (MPa)	33643	E_s (MPa)	210000						
		$n_{cs} = E_{cs}/E_c$	0,924								
Barra	n°	A_{si} (mm ²)	y_{pi} (cm)	A_{pi} (cm ²)	$n_s = E_s/E_{ct}$						
B7	6	113	240,9	6,78	5,767						
B8	4	113	214,1	4,52	5,767						
SEZIONE COMPOSTA REAGENTE											
			A_p (cm ²)	I_p (cm ⁴)	y_{pi} (cm)						
Fase 0, 1, 2	Trave solo cls		14731	70998470	98,18						
	Trave + armatura		15103	71449759	97,31						
	Soletta solo cls		8400	857500	227,50						
	Soletta + armatura		7825	792660	227,52						
Fase 3, 4, 5	Trave + soletta + armatura		22929	159639421	141,75						
PERDITE DI TENSIONE											
		Trave prefabbricata			Soletta						
		Rilassamento acciaio (%)	Ritiro (%)	Viscosità (%)	Ritiro (%)	Viscosità (%)					
		(%)	t (ore)	(%)	(%)	(%)					
Fase 0	Tiro, getto, taglio trefoli	-	-	-	-	-					
Fase 1	Movimentazione	40%	500000	33%	15%	-					
Fase 2	Getto soletta	30%	500000	33%	15%	-					
Fase 3	Dopo getto soletta	30%	500000	33%	70%	-					
Fase 4	Carichi permanenti	-	-	-	-	50%					
Fase 5	Carichi accidentali	-	-	-	-	0%					
		ρ_{1000} (%)	Classe	$\epsilon_{rit,p}$ (%)	$\phi_{t0,\infty} \epsilon_{rit,sol}$ (%)						
		2,50	2	0,035%	2,31 0,029%						

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	133

NOME: TRAVE H210 x=2,55 **VERIFICHE STATO LIMITE TENSIONALE DI ESERCIZIO (NTC2008)**

VERIFICA TENSIONI CLS

y (cm)	FS 0 (MPa)	FS 1 (MPa)	FS 2 (MPa)	FS 3 (MPa)	FS 4 (MPa)	FS 5 (MPa)
Estr. soletta (3) 103,2				0,5	0,7	-4,7
Intr. soletta (2) 68,2				-0,7	0,4	-4,7
Estr. trave (2) 68,2	-1,8	-1,1	-1,0	-0,8	-4,5	-5,0
Intr. trave (1) -141,8	-10,1	-9,9	-9,3	-8,7	-6,4	-5,1

Condizioni iniziali
 σ_{cp} (MPa) = **9,9** < $0,6 f_{ckj}$ = 22,4 MPa (Movimentazione, FS1)
 σ_{ctp} (MPa) = < f_{ctjm} = 2,8 MPa Assenza di trazione

Condizioni finali lungo termine
 $\sigma_{c,sol}$ (MPa) = < $0,40 f_{ck}$ = 13,3 MPa (Permanenti, FS4)
 σ_{cp} (MPa) = **6,4** < $0,40 f_{ck}$ = 18,3 MPa
 $\sigma_{c,sol}$ (MPa) = **4,7** < $0,55 f_{ck}$ = 18,3 MPa (Accidentali, FS5)
 σ_{cp} (MPa) = **5,1** < $0,55 f_{ck}$ = 25,1 MPa

VERIFICA TENSIONI ARMATURA ATTIVA

y (cm)	FS 0 (MPa)	FS 1 (MPa)	FS 2 (MPa)	FS 3 (MPa)	FS 4 (MPa)	FS 5 (MPa)
Cavo C1 60,2	1388,7	1323,2	1267,0	1217,4	1198,5	1196,0
C2 -26,8	1370,3	1285,5	1214,9	1144,6	1139,1	1140,7
C3 -33,8	1368,8	1282,4	1210,7	1138,7	1134,3	1136,3
C4 -40,8	1367,3	1279,4	1206,5	1132,9	1129,5	1131,8
C5 -47,8	1365,8	1276,4	1202,3	1127,0	1124,6	1127,3
C6 -54,8	1364,3	1273,3	1198,1	1121,1	1119,8	1122,8
C7 -61,8	1362,8	1270,3	1193,9	1115,2	1115,0	1118,3
C8 -119,8	1350,5	1245,1	1159,0	1066,3	1075,0	1081,0
C9 -124,8	1349,5	1242,9	1156,0	1062,0	1071,5	1077,8
C10 -129,8	1348,4	1240,7	1153,0	1057,8	1068,1	1074,6
C11 -134,8	1347,4	1238,6	1150,0	1053,6	1064,6	1071,4

Condizioni iniziali
 σ_{spi} (MPa) = **+1388,7** < $0,85 f_{p(0,1)k}$ = +1419,5 MPa (Tiro, FS0)

Condizioni finali lungo termine
 σ_{sp} (MPa) = **+1198,5** < $0,8 f_{p(0,1)k}$ = +1336,0 MPa (Permanenti, FS4)
 σ_{sp} (MPa) = **+1196,0** < $0,8 f_{p(0,1)k}$ = +1336,0 MPa (Accidentali, FS5)

VERIFICA TENSIONI ARMATURA LENTA

y (cm)	FS 0 (MPa)	FS 1 (MPa)	FS 2 (MPa)	FS 3 (MPa)	FS 4 (MPa)	FS 5 (MPa)
Soletta B7 99,1				2,4	4,0	-29,1
B8 72,3				-3,5	2,6	-29,1

Condizioni iniziali
 σ_s (MPa) = **+0,0** < $0,75 f_{yk}$ = +337,5 MPa (Movimentazione, FS1)

Condizioni finali lungo termine
 $\sigma_{s,sol}$ (MPa) = **+4,0** < $0,75 f_{yk}$ = +337,5 MPa (Permanenti, FS4)
 σ_{sp} (MPa) = **+0,0** < $0,75 f_{yk}$ = +337,5 MPa
 $\sigma_{s,sol}$ (MPa) = **+29,1** < $0,75 f_{yk}$ = +337,5 MPa (Accidentali, FS5)
 σ_{sp} (MPa) = **+0,0** < $0,75 f_{yk}$ = +337,5 MPa

Le verifiche tensionali risultano soddisfatte anche nella sezione x = 2.55m della trave di bordo.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	134

14.2 VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Si valuta la resistenza della trave nei confronti delle sollecitazioni flettenti e delle sollecitazioni di taglio. Si adottano le formule riportate nelle NTC2008.

Il valore del momento massimo sollecitante allo stato limite ultimo è stato calcolato con riferimento alla seguente combinazione di carico, ritenuta la più sfavorevole:

Combinazione SLU: $1.35 \cdot g_1 + 1.35 \cdot g_2 + 1.5 \cdot g_3 + 1.45 \cdot q_1 + 1.45 \cdot q_3$

La disposizione dei carichi da traffico (SW/2 e LM71) è stata scelta come specificato in precedenza con riferimento alle verifiche delle tensioni.

Il valore del momento a rottura è stato calcolato per un valore nullo dello sforzo assiale esterno e con un'assegnata predeformazione dell'acciaio di precompressione. Le tensioni nel calcestruzzo e nell'armatura sono state dedotte, a partire dalle deformazioni, utilizzando i diagrammi tensione-deformazione descritti nel seguito.

14.2.1 Legami costitutivi

14.2.1.1 Calcestruzzo

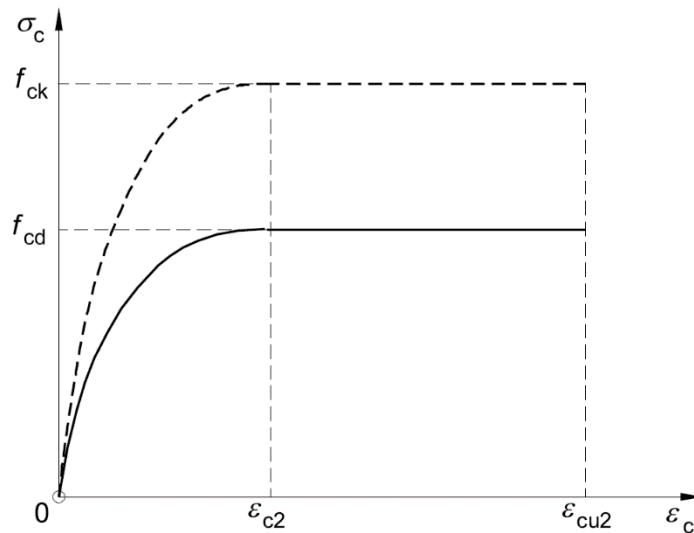


Figura 91 Legame costitutivo parabola-rettangolo

$$\sigma_c = f_{cd} [1 - (1 - \epsilon_c/\epsilon_{c2})^n]$$

$$= f_{cd}$$

$$f_{cd,T} = 25.5 \text{ MPa}$$

$$f_{cd,s} = 15.9 \text{ MPa}$$

$$n = 2$$

$$\epsilon_{c2} = 0.002$$

$$\epsilon_{cu2} = 0.0035$$

per $0 \leq \epsilon_c < \epsilon_{c2}$

per $\epsilon_{c2} \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{cu2}$

resistenza di progetto a compressione per C45/55

resistenza di progetto a compressione per C32/40

deformazione al raggiungimento della massima tensione

deformazione ultima

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

14.2.1.2 Acciaio per armature ordinarie

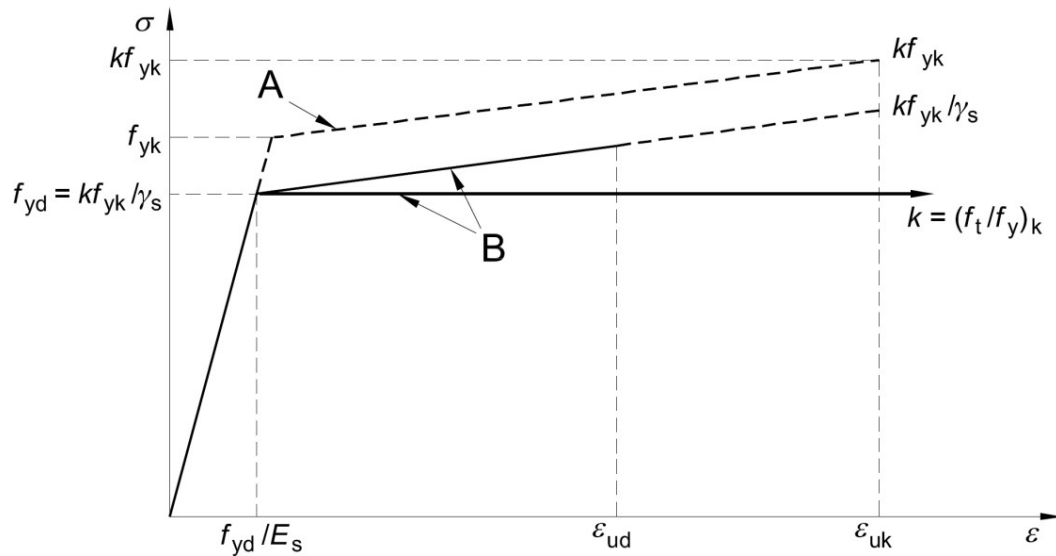


Figura 92 Legame costitutivo acciaio armature ordinarie (tese e compresse) – A diagramma idealizzato, B diagramma di progetto

Legame costitutivo elastico perfettamente plastico

$k = (f_t/f_y)_k = 1.15$	fattore di incrudimento
$f_{yd} = 391.30 \text{ MPa}$	resistenza a snervamento di progetto
$f_{td} = 450 \text{ MPa}$	resistenza ultima di progetto
$E_{se} = 206000 \text{ MPa}$	modulo elastico
$E_{sp} = 895 \text{ MPa}$	modulo plastico
$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 0.0019$	deformazione a snervamento
$\epsilon_{uk} = 0.075$	deformazione ultima
$\epsilon_{ud} = 0.0675$	deformazione ultima di progetto

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

14.2.1.3 Acciaio da precompressione

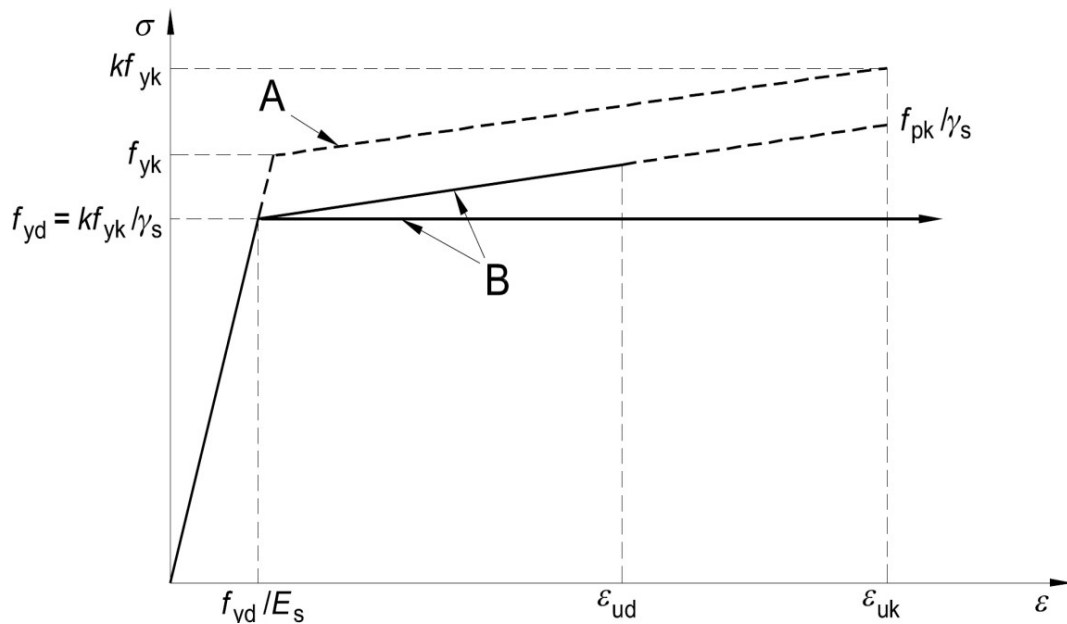


Figura 93 Legame costitutivo acciaio da precompressione (teso e compresso) – A diagramma idealizzato, B diagramma di progetto

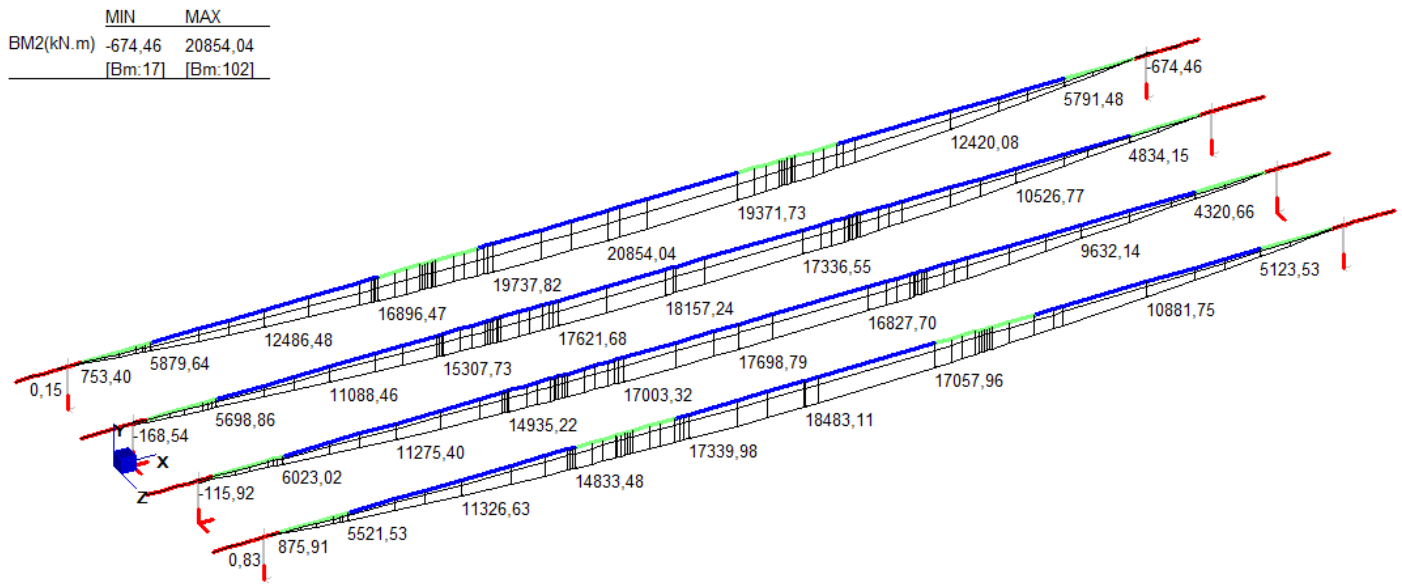
Legame costitutivo bilineare finito con incrudimento

$k = (f_t/f_y)_k = 1.11$	fattore di incrudimento
$f_{yd} = 1452 \text{ MPa}$	tensione caratteristica all'1% di deformazione totale
$f_{pd} = 1617 \text{ MPa}$	resistenza ultima di progetto
$E_{se} = 195000 \text{ MPa}$	modulo elastico
$E_{sp} = 6869 \text{ MPa}$	modulo plastico
$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 0.0074$	deformazione a snervamento
$\epsilon_{uk} = 0.035$	deformazione ultima
$\epsilon_{ud} = 0.0315$	deformazione ultima di progetto

MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

14.2.2 Verifica di resistenza a flessione allo SLU – sezione di mezzeria

Il momento flettente sollecitante massimo si registra nella sezione di mezzeria della trave di bordo, come illustrato nell'involuppo del momento associato allo SLU.



Nelle verifiche si trascura il contributo dell'armatura lenta.

Verifica C.A. S.L.U. - File: trave_cap

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° Vertici: 27 Zoom N° barre: 0 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	-70	0
3	-89	185
4	-120	194
5	-120	210
6	-75	210

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 20854,04 kNm
M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls Coord.[cm]

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Cavo snervato

M_{xRd}: 27.664 kNm

Materiali: B450C C45/55

E_{su}: 67,5 % E_{c2}: 2 %
f_{yd}: 391,3 N/mm² E_{cu}: 3,5 %
E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 25,5 %
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0,8
E_{syd}: 1,957 % σ_{c,adm}: 16
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0,9333
τ_{c1}: 2,543

σ_c: -25,5 N/mm²
σ_s: 3,5 %
E_s: 200.000 N/mm²
d: 197,8 cm
x: 30,11 x/d: 0,1522
δ: 0,7

Tipo Sezione: Rettan.re Trapezi a T Circolare Rettangoli Coord.

Armatura Precompressione: N° cavi: 1 Zoom

N°	As [cm ²]	x [cm]	y [cm]	σ _{sp} [MPa]
1	102,86	0	47,22	1000

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

Calcola MRd Dominio M-N L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

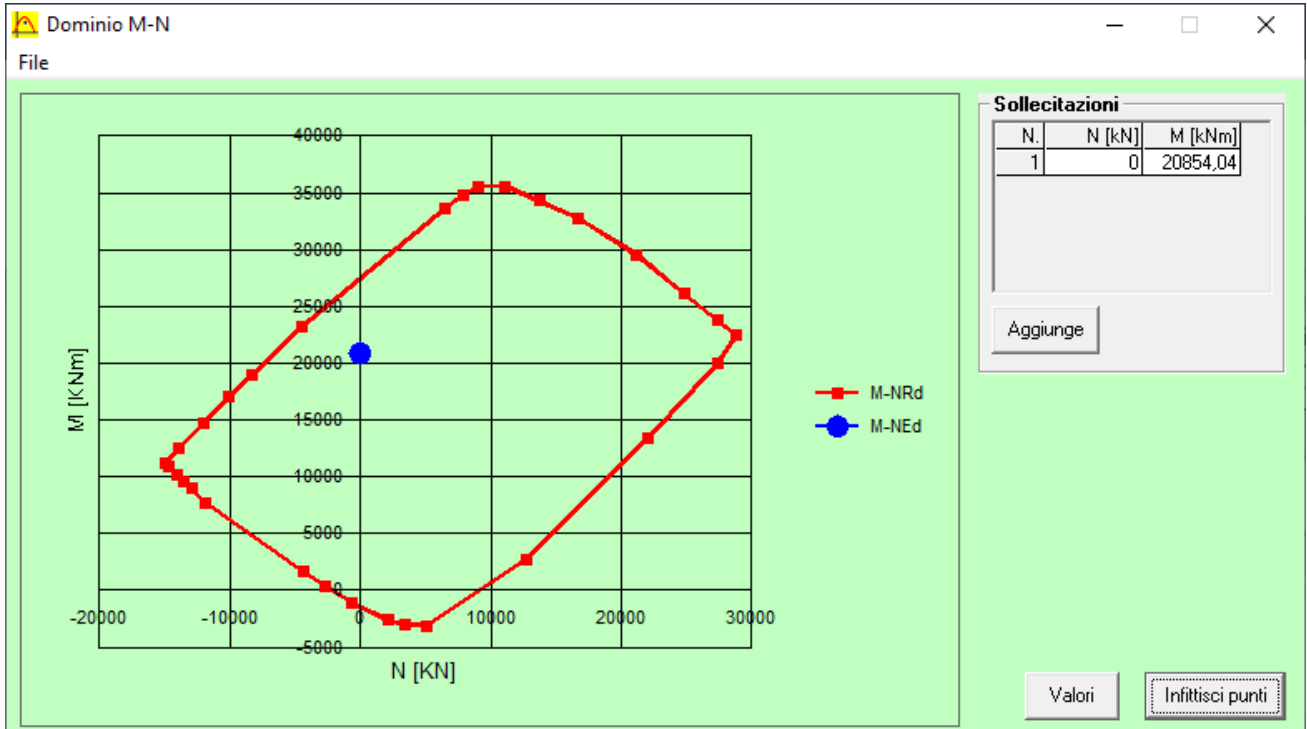
Trefolo: Trefolo

E_{su}: 31,5 %
f_{yd}: 1452 N/mm²
E_s/E_c: 6
E_{syd}: 7,26 %
σ_{s,adm}: 1.080 N/mm²

σ_{sp}: 1.452 N/mm²
ε_{sp}: 24,49 % compressa predef.

Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	138



Nel caso in esame la sezione ha un momento resistente pari a 20854 kNm, con rottura lato calcestruzzo e trefoli snervati.

Pertanto la verifica risulta soddisfatta in quanto $M_{Sd} < M_{Rd}$.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	139

14.2.3 Verifiche di resistenza a taglio – torsione agli SLU

La resistenza a taglio delle travi viene valutata in corrispondenza di diverse sezioni, quali: l'appoggio, inizio e fine ringrosso.

Le verifiche sono state condotte in riferimento a due combinazioni distinte, una per massimizzare l'effetto del taglio, valutando il valore del momento torcente concomitante, l'altra per massimizzare l'effetto torcente, considerando altresì l'effetto del taglio concomitante.

Si riportano nel seguito i diagrammi di taglio e torsione associati alle combinazioni che li massimizzano rispettivamente.

	MIN	MAX
SF2(kN)	-3963,40	3916,60
	[Bm:17]	[Bm:3]

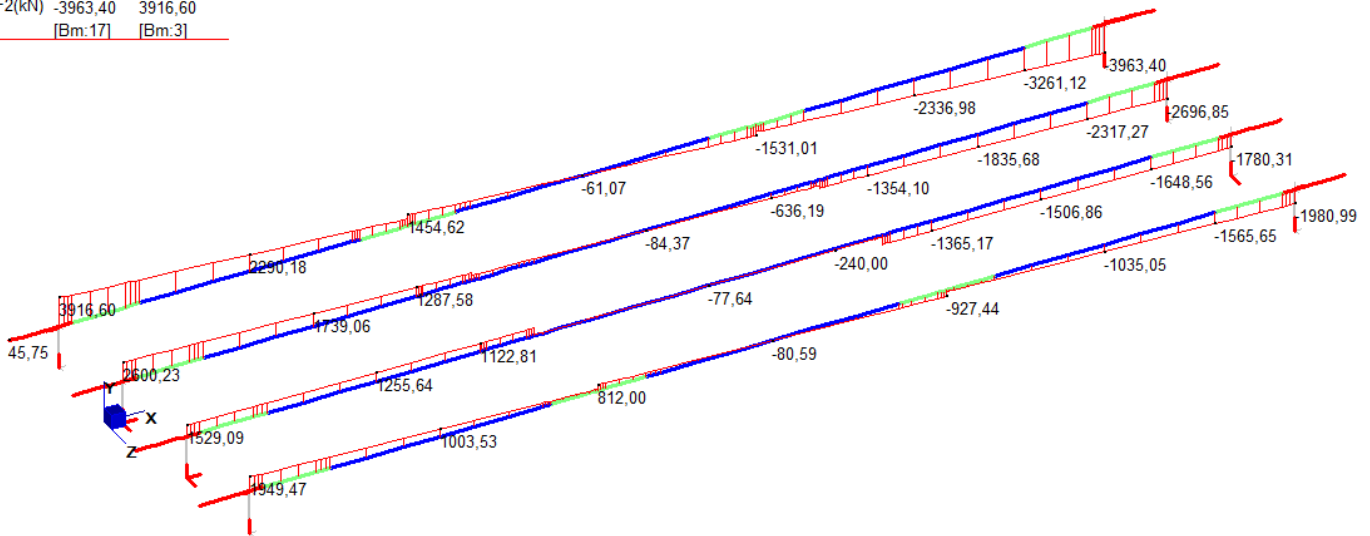


Figura 94 – Comb. SLU54 - Taglio sollecitante(kN)

	MIN	MAX
Torque(kN.m)	-221,04	220,85
	[Bm:3]	[Bm:17]

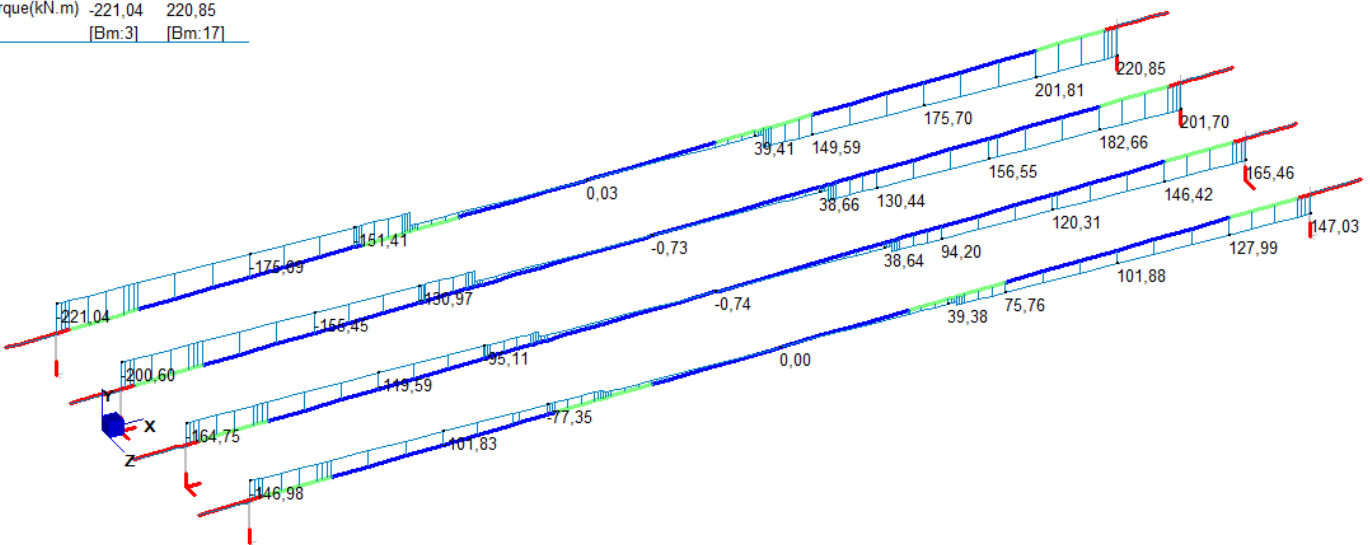


Figura 95 – Comb. SLU14 - Torsione sollecitante (kNm)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	140

14.3 ARMATURA DI CONNESSIONE TRAVE-SOLETTA IN SEZIONE CORRENTE D'APPOGGIO

Per la verifica dell'armatura di connessione tra trave e soletta si adotta la formula contenuta in UNI EN 1992-1-1 al punto 6.2.5, di seguito riportata.

Si considera il valore dello scorrimento all'interfaccia, dovuto ai carichi permanenti portati e ai carichi accidentali, con riferimento alla trave di bordo, essendo questa la più sollecitata.

14.3.1 Sezione appoggio

In corrispondenza della sezione di appoggio sono stati previsti 4 pioli $\phi 16/7.5$.

NOME: Sezione di appoggio			CALCOLO RESISTENZA PIOLI (NTC2008)				
V_{Ed} (kN)	3963,40		f_{ck} (MPa)	33,20	h_{sc} (mm)	140 > 3d	
S (m ³)	0,6911		E_{ct} (MPa)	33643	d (mm)	16	
I (m ⁴)	1,4950		f_t (MPa)	540	α	1,00	
			γ_v	1,25	n_p (n°/m)	53	
					$P_{Rd,c}$ (kN)	62,77	
					$P_{Rd,s}$ (kN)	69,49	
F_{Ed} (kN/m)	1832,05	<	P_{Rd} (kN)	3347,66	OK VERIFICATO		

14.3.2 Sezione di fine ringrosso

In corrispondenza della sezione di fine ringrosso si prevedono ancora 4 pioli $\phi 16/15$.

NOME: Sezione fine ringrosso			CALCOLO RESISTENZA PIOLI (NTC2008)				
V_{Ed} (kN)	3341,70		f_{ck} (MPa)	33,20	h_{sc} (mm)	140 > 3d	
S (m ³)	0,7203		E_{ct} (MPa)	33643	d (mm)	16	
I (m ⁴)	1,5964		f_t (MPa)	540	α	1,00	
			γ_v	1,25	n_p (n°/m)	27	
					$P_{Rd,c}$ (kN)	62,77	
					$P_{Rd,s}$ (kN)	69,49	
F_{Ed} (kN/m)	1507,75	<	P_{Rd} (kN)	1673,83	OK VERIFICATO		

Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	141

14.4 VERIFICA ARMATURA ORDINARIA NELLE TESTATE DI TRAVI IN C.A.P. A FILI ADERENTI

Il Manuale di Progettazione al §2.5.2.2.7 prescrive ulteriori verifiche per le travi c.a.p. in zona di appoggio. In particolare modo, il §2.5.2.2.7 prescrive una verifica lato calcestruzzo nella zona di appoggio, volta alla determinazione di uno scorrimento S all'interfaccia tra anime della trave c.a.p. e bulbo della stessa da sommarsi al valore del taglio sollecitante allo SLU.

Nel seguito si riporta un riepilogo delle indicazioni fornite dal MdP al suddetto paragrafo e i risultati di tale verifica.

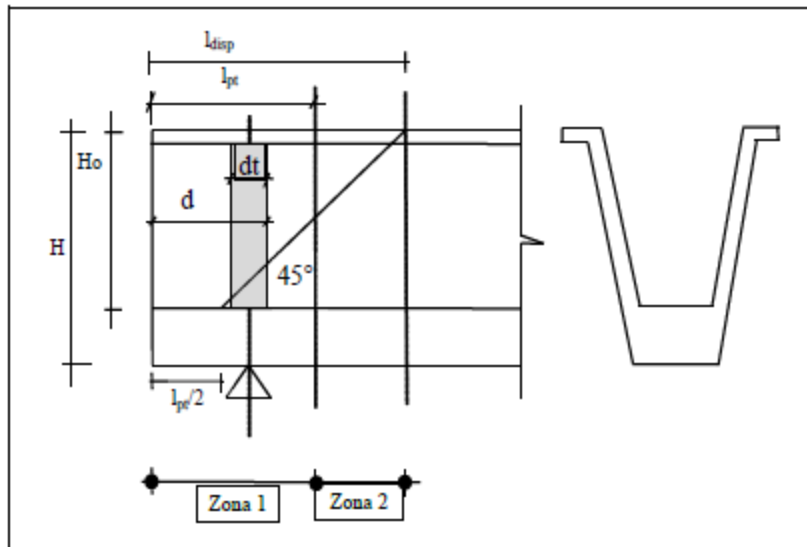


Fig.2.5.2.2.7-1

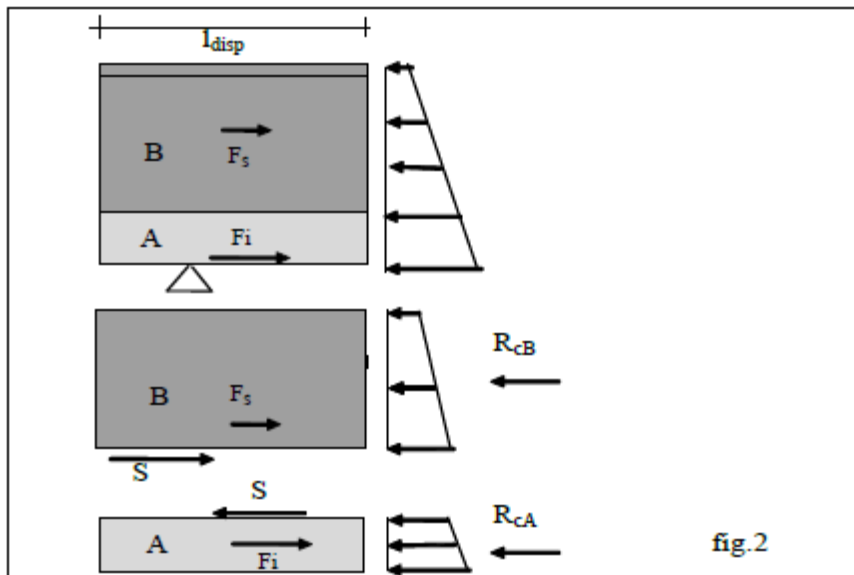


Fig. 2.5.2.2.7-2

Figura 96 - Sezione trasversale della trave in zona di appoggio (MdP)

Con riferimento alla fig. 2.5.2.2.7-1 del MdP si ha:

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	142

- l_{pt} = lunghezza di trasmissione (§8.10.2 EC2 UNI EN 1992-1-2005);
- l_{disp} = lunghezza di diffusione (§8.10.2 EC2 UNI EN 1992-1-2005);
- dt = spessore trasverso di testata;
- d = distanza testata trave-estremità trasverso;
- H = altezza totale della trave;
- H_0 = distanza tra estradosso trave ed estradosso contro-soletta inferiore;

Con riferimento alla fig. 2.5.2.2.7-2 si ha:

- F_s = sforzo risultante agli SLU nei trefoli ubicati nelle anime;
- F_i = sforzo risultante agli SLU nei trefoli ubicati nel bulbo inferiore del cassoncino;
- R_{ca} , R_{cb} = risultanti agli SLU delle tensioni normali, agenti rispettivamente nel bulbo e nelle anime, nella sezione distante l_{disp} dalla testata.
- S = scorrimento all'interfaccia bulbo – anime, $S = F_i - R_{ca}$.

TRAVE CAP: Trasferimento della precompressione		
Tensione di aderenza uniforme	f_{bpt}	$\eta_{p1} * \eta_1 f_{ctd}$
trefoli	η_{p1}	3,2
buona aderenza	η_1	1
	f_{ctd}	1,77 Mpa
	f_{bpt}	5,67 Mpa
Lunghezza di trasmissione	l_{pt}	$\alpha_1 * \alpha_2 * \phi * \sigma_{pm0} / f_{bpt}$
rilascio improvviso	α_1	1,25
trefoli	α_2	0,19
	ϕ	15,7 mm
	σ_{pm0}	1350 Mpa
	l_{pt}	0,89 m
verifiche tensionali locali all'atto del rilascio)	l_{pt1}	0,71 m
verifiche SLU	l_{pt2}	1,06 m
Lunghezza di diffusione	l_{disp}	1,72 m
distanza tra baricentro cavi e estradosso trave	d	1,47 m

Nella sezione di riferimento, individuata in corrispondenza di $x=l_{disp}$, sono presenti un numero totale di 50 trefoli. Si riportano nella tabella seguente i valori delle grandezze necessarie al calcolo degli sforzi risultanti suddetti.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	143

Forza Np nel cavo equivalente		
n	50	
A _p	139	mm ²
A _{tot}	6950	mm ²
y _p	62,92	cm
N _p	9382,5	kN
Baricentro sezione cap		
y _g (CAP)	97,31	cm
y _g (solo CA)	98,18	cm
Eccentricità		
e	34,39	cm
Proprietà trave CAP		
A	15103,16	cm ²
I _p	71449759,19	cm ⁴
Modulo resistenza		
W _{c,sup}	634044,6707	cm ³
W _{c,inf}	734240,1433	cm ³
Aree		
A _{anime}	10836	cm ²
A _{bulbo}	3808	cm ²
A _{tot}	14644	cm ²

Precompressione in cavo equiv ($x=l_{disp}$)	N _p	9382,5	kN
Momento dovuto a Np	M _p	3226,75	kNm

Tensioni nel calcestruzzo			
Estradosso trave	σ _{cs}	1,12	Mpa
Interfaccia anime-bulbo	σ _{c,ab}	9,39	Mpa
Intradosso trave	σ _{ci}	10,61	Mpa

Risultanti delle tensioni nel calcestruzzo			
Bulbo	R _{CA}	3806,97	kN
Sforzi risultanti nei trefoli			
Bulbo	F _i	5629,5	kN
Scorrimento			
	S _{inf}	1822,535	kN

Tabella 20 - Sulla sinistra vengono riportate le proprietà del cavo equivalente e della sezione CAP, sulla destra invece le tensioni nel calcestruzzo e le risultanti di interesse.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	144

14.5 VERIFICA LATO CALCESTRUZZO DELLA ZONA DI APPOGGIO

In accordo al §2.5.2.2.7.1 del MdP, le verifiche lato calcestruzzo nella zona di appoggio si considerano soddisfatte se:

$$\frac{S + V_{Ed}}{VRcd} + \frac{T_{Ed}}{TRcd} \leq 1$$

dove:

- VEd taglio agente agli SLU;
- VRcd resistenza lato calcestruzzo della sezione;
- TEd momento torcente agente agli SLU;
- TRcd resistenza a torsione lato calcestruzzo.

Se d (distanza testata trave - estremità traverso) è minore della lunghezza di trasmissione l_{pt}, la sezione ricade in zona 1 (precompressione non ancora efficace) pertanto i valori delle resistenze a taglio e torsione devono essere determinati non considerando agente la precompressione.

Se invece la sezione ricade in zona 2 (precompressione efficace al 100%), ovvero d maggiore di l_{pt}, i valori delle resistenze a taglio e torsione devono essere determinati considerando agente la precompressione.

La sezione di controllo è quella posta alla distanza d dalla testata, in corrispondenza del filo del traverso, ed indicata in Fig.94.

Nel caso in esame la sezione di controllo ricade in zona 1 essendo:

$$d = 1.03 \text{ m}$$

$$l_{pt2} = 1.06 \text{ m}$$

Si riportano nel seguito le verifiche relative alla sezione di controllo. Le caratteristiche geometriche sono quelle della sezione ringrossata di testata. Le sollecitazioni di progetto VEd e TEd considerate sono quelle della sezione di appoggio. Per la resistenza a taglio e torsione lato calcestruzzo vedere §14.2.3.

NOME: Appoggio		VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE LATO CALCESTRUZZO (§2.5.7.2.2.1 MdP)						
		V _{Rcd} (kN)	T _{Rcd} (kNm)					
		8230,30	12261,04					
AZIONI DI CALCOLO		V _{Ed} (kN)	T _{Ed} (kNm)	S (kN)	$\frac{(S+V_{Ed})/V_{Rcd} + T_{Ed}/T_{Rcd}}{}$			
Taglio massimo		3963,40	198,40	1822,53				72%
Torsione massima		3891,51	221,04	1822,53				71%

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HY pro <small>G.T.F.</small>	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

14.6 CONTROLLO DELLE ARMATURE NELLA ZONA DI APPOGGIO

14.6.1 Controllo del “bursting” (fenditura)

La risultante delle forze di trazione a fenditura che agiscono nella zona di ancoraggio perpendicolarmente all’asse dei trefoli è valutata in accordo a quanto specificato al capitolo 10 di “C.a.e C.a.p. – Calcolo di progetto e tecniche costruttive – Vol.V – Il precompresso, calcolo, verifiche, tecnologie”, F.Leonhardt, ed. ETS.

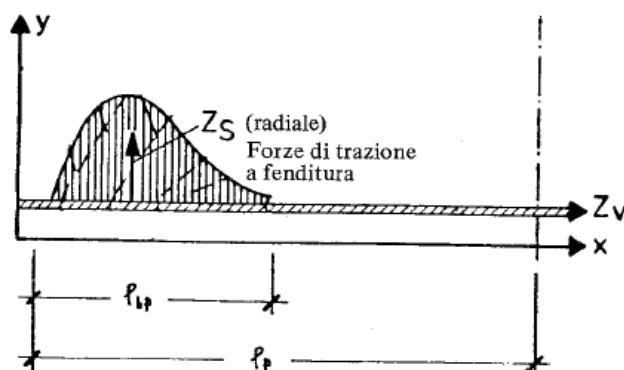


Figura 97 - Andamento delle forze di trazione a fenditura (bursting)

Come valore approssimativo delle forze di fenditura relative all’aderenza del singolo cavo, l’autore suggerisce:

$$Z_s = 0.25 Z_v$$

Dove Z_v rappresenta la forza di precompressione iniziale agente sul cavo/trefolo.

Se, come nel caso in esame, diversi fili si trovano paralleli o sovrapposti, le forze di fenditura dei singoli trefoli si eliminano in parte vicendevolmente e l’armatura trasversale viene dimensionata per la forza di fenditura del singolo trefolo con una maggiorazione di 1.5 ÷ 2 volte:

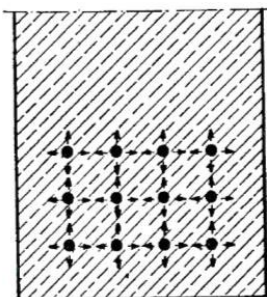


Figura 98 - Forze di fenditura per cavi poco distanziati

Per ciascun gruppo di trefoli poco distanziati si ha:

$$Z_s = 2 * 0.25 * 139 * 1350 / 1000 = 93.8 \text{ kN}$$

Si dispongono attorno ai gruppi di trefoli armature di frettaggio costituite da $\Phi 10/10$ disposte per una lunghezza di $0.7 * l_{pt} = 80 \text{ cm}$ a partire dalla testata, cui corrisponde una resistenza a trazione pari a:

$$R_{td} = 2 * 8 * 78.5 * 391 / 1000 = 491.1 \text{ kN} > 93.8 \text{ kN}$$

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

14.6.2 Controllo del fenomeno di “spalling”

Oltre alle forze di trazione a fenditura vanno considerate le forze di trazione al bordo Z_{Ry} agenti in prossimità della testata della trave anche in assenza di tensioni di trazione al lembo superiore delle travi precomprese.

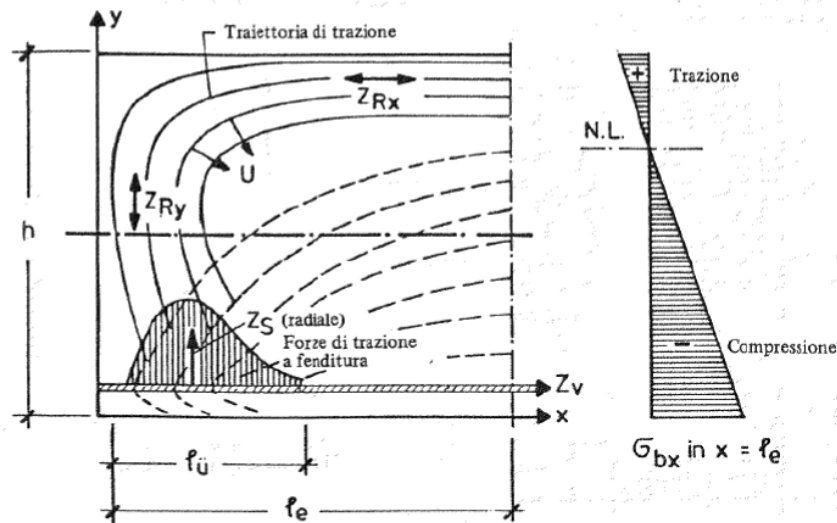


Figura 99 - Andamento delle tensioni all'estremità di una trave su pista di tensione con ancoraggio per aderenza nella corrente inferiore

Qui è determinante l'intera forza di ancoraggio esercitata da tutti i trefoli.

Le forze di trazione al bordo possono essere dimensionate secondo la fig. 3.18 di “C.a. e C.a.p. – Calcolo di progetto e tecniche costruttive – Vol.II – Casi speciali di dimensionamento nelle costruzioni in c.a.e c.a.p.”, F.Leonhardt, ed. ETS, di seguito riportata:

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	147

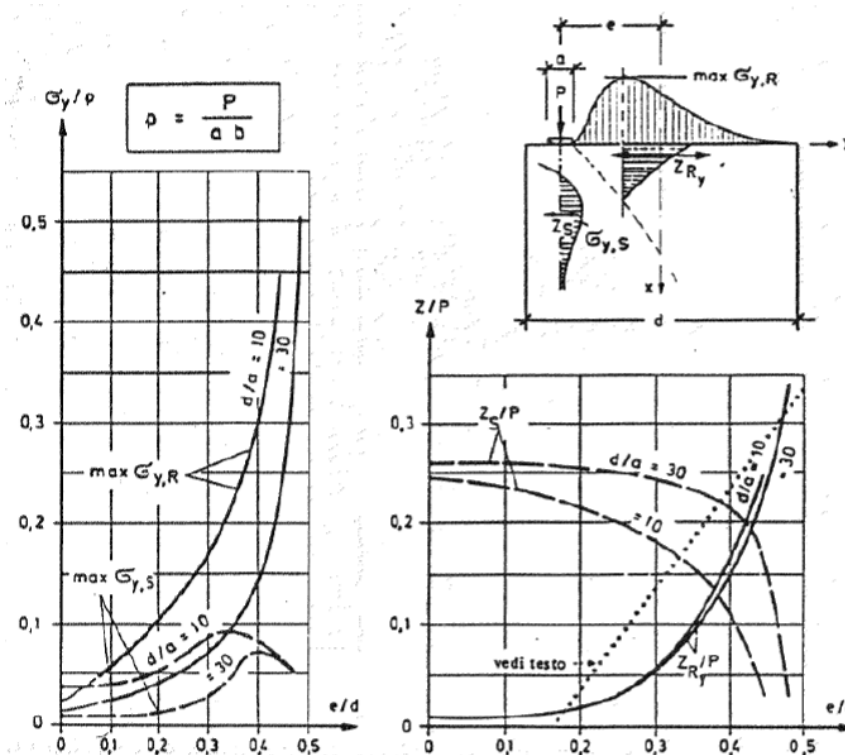


Figura 100 - Tensioni di fenditura e di trazione al bordo $\sigma_{y,S}$ e $\sigma_{y,R}$ riferite alla pressione $p=P/ab$, come anche le risultanti forze di trazione Z_S/P e Z_R/P in funzione dell'eccentricità specifica e/d e del carico P con $d/a = 10$ e $d/a = 30$

Per la forza di trazione al bordo, Leonhardt suggerisce la seguente espressione che permettere di esprimere Z_R in funzione dell'eccentricità specifica e/d :

$$Z_R = 0.015 P / (1 - (2 * e/d)^{0.5})$$

Con riferimento alle quantità riportate in Tab.20 al §14.4, la forza di precompressione nel tratto di testata è pari a $P = Np = 9382.5$ kN. Considerata dunque l'eccentricità $e = 0.344$ m e l'altezza della trave $d = 2.10$ m, la forza di trazione al bordo è pari a:

$$Z_R = 0.015 * 9382.5 / (1 - (2 * 0.344/2.10)^{0.5}) = 329.06 \text{ kN}$$

Volendo considerare le sole armature concentrate nel bulbo inferiore si ha:

$$P = 30 \times 139 \times 1350 / 1000 = 5629.5 \text{ kN forza di precompressione nel bulbo inferiore;}$$

$$e = 0.849 \text{ m}$$

$$d = 2.10 \text{ m}$$

$$Z_R = 0.015 / [1 - (2 \times 0.849/2.10)^{0.5}] = 837.33 \text{ kN}$$

L'armatura necessaria per assorbire questa forza risulta pari a:

$$A_{\text{min}} = 837.33 \times 1000 / 391 = 2142 \text{ mm}^2$$

Le forze di trazione al bordo interessano circa 1/3 della lunghezza di trasferimento lpt.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small>		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	148

14.6.3 Controllo del fenomeno di “spreading”

La diffusione delle forze di precompressione, avviene secondo delle traiettorie che, con sufficiente approssimazione, sono inclinate rispetto ai trefoli di un angolo, che in accordo a quanto riportato nella norma UNI EN 1992-1-1 al par. 8.10.3, può essere assunto pari a:

$$\beta = \arctg(2/3) \approx 34^\circ$$

La risultante delle tensioni di trazione in direzione ortogonale al cavo risulta pari a:

$$T = S * \tan\beta \approx 0.67 S = 0.67 * 1822.53 \text{ kN} = 1221 \text{ kN}$$

Essendo S la forza di scorrimento precedentemente esplicitata.

Questa forza sarà assorbita da staffe chiuse disposte su tutta l'altezza della trave per un tratto di lunghezza pari alla zona di diffusione.

14.6.4 Armature trasversali per effetti locali da “spalling” e “spreading”

Si prevede di armare le anime delle travi nella zona di testata con staffe chiuse $\Phi 16/25$ che interesseranno l'intera altezza delle travi. Le armature saranno disposte in direzione longitudinale a copertura dell'intero tratto a sezione ringrossata e variabile, di lunghezza pari a 2.55 m, maggiore della lunghezza di diffusione.

Relativamente alla terza parte posteriore della lunghezza di trasferimento, di lunghezza pari a circa 40 cm, le armature trasversali devono assorbire le risultanti di spalling e spreading, si ha pertanto:

$$A_{smin} = 2142 \text{ mm}^2 + 1221 \text{ kN} \times 0.40 \text{ m} / 2.0 \text{ m} / 391 \text{ MPa} \times 1000 = 2142 + 625 = 2766 \text{ mm}^2$$

L'armatura effettivamente disposta in questo tratto è costituita da 4 staffe $\Phi 16$ nelle due anime (4 bracci):

$$A_{seff} = 4 \times 4 \times 201 = 3216 \text{ mm}^2 > 2766 \text{ mm}^2$$

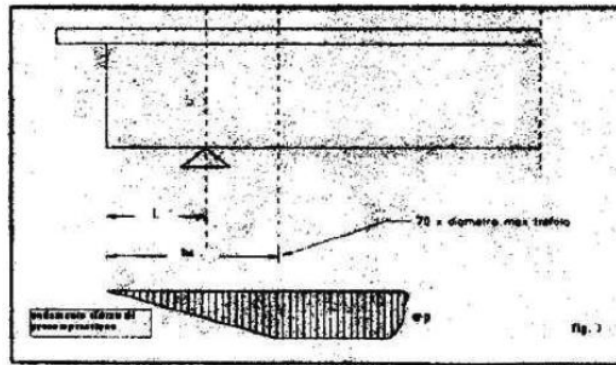
14.6.5 Controllo del fenomeno di “splitting”

Tale fenomeno è trascurabile essendo prevista specifica armatura per assorbire le forze legate ai fenomeni di “bursting” e di “spalling”.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	149

14.7 ARMATURA AL LEMBO INFERIORE NELLA ZONA DI APPOGGIO

In accordo con quanto richiesto al §2.5.2.2.7.3 del MdP è stato calcolato il quantitativo di armatura lenta da disporre in zona di appoggio.



La reazione vincolare massima in appoggio allo SLU presa dal modello globale dell'impalcato è pari a:

$$R_{Ed} = 4599.17 \text{ kN}$$

Da cui si ricava l'aliquota di sforzo di competenza della singola anima, come:

$$N_{Ed} = R_{Ed} / 2 = 2299.59 \text{ kN}$$

La risultante della forza di trazione agente nel corrente teso vale:

$$N_{tEd} = (N_{Ed}/h') [x + h' (\cot\alpha - \cot\beta)/2] = 1524.99 \text{ kN}$$

dove:

- x = ascissa con origine nella sezione di appoggio;
- h' = braccio della coppia interna;
- α = angolo di inclinazione biella compressa;
- β = angolo di inclinazione dell'armatura trasversale.

Caratteristiche della sezione	
x [m]	0,31
h' [m]	1,9
α (°)	45
β (°)	90

L'azione resistente è valutata come:

$$N_{tRd} = (0.70 A_{tf} n \sigma_{inf} \gamma_P L/l_{pt}) = 1032.67 \text{ kN}$$

Dove:

- σ_{inf} = tensione nell'armatura di precompressione a tempo infinito;
- n = numero di trefoli disposti al lembo inferiore per anima;
- A_{tf} = area di ciascun trefolo;
- L = lunghezza del retro-trave;
- γ_P = coefficiente parziale della precompressione.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	150

l_{pt} (m)	1,06
σ_{inf} (MPa)	1000
n	15
A_{tf} (mm ²)	139
L (m)	0,75
γ_p	1

L'azione di trazione residua da assorbire al lembo vale:

$$T_r = (N_{tEd} - N_{tR}) = 492.32 \text{ kN}$$

L'area minima di armatura lenta da prevedere al lembo inferiore delle anime è dunque pari a:

$$A_{f,min} = T_r / (0.70 f_{yd}) = 1797.39 \text{ mm}^2$$

Si sceglie di adottare 6 forchette $\Phi 20$, risultanti in:

$$A_r = 1884.96 \text{ mm}^2 > A_{f,min}$$

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	151

15. VERIFICHE TRAVERSI

15.1 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Si riportano nel seguito le verifiche allo stato limite di esercizio per i traversi di testata e intermedi. Le verifiche tensionali sono state svolte al tempo t_0 e t_∞ , considerando per ogni elemento due sezioni: una piena e l'altra cava.

In particolare, in accordo con quanto prescritto dal MdP al par. 2.5.1.8.3.2.1, nel caso di strutture ad armatura post-tesa, per i trefoli si assumono i seguenti limiti tensionali:

$$\sigma_{spi} \leq [\min(0,85f_{p(1)k}; 0,75f_{ptk})] = 1395 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sp} \leq 0,80 f_{p(1)k} = 1336 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{spi} = 1300 \text{ MPa} \quad \text{a } t_0$$

$$\sigma_{sp} = 1000 \text{ MPa} \quad \text{a } t_\infty, \text{ considerando avvenute le perdite di tensione.}$$

Il traverso è caratterizzato da:

- Precompressione superiore: 1 cavo da 9 trefoli da 0.6"
- Distanza cavo superiore da estradosso traverso: 0.4 m
- Precompressione inferiore: 1 cavo da 7 trefoli da 0.6"
- Distanza cavo inferiore da estradosso traverso: 1.7 m

La verifica tensionale si è svolta per fasi, considerando:

- fase 0: solo precompressione agente;
- fase 1: precompressione e peso proprio di traverso e soletta agenti;
- fase 2: precompressione e carichi permanenti strutturali e non strutturali (inclusi gli effetti del ritiro);
- fase 3: oltre ai suddetti anche i carichi accidentali.

I momenti che insorgono dalle anzidette condizioni di carico sono riportati nelle tabelle seguenti, assieme agli stati tensionali associati nel calcestruzzo e nell'acciaio armonico.

Si precisa che i valori dei momenti considerati sono quelli in corrispondenza delle zone nodali (nodo trave + traverso) che si leggono dal modello agli EF per l'impalcato, pertanto rappresentano una sovrastima del reale stato di sollecitazione che interessa il traverso.

15.1.1 Traverso testata

NOME: TRAVERSO TESTATA	VERIFICHE STATO LIMITE TENSIONALE DI ESERCIZIO (NTC2008)							
VERIFICA TENSIONI CLS								
	FASE0	FASE1	FASE2	FASE3				
	Np	M=3,79	M=-19,68	M=26,84	M=-65,20	M=185,90	M=-202,79	
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	
$\sigma_{cp,sup}$ (MPa) =	-3,04	-3,05	-2,99	-3,17	-2,88	-3,49	-2,55	
$\sigma_{cp,inf}$ (MPa) =	-1,91	-1,90	-1,96	-1,84	-2,06	-0,45	-2,40	
Condizioni iniziali								
σ_{cp} (MPa) =	3,1	< 0,6 f_{ckj} =	22,4	MPa				
σ_{ctp} (MPa) =		< f_{ctjm} =	2,8	MPa	Assenza di trazione			
Condizioni finali lungo termine								
σ_{cp} (MPa) =	3,17	< 0,40 f_{ck} =	18,3	MPa				
σ_{cp} (MPa) =	3,49	< 0,55 f_{ck} =	25,1	MPa				
VERIFICA TENSIONI ARMATURA ATTIVA								
	FASE0	FASE1	FASE2	FASE3				
	y	Np	M=3,79	M=-19,68	M=26,84	M=-65,20	M=185,90	M=-202,79
	(cm)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
cavo								
C1	40,0	1283,1	1283,0	1283,2	982,8	983,6	981,4	984,89
C2	170,0	1287,3	1287,3	1287,1	987,5	986,7	989,0	985,42
Condizioni iniziali								
σ_{spi} (MPa) =	1287,3	< [min(0,85 $f_{p(1)k}$; 0,75 f_{pk})] =	1395	MPa	(Tiro, FS0)			
Condizioni finali lungo termine								
σ_{sp} (MPa) =	+987,5	< 0,8 $f_{p(1)k}$ =	+1336,0	MPa	(Permanenti, FS2)			
σ_{sp} (MPa) =	+989,0	< 0,8 $f_{p(1)k}$ =	+1336,0	MPa	(Accidentali, FS3)			

Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	153

Verifica C.A. S.L.U. - File: traverso

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO : TRAVERSO TESTATA- t=0, solo precompressione

N° figure elementari 3 Zoom N° strati barre 0 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	55	55
2	0	100
3	55	55

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} 0 0 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali B450C C45/55

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 25,5 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 16
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,9333
 τ_{cl} 2,543

σ_c -5,303 N/mm²
 ϵ_s ‰

Tipo Sezione: Rettang.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.

Armatura Precompressione N° strati cavi 2 Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ_{sp} [MPa]
1	12,51	40	1300
2	9,729999	170	1300

Tipo cavo Trefolo
 ϵ_{su} 31,5 ‰
 f_{yd} 1.452 N/mm²
 E_s/E_c 6
 ϵ_{syd} 7,26 ‰
 $\sigma_{s,adm}$ 1080 N/mm²

Metodo di calcolo S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Verifica N° iterazioni: 0

Precompresso

σ_{sp} 1,274 N/mm²
 ϵ_{sp} 6,371 ‰ compressa pref.

NOME: TRAVERSO TESTATA - sezione cava VERIFICHE STATO LIMITE TENSIONALE DI ESERCIZIO (NTC2008)

VERIFICA TENSIONI CLS

	FASE0	FASE1	FASE2	FASE3
Np	M=3,79	M=-19,68	M=26,84	M=-65,20
M=185,90	M=-202,79			
$\sigma_{cp,sup}$ (MPa)	-5,30	-5,31	-5,25	-5,37
$\sigma_{cp,inf}$ (MPa)	-4,05	-4,03	-4,10	-3,97

Condizioni iniziali
 $\sigma_c = 5,3 < 0,6 f_{ck} = 22,4$ MPa
 $\sigma_c = 2,8$ MPa Assenza di trazione

Condizioni finali lungo termine
 $\sigma_c = 5,37 < 0,40 f_{ck} = 18,3$ MPa
 $\sigma_c = 5,81 < 0,55 f_{ck} = 25,1$ MPa

VERIFICA TENSIONI ARMATURA ATTIVA

	FASE0	FASE1	FASE2	FASE3
y	Np	M=3,79	M=-19,68	M=26,84
M=-65,20	M=185,90	M=-202,79		
cavo (cm)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
C1	40,0	1269,6	1269,6	1269,6
C2	170,0	1274,3	1274,3	1274,1
				974,6
				970,3
				967,7
				976,2
				971,67
				972,22

Condizioni iniziali
 σ_{spi} (MPa) = +1274,3 < [min(0,85 $f_{p(1)k}$; 0,75 f_{pk})] = 1395 MPa (Tiro, FS0)

Condizioni finali lungo termine
 σ_{sp} (MPa) = +974,6 < 0,8 $f_{p(1)k}$ = +1336,0 MPa (Permanenti, FS2)
 σ_{sp} (MPa) = +976,2 < 0,8 $f_{p(1)k}$ = +1336,0 MPa (Accidentali, FS3)

15.1.2 Traverso intermedio

NOME: TRAVERSO INTERMEDIO		VERIFICHE STATO LIMITE TENSIONALE DI ESERCIZIO (NTC2008)							
VERIFICA TENSIONI CLS									
		FASE0	FASE1	FASE2	FASE3				
		Np	M=4,44	M=-418,39	M=49,97	M=-1625,70	M=166,63	M=-1710,11	
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	
$\sigma_{cp,sup}$	(MPa) =	-4,74	-4,76	-3,15	-4,93	-	-5,37	-	
$\sigma_{cp,inf}$	(MPa) =	-2,98	-2,97	-4,58	-2,79	-9,50	-2,35	-9,99	
Condizioni iniziali									
σ_{cp}	(MPa) =	4,8	< 0,6 f_{ckj} =		22,4 MPa				
σ_{ctp}	(MPa) =		< f_{ctjm} =		2,8 MPa	Assenza di trazione			
Condizioni finali lungo termine									
σ_{cp}	(MPa) =	9,50	< 0,40 f_{ck} =		18,3 MPa				
σ_{cp}	(MPa) =	9,99	< 0,55 f_{ck} =		25,1 MPa				
VERIFICA TENSIONI ARMATURA ATTIVA									
		FASE0	FASE1	FASE2	FASE3				
	y	Np	M=4,44	M=-418,39	M=49,97	M=-1625,70	M=166,63	M=-1710,11	
	(cm)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	
cavo									
C1	40,0	1273,6	1273,5	1279,5	972,9	999,5	971,2	1002,58	
C2	170,0	1280,1	1280,2	1274,2	980,8	956,3	982,5	954,75	
Condizioni iniziali									
σ_{spi}	(MPa) =	+1280,2	< [min(0,85 $f_{p(1)k}$; 0,75 $f_{ptk})$ =		1395 MPa				
Condizioni finali lungo termine									
σ_{sp}	(MPa) =	+999,5	< 0,8 $f_{p(1)k}$ =		+1336,0 MPa	(Permanenti, FS2)			
σ_{sp}	(MPa) =	+1002,6	< 0,8 $f_{p(1)k}$ =		+1336,0 MPa	(Accidentali, FS3)			

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	155

Verifica C.A. S.L.U. - File: traverso_sol

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: TRAVERSO INTERMEDIO - t=0, solo precompressione

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	35	55
2	0	100
3	35	55

Tipo Sezione: Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Armatura Precompressione: N° strati cavi Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ _{sp} [N/mm²]
1	12,51	40	1300
2	9,73	170	1300

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Materiali: **B450C** **C45/55**

ε_{su} **67,5** ‰ ε_{cu} **2** ‰ σ_c **-8,222** N/mm²
f_{yd} **391,3** N/mm² ε_{cu} **3,5** ‰
E_s **200.000** N/mm² f_{cd} **25,5** ‰
E_s/E_c **15** f_{cc}/f_{cd} **0,8** ?
ε_{syd} **1,957** ‰ σ_{c,adm} **16** ‰
σ_{s,adm} **255** N/mm² τ_{co} **0,9333** ‰
τ_{c1} **2,543** ‰

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

σ_{sp} **1,260** N/mm² ε_{sp} **6,3** ‰ compressa predef.

NOME: TRAVERSO INTERMEDIO - sezione cava		VERIFICHE STATO LIMITE TENSIONALE DI ESERCIZIO (NTC2008)						
VERIFICA TENSIONI CLS								
		FASE0	FASE1	FASE2	FASE3			
		Np	M=4,44	M=-418,39	M=49,97	M=-1625,70	M=166,63	M=-1710,11
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
σ _{cp,sup} (MPa) =		-8,22	-8,24	-6,45	-8,44	-1,32	-8,93	-0,96
σ _{cp,inf} (MPa) =		-6,29	-6,27	-8,08	-6,08	-13,23	-5,58	-13,59
Condizioni iniziali								
σ _{cp} (MPa) =	8,2	< 0,6 f _{ckj} =	22,4 MPa					
σ _{ctp} (MPa) =		< f _{ctjm} =	2,8 MPa	Assenza di trazione				
Condizioni finali lungo termine								
σ _{cp} (MPa) =	13,23	< 0,40 f _{ck} =	18,3 MPa					
σ _{cp} (MPa) =	13,59	< 0,55 f _{ck} =	25,1 MPa					
VERIFICA TENSIONI ARMATURA ATTIVA								
		FASE0	FASE1	FASE2	FASE3			
	y	Np	M=4,44	M=-418,39	M=49,97	M=-1625,70	M=166,63	M=-1710,11
	(cm)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
cavo								
C1	40,0	1252,9	1252,8	1259,5	952,1	978,5	950,3	979,81
C2	170,0	1260,1	1260,1	1253,4	960,9	934,2	962,7	932,9
Condizioni iniziali								
σ _{spi} (MPa) =	+1260,1	< [min(0,85 f _{p(1)k} ; 0,75 f _{pk})] =	1395 MPa					
Condizioni finali lungo termine								
σ _{sp} (MPa) =	+978,5	< 0,8 f _{p(1)k} =	+1336,0 MPa	(Permanenti, FS2)				
σ _{sp} (MPa) =	+979,8	< 0,8 f _{p(1)k} =	+1336,0 MPa	(Accidentali, FS3)				

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

15.2 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Si riportano di seguito i diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione che interessano i traversi di testata e intermedi.

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-259,07	244,94
	[Bm:81]	[Bm:81]

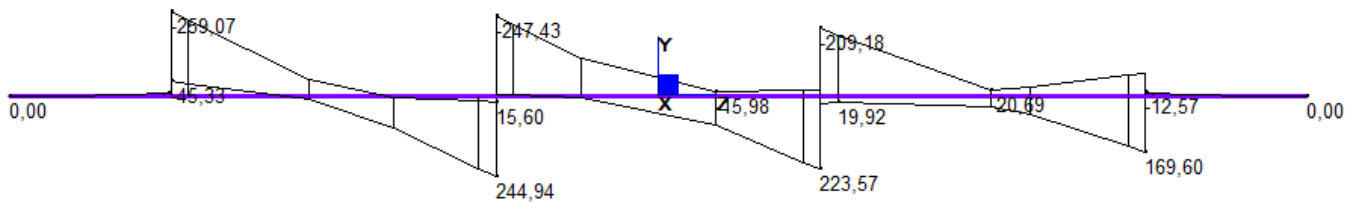


Figura 101 - Traverso testata - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-60,19	230,18
	[Bm:83]	[Bm:81]

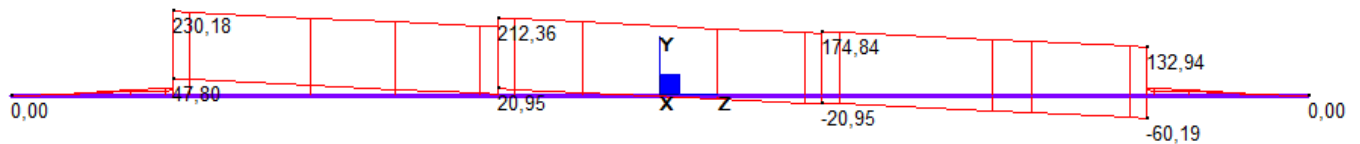


Figura 102 - Traverso testata - Taglio (kN)

	MIN	MAX
Torque(kN.m)	-138,63	398,08
	[Bm:83]	[Bm:81]

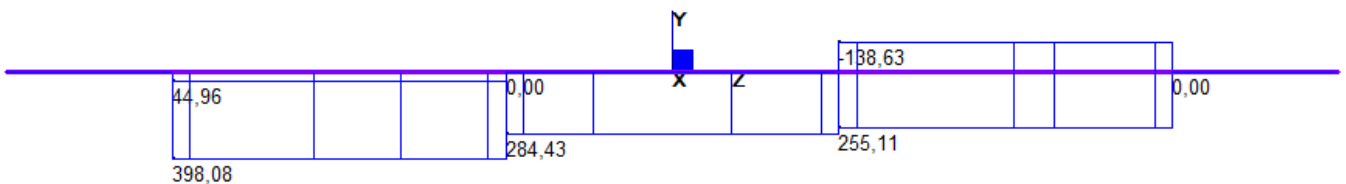


Figura 103 - Traverso testata - Torsione (kNm)

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-2695,61	232,20
	[Bm:87]	[Bm:89]

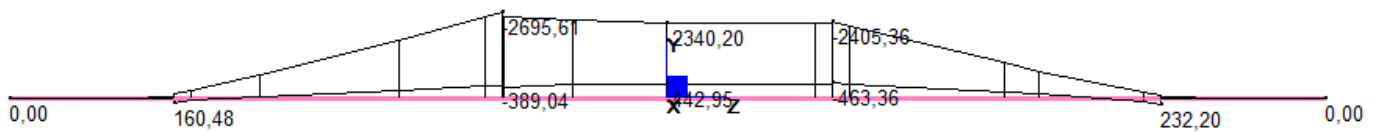


Figura 104 Traverso intermedio - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-1199,91	1112,32
	[Bm:87]	[Bm:89]

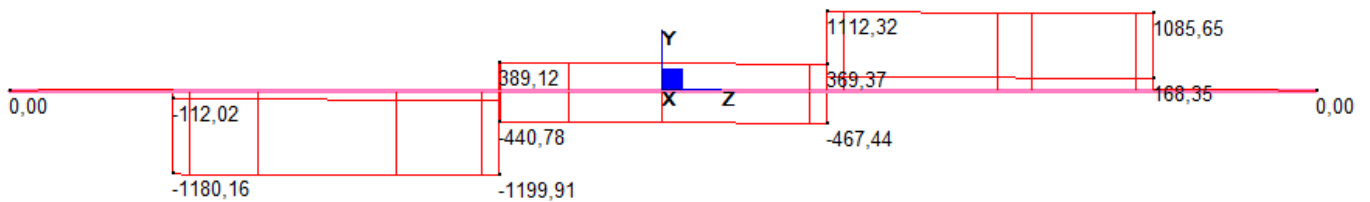


Figura 105 Traverso intermedio - Taglio (kN)

	MIN	MAX
Torque(kN.m)	-13,67	49,98
	[Bm:89]	[Bm:87]

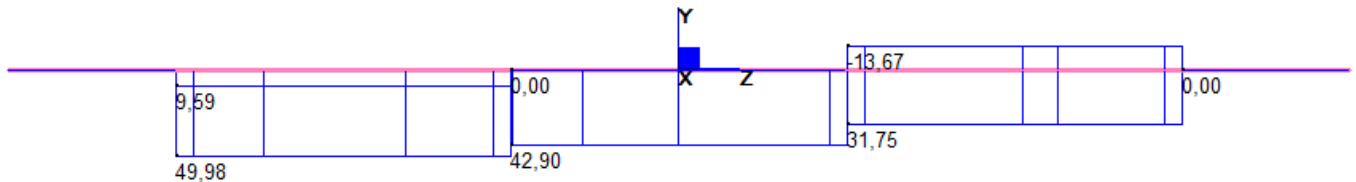


Figura 106 Traverso intermedio - Torsione (kNm)

Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	158

15.2.1 Verifica SLU per flessione

Si riportano le verifiche a flessione eseguite per i trasversi di testata e quelli intermedi.

Verifica C.A. S.L.U. - File: traverso

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: TRAVERSO TESTATA

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 0 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	55	210

Tipo Sezione: Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Armatura Precompressione: N° strati cavi: 2 Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ_{sp} [MPa]
1	12,51	40	1000
2	9,729999	170	1000

Tipologia: Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Tipologia: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

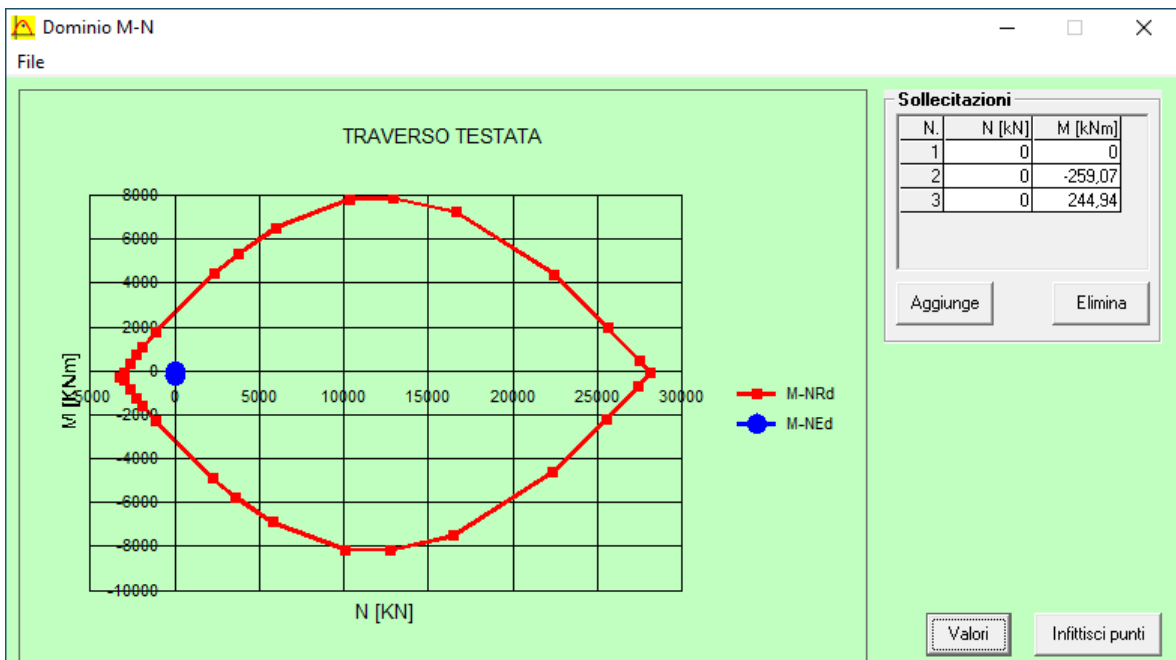
Tipologia: Retta Deviata

Materiali: B450C C45/55
 ϵ_{su} : 67,5% ϵ_{c2} : 2%
 f_{yd} : 391,3 N/mm² ϵ_{cu} : 3,5%
 E_s : 200.000 N/mm² f_{cd} : 25,5%
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0,8
 ϵ_{syd} : 1,957% $\sigma_{c,adm}$: 16
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0,9333
 τ_{c1} : 2,543

Carichi: M_{xRd} : 2.721 kNm σ_c : -25,5 N/mm² ϵ_c : 3,5% ϵ_s : %
 d : 170 cm x : 27,1 x/d : 0,1594 δ : 0,7

Precompressione: Tipo cavo: Trefolo
 ϵ_{su} : 31,5% f_{yd} : 1.452 N/mm² E_s/E_c : 6
 ϵ_{syd} : 7,26% $\sigma_{s,adm}$: 1080 N/mm²
 σ_{sp} : 1.452 N/mm² ϵ_{sp} : 23,45% compressa predef.

Calcola MRd Dominio M-N L₀: 0 cm Col. modello Precompresso



Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	159

Verifica C.A. S.L.U. - File: traverso

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: TRAVERSO TESTATA - sezione cava

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	55	55
2	0	100
3	55	55

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Armatura Precompressione
 N° strati cavi Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ_{sp} [MPa]
1	12,51	40	1000
2	9,729999	170	1000

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Cavo snervato

Materiali
 B450C C45/55
 ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 25,5
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 16
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,9333
 τ_{c1} 2,543

M_{xRd} 2.721 kNm
 σ_c -25,5 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s ‰
 d 170 cm
 x 27,1 x/d 0,1594
 δ 0,7

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

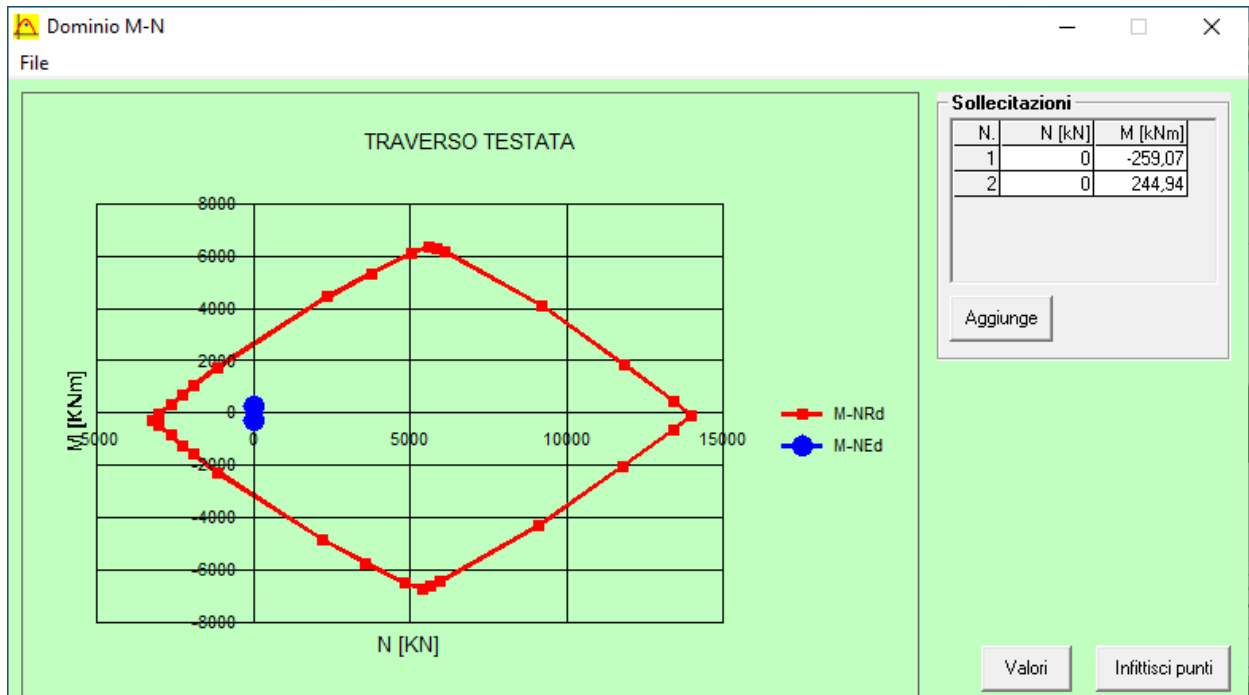
Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Tipo cavo
 Trefolo
 ϵ_{su} 31,5 ‰
 f_{yd} 1.452 N/mm²
 E_s/E_c 6
 ϵ_{syd} 7,26 ‰
 $\sigma_{s,adm}$ 1080 N/mm²

σ_{sp} 1.452 N/mm²
 ϵ_{sp} 23,45 ‰ compressa prefef.



Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	160

Verifica C.A. S.L.U. - File: traverso

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: TRAVERSO INTERMEDIO

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	35	210

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Armatura Precompressione
 N° strati cavi Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ_{sp} [MPa]
1	12,51	40	1000
2	9,73	170	1000

Materiali
 B450C C45/55
 ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 25,5 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 16 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,9333
 τ_{c1} 2,543

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Cavo snervato

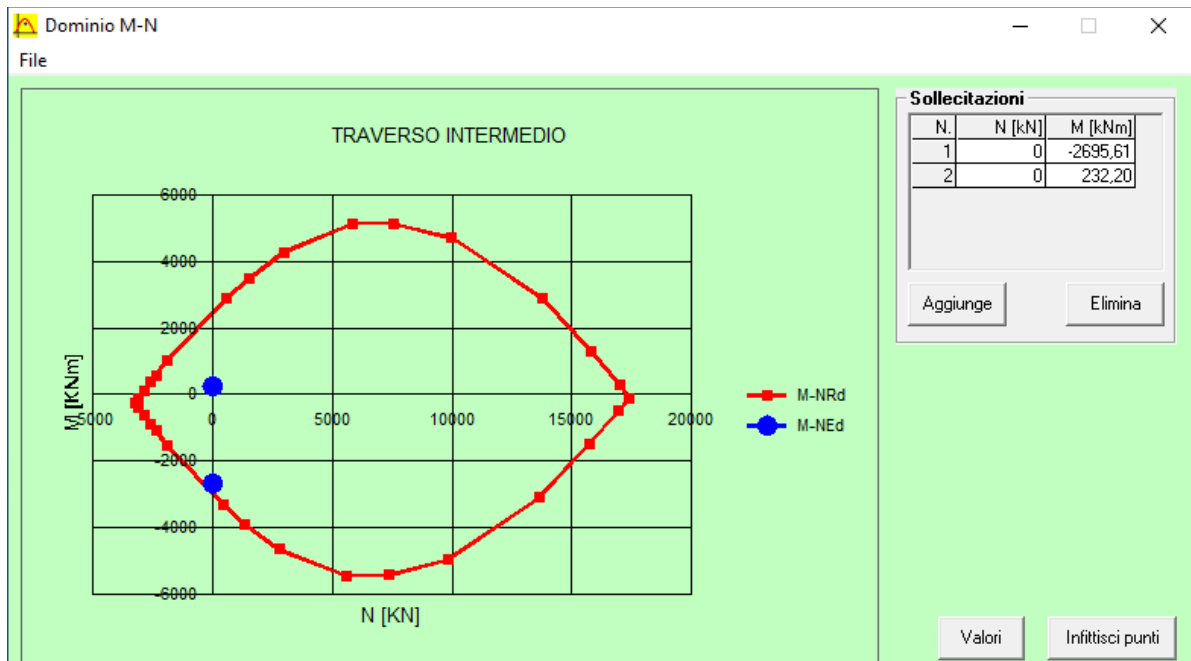
Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

M_{xRd} 2.498 kNm
 σ_c -25,5 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s ‰
 d 170 cm
 x 37,62 x/d 0,2213
 δ 0,7166

Armatura Precompressione
 Tipo cavo
 ϵ_{su} 31,5 ‰
 f_{yd} 1.452 N/mm²
 E_s/E_c 6
 ϵ_{syd} 7,26 ‰
 $\sigma_{s,adm}$ 1080 N/mm²
 σ_{sp} 1.452 N/mm²
 ϵ_{sp} 17,32 ‰ compressa predef.

Calcola MRd Dominio M-N
 L_0 0 cm Col. modello
 Precompresso



Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	161

Verifica C.A. S.L.U. - File: traverso

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: TRAVERSO INTERMEDIO - sezione cava

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	35	55
2	0	100
3	35	55

Armatura Precompressione

N° strati cavi Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ_{sp} [MPa]
1	12,51	40	1000
2	9,729999	170	1000

Tipologia Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma

Tipologia di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia di flessione

Retta Deviata

Materiali

B450C **C45/55**

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 25,5 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 16 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,9333
 τ_{cl} 2,543

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipologia rottura

Lato calcestruzzo - Cavo snervato

Calcoli

M_{xRd} 2.498 kNm
 σ_c -25,5 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s ‰
 d 170 cm
 x 37,62 x/d 0,2213
 δ 0,7166

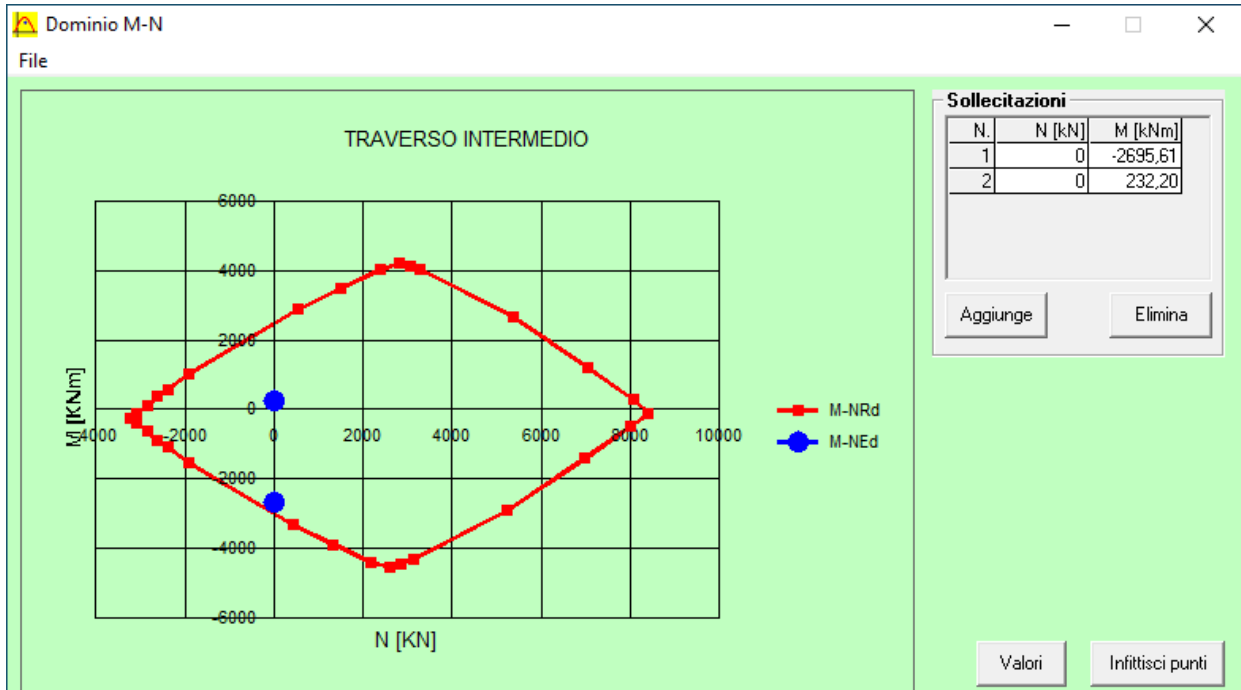
Armatura Precompressione

Metodo di calcolo: S.L.U.+
 Tipo flessione: Retta
 N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L_0 0 cm Col. modello
 Precompresso

Armatura Precompressione

Tipo cavo: Trefolo
 ϵ_{su} 31,5 ‰
 f_{yd} 1.452 N/mm²
 E_s/E_c 6
 ϵ_{syd} 7,26 ‰
 $\sigma_{s,adm}$ 1080 N/mm²

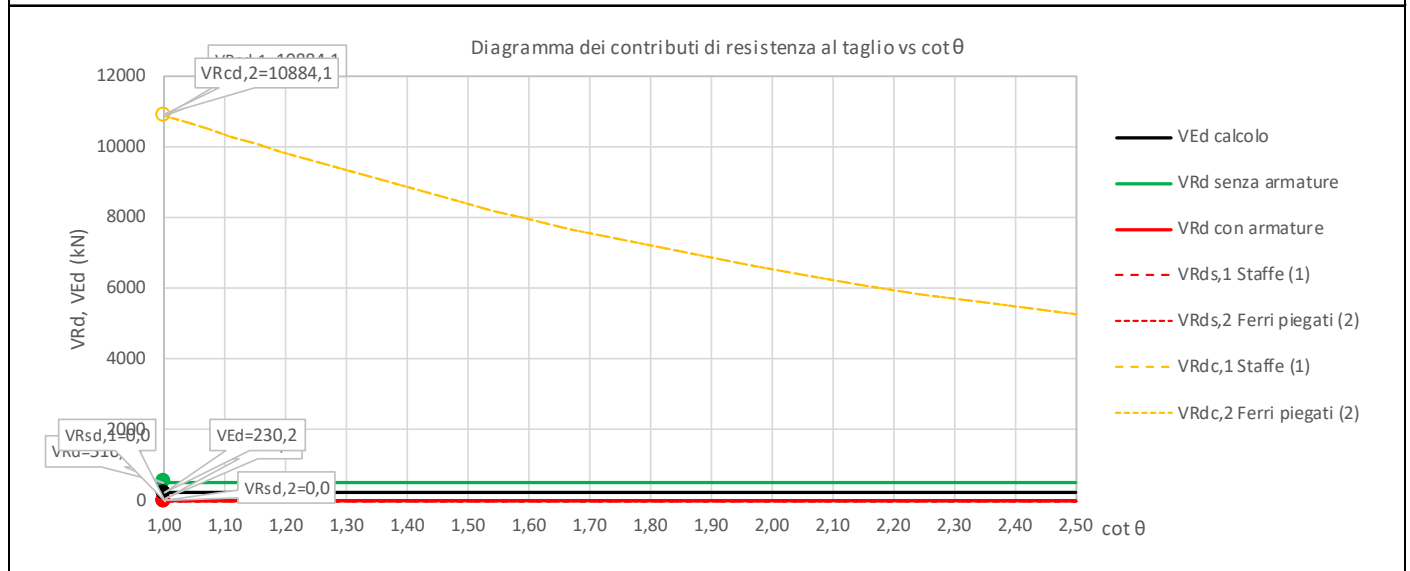
σ_{sp} 1.452 N/mm²
 ϵ_{sp} 17,32 ‰ compressa predef.



MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.T.F.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

15.2.2 Verifica SLU per taglio

NOME: Traverso testata				CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO					CALCESTRUZZO			
b_w	d	θ cotg θ		N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c			
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)				
0,55	1,70	45,00	1,00	0,0	230,2	259,1	45,65	25,87	1,50			
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$								
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)												
	f_{yd}	n	\emptyset	$A_{sI,\emptyset}$	A_{sI}	F_{Rd}	ΔF_{td}	F_{Ed}	F_{Rd}	F_{Ed}/F_{Rd}		
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)			
Barre B450C	391,3	0	24	4,52	0,00	0,0	0,0	169,3	3229,6	5,2%	VERIFICA OK	
Trefoli Y1670	1452,2	16		1,39	22,24	3229,6						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)												
	A_{sI}	k_1	k	ρ_l (%)	v_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}			
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)				
	82,54	0,15	1,34	0,88%	0,37	0,00	1,00	516,6	44,6%	VERIFICA OK		



**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	163

NOME: Traverso intermedio

CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)

Rev. 10.1

DATI SEZIONE

b_w (m)	d (m)	θ (°)	$\cotg \theta$
0,55	1,70	45,00	1,00

$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$

AZIONI CALCOLO

N_{Ed} (kN)	V_{Ed} (kN)	M_{Ed} (kNm)
0,0	1199,9	2695,6

CALCESTRUZZO

f_{ck} (MPa)	f_{cd} (MPa)	γ_c
45,65	25,87	1,50

VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)

	f_{yd} (MPa)	n	\emptyset (mm)	$A_{sl,\emptyset}$ (cm ²)	A_{sl} (cm ²)	F_{Rd} (kN)	ΔF_{td} (kN)	F_{Ed} (kN)	F_{Rd} (kN)	F_{Ed}/F_{Rd}	
Barre B450C	391,3	0	24	4,52	0,00	0,0	0,0	1761,8	3229,6	54,6%	VERIFICA OK
Trefoli Y1670	1452,2	16		1,39	22,24	3229,6					

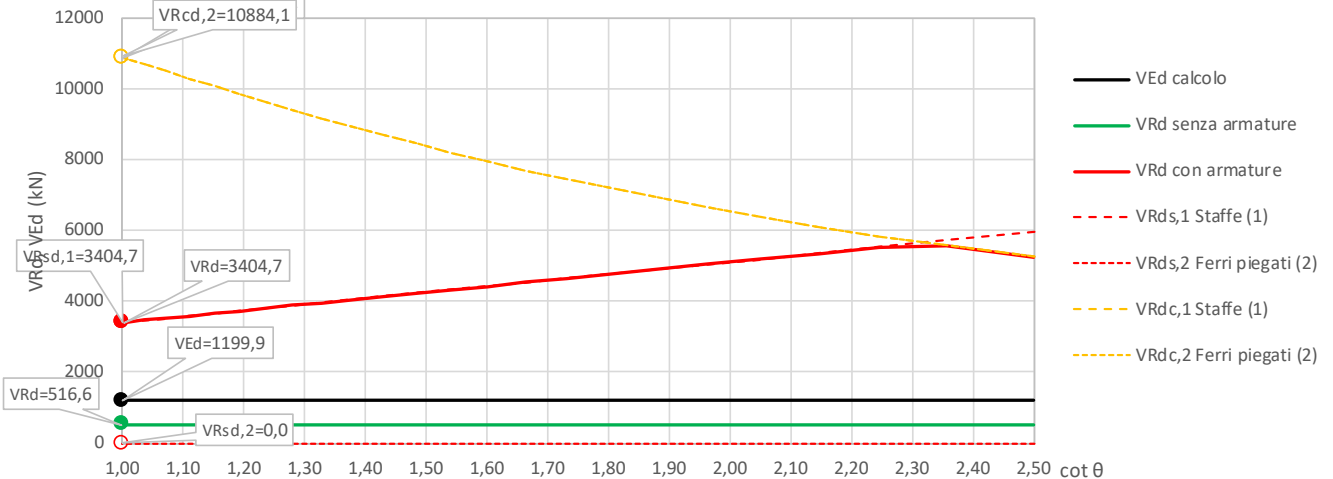
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)

A_{sl} (cm ²)	k_1	k	ρ_l (%) (%)	v_{min} (MPa)	σ_{cp} (MPa)	α_c	V_{Rd} (kN)	V_{Ed}/V_{Rd}	
82,54	0,15	1,34	0,88%	0,37	0,00	1,00	516,6	232,3%	Necessaria armatura

VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)

	f_{ywd} (MPa)	n_b	\emptyset (mm)	A_{sw} (cm ²)	α (°)	s (m)	V_{Rsd} (kN)	V_{Rcd} (kN)	V_{Rd} (kN)	V_{Rd} (kN)	V_{Ed}/V_{Rd}	
Staffe / Pioli (1)	391,3	4,0	16	8,04	45	0,20	3404,7	10884,1	3404,7	3404,7	35,2%	VERIFICA OK

Diagramma dei contributi di resistenza al taglio vs cot θ



**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	164

15.3 VERIFICA A SOLLEVAMENTO

Si prende in esame il traverso di testata, che è quello maggiormente sollecitato. In particolare, si riporta la verifica nei confronti della condizione di sollevamento. Si è ipotizzata la presenza di un sistema di martinetti in grado di sviluppare delle azioni tali da equilibrare il peso dell'impalcato.

A partire dalle reazioni agli appoggi, ciascuno di questi valori viene ripartito sulla lunghezza di competenza di ciascuna sezione del traverso, supponendo pertanto una diffusione uniforme di tale carico.

Le azioni vengono poi combinate allo SLU utilizzando un coefficiente amplificativo pari a 1.3.

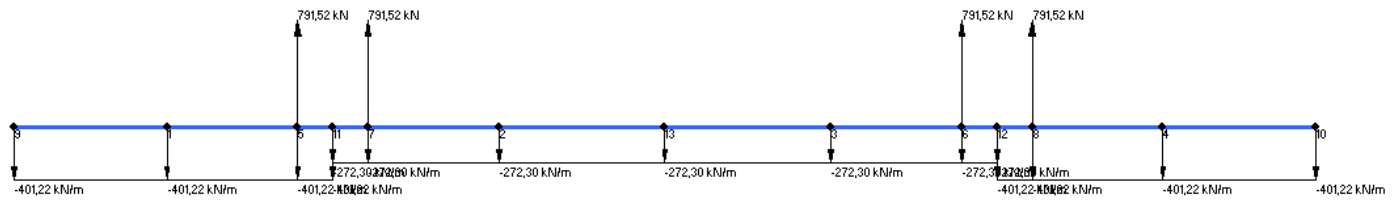


Figura 107 - Pesi propri

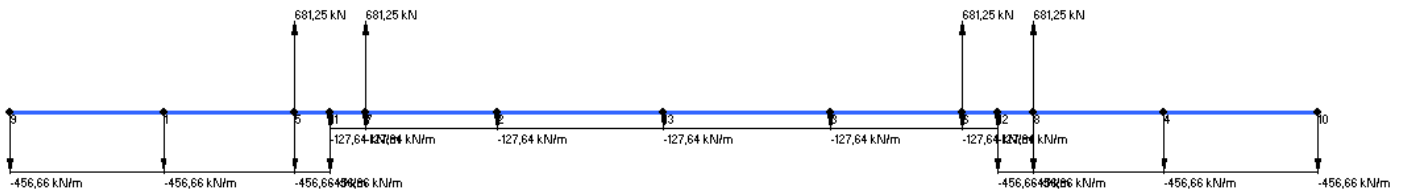


Figura 108 - PPNS + barriere antirumore

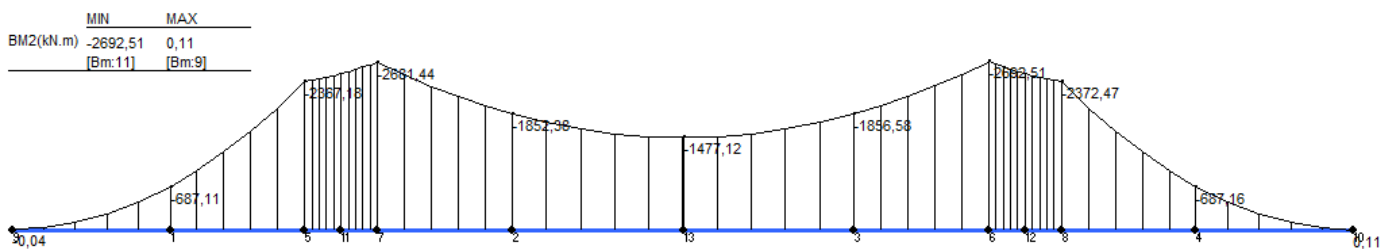


Figura 109 - Momento Flettente (kNm)

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	165

MIN	MAX
SF2(kN) -2297,31	2296,44
[Bm:1]	[Bm:7]

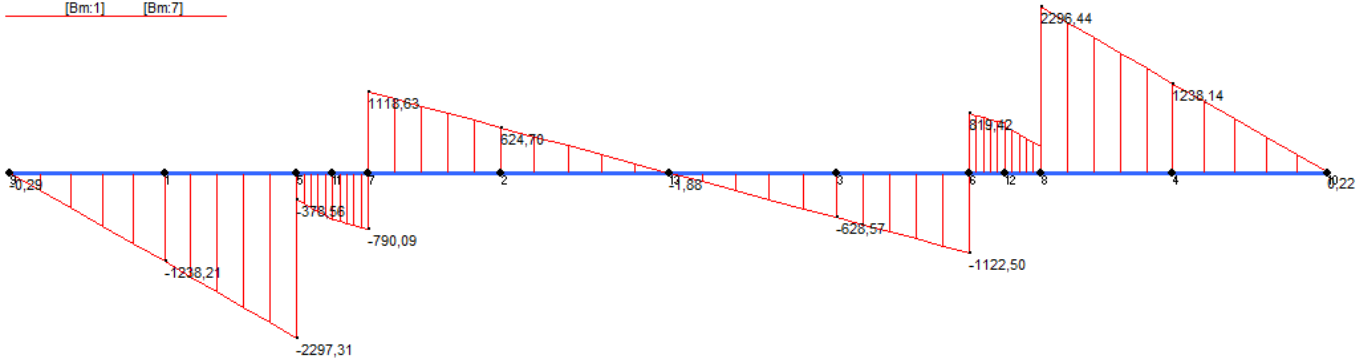


Figura 110 - Taglio (kN)

Verifica C.A. S.L.U. - File: traverso_testata

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: TRAVERSO TESTATA

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	55	210

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Armatura Precompressione
 N° strati cavi Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ_{sp} [MPa]
1	12,51	40	1000
2	9,729999	170	1000

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Cavo snervato

Materiali
 B450C C45/55
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.
 Calcola MRd Dominio M-N
 L_o cm Col. modello

Precompresso

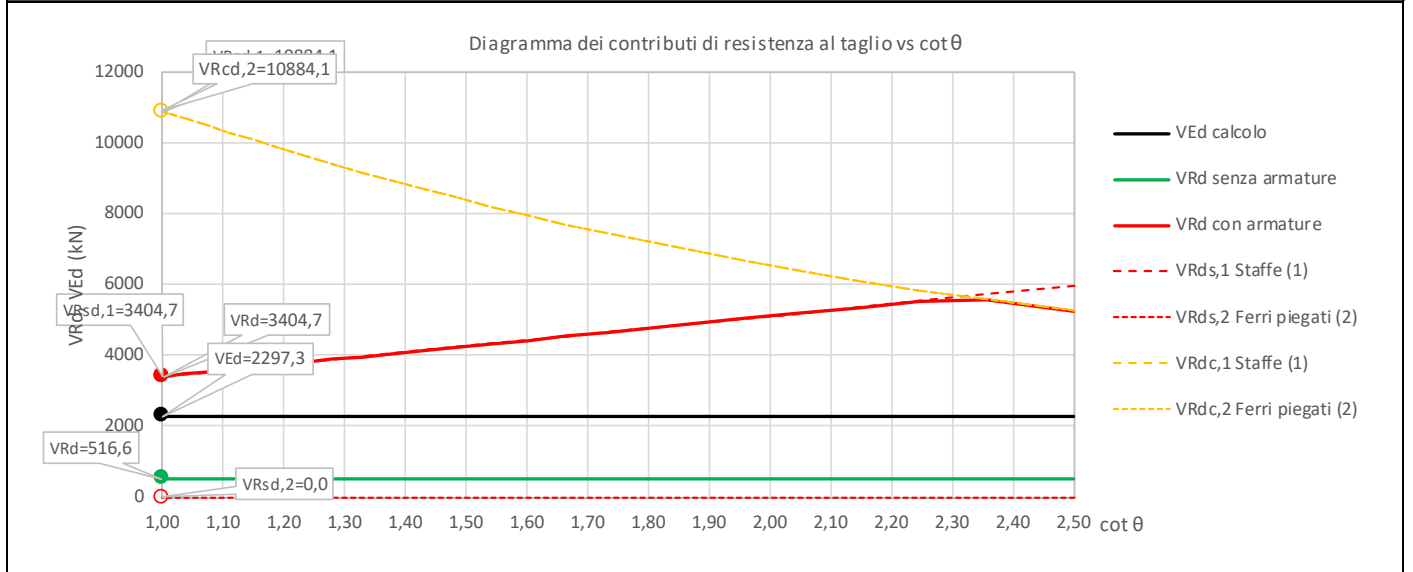
Tipo cavo

 ϵ_{su} ‰
 f_{yd} N/mm²
 E_s/E_c ‰
 ϵ_{syd} ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm²
 σ_{sp} N/mm²
 ϵ_{sp} ‰ compressa prefef.

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	166

NOME: Sollevamento		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)							Rev. 10.1		
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO				CALCESTRUZZO			
b_w	d	θ	$\cotg \theta$	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c		
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)			
0,55	1,70	45,00	1,00	0,0	2297,3	2367,2	45,65	25,87	1,50		
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$							
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)											
	f_{yd}	n	\emptyset	$A_{sl,\emptyset}$	A_{sl}	F_{Rd}	ΔF_{td}	F_{Ed}	F_{Rd}	F_{Ed}/F_{Rd}	
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)		
Barre B450C	391,3	0	24	4,52	0,00	0,0	0,0	1547,2	3229,6	47,9%	VERIFICA OK
Trefoli Y1670	1452,2	16		1,39	22,24	3229,6					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	A_{sl}	k_1	k	ρ_l (%)	v_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}		
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)			
	82,54	0,15	1,34	0,88%	0,37	0,00	1,00	516,6	444,7%	Necessaria armatura	
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)											
	f_{ywd}	n_b	\emptyset	A_{sw}	α	s	V_{Rsd}	V_{Rcd}	V_{Rd}	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(°)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
Staffe / Pioli (1)	391,3	4,0	16	8,04	45	0,20	3404,7	10884,1	3404,7	3404,7	67,5% VERIFICA OK



Le verifiche a flessione e a taglio risultano soddisfatte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	167

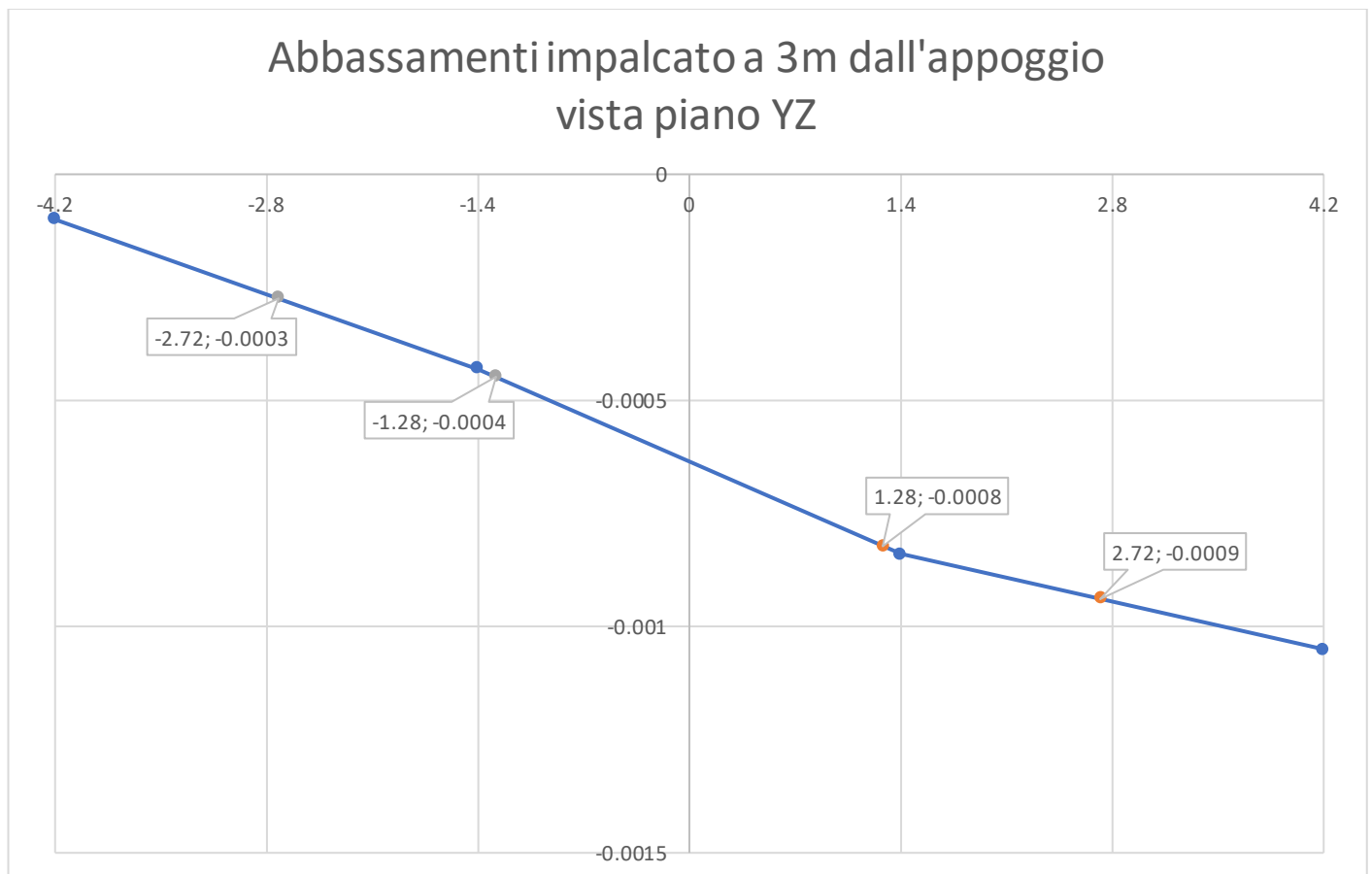
16. VERIFICHE DI DEFORMAZIONE

La valutazione dei parametri di deformazione degli impalcato si conduce utilizzando la combinazione caratteristica (rara) degli SLE.

16.1 VERIFICA DEFORMAZIONI TORSIONALI (SGHEMBO)

La deformazione torsionale dell'impalcato è stata valutata in riferimento al passaggio del convoglio LM71 sul binario 2, secondo quanto prescritto dal MdP al par. 2.5.1.8.3.2.2.

In particolare, sono stati misurati gli abbassamenti del modello agli FE dell'impalcato a partire da una distanza di 3m dalla sezione di appoggio.



Lo sghembo massimo t è pari a: $t \approx 0.17 \text{ mm} / 3\text{m}$. Tale limite è inferiore a quello previsto dalla normativa, pari a $3.0 \text{ mm} / 3\text{m}$ per il caso $120 < V_{\text{max}} < 200 \text{ km/h}$.

La verifica è soddisfatta.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI  G.T.F.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 00 07			PROGR 001

16.2 INFLESSIONE NEL PIANO VERTICALE DELL'IMPALCATO

Considerando la presenza contemporanea dei treni di carico LM71, SW/2 (rispettivamente sul secondo e sul primo binario) incrementati con il corrispondente coefficiente dinamico ϕ_3 e con il coefficiente α , il massimo valore di inflessione per effetto di tali carichi ferroviari non deve eccedere il valore $L/600$.

Gli spostamenti massimi nella sezione di mezzeria sulle due travi esterne valgono rispettivamente 6 mm e 5 mm. Lo spostamento massimo assoluto si manifesta nella mezzeria della trave 2, quella posta in corrispondenza del binario caricato con treno di carico SW/2, ed è pari a 6.2 mm.

Si riporta il campo degli spostamenti nella seguente figura:

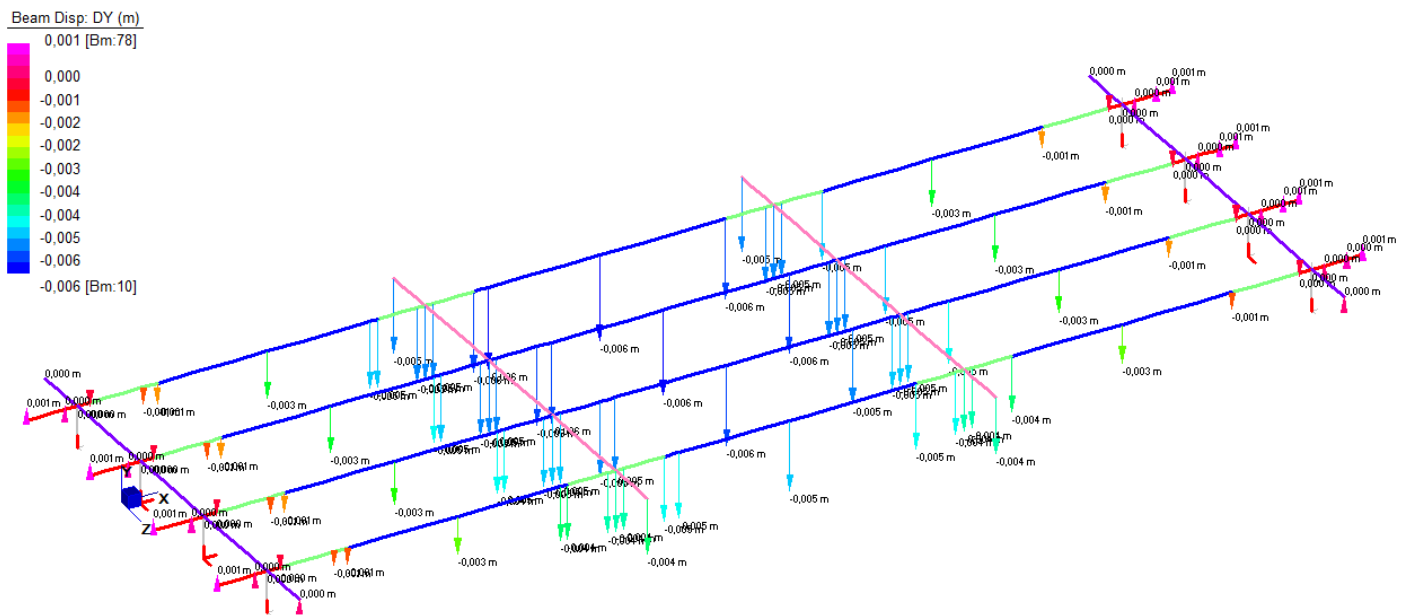


Figura 111 Spostamenti Verticali – Carichi Ferroviari LM71+SW2 -combinazione rara

L'abbassamento massimo per inflessione nel piano verticale dovuto al transito dei convogli è stato valutato sommando l'effetto del treno SW/2 e LM71 (amplificato per $\alpha=1.1$). L'abbassamento massimo si rileva in mezzeria ed è pari a:

$$\delta = 6.2 \text{ mm}$$

Il valore di δ appena calcolato è inferiore al valore limite previsto dalla normativa e pari a $L/600 = 22800/600 = 38 \text{ mm}$

Pertanto la verifica è soddisfatta.

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	169

16.3 VERIFICA STATO LIMITE DI COMFORT

In accordo con le vigenti prescrizioni di normativa, par. 5.2.3.2.2.1. delle NTC08 per quanto concerne gli stati limite per il comfort dei passeggeri, si verificano i valori di freccia verticale in funzione della luce dell'impalcato. In particolare, la norma impone che l'inflessione verticale debba calcolarsi, per impalcato a doppio binario, considerando carico un solo binario, in asse al binario carico applicando un solo modello di carico LM71 con il relativo incremento dinamico e con il coefficiente di adattamento.

Si registra un abbassamento $\delta = 5\text{mm}$ in corrispondenza della trave più prossima all'asse del binario carico. La verifica si conduce confrontando il valore di L con δ , dovendo essere questo rapporto non minore di 1000. Risulta nel caso in esame:

$$\frac{L}{\delta} = \frac{22800\text{mm}}{5\text{mm}} = 4560$$

La verifica è soddisfatta.

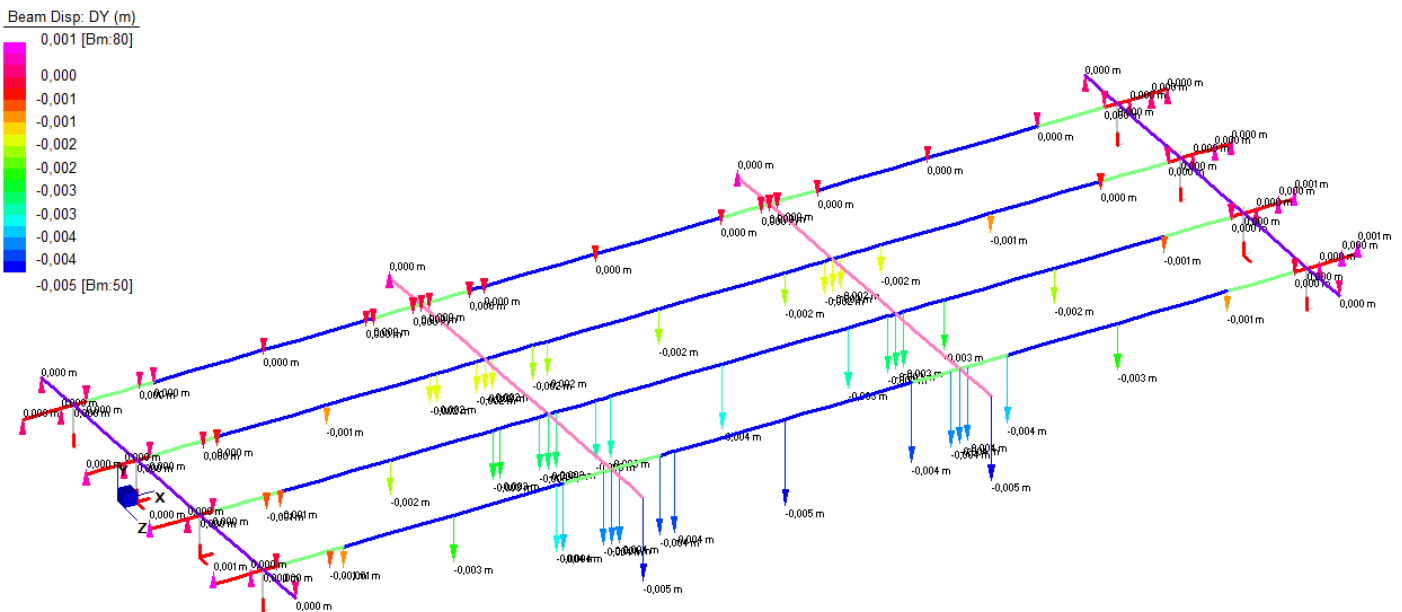


Figura 112 - Inflessione nel piano verticale dell'impalcato – LM71

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Relazione di calcolo impalcato a cassoncini in c.a.p.	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	170

17. AZIONI SUGLI APPOGGI

Nel seguito si riepilogano i valori delle azioni sugli appoggi per effetto dei carichi descritti in precedenza, per la determinazione dei valori complessivi in base alle caratteristiche del tracciato e dalle condizioni ambientali, si rimanda alla relazione di calcolo delle specifiche sottostrutture.

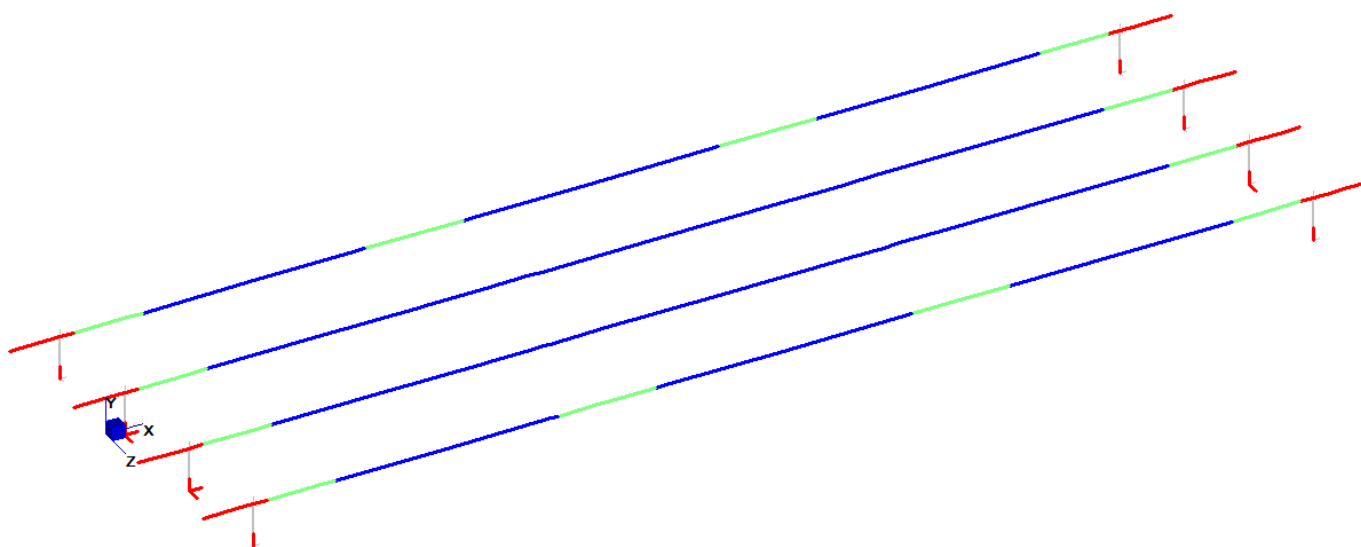


Figura 113 - Schema appoggi

IMPALCATO CAP L=25m	Lato Appoggi Fissi												Lato Appoggi Scorrevoli														
	Appoggio 1 (M)			Appoggio 2 (F)			Appoggio 3 (F)			Appoggio 4 (M)			Appoggio 5 (M)			Appoggio 6 (UL)			Appoggio 7 (M)			Appoggio 8 (M)					
	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]			
Perm. strutturali																											
G1 (peso proprio)	0	0	927	0	0	656	0	0	656	0	0	927	0	0	927	0	0	656	0	0	656	0	0	927	0	0	927
Ballast																											
G2,1 (ballast)	0	0	379	0	0	446	0	0	447	0	0	379	0	0	379	0	0	446	0	0	447	0	0	379	0	0	379
Perm. non strutturali																											
G2,2 (velette)	0	0	121	0	0	-33	0	0	-33	0	0	121	0	0	121	0	0	-33	0	0	-33	0	0	121	0	0	121
G2,3 (arredi)	0	0	238	0	0	-38	0	0	-38	0	0	238	0	0	238	0	0	-38	0	0	-38	0	0	238	0	0	238
G2,4 (barriere)	0	0	316	0	0	-66	0	0	-66	0	0	316	0	0	316	0	0	-66	0	0	-66	0	0	316	0	0	316
Q8 Fa,G (attrito)	59	0	0	29	0	0	29	0	0	59	0	0	59	0	0	29	0	0	29	0	0	59	0	0	59	0	0
Accidentali da traffico																											
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-4	0	0	179	0	0	985	0	0	811	0	0	2	0	0	203	0	0	669	0	0	643	0	0	643
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	811	0	0	985	0	0	179	0	0	-4	0	0	643	0	0	669	0	0	203	0	0	811	0	0	811
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	-23	0	0	214	0	0	1100	0	0	1023	0	0	-18	0	0	264	0	0	1041	0	0	1027	0	0	1027
Q3,a B1-SW2 (avv)	0	0	2	-412	-20	-51	-413	20	-51	0	0	2	0	0	25	0	0	23	0	0	23	0	0	25	0	0	25
Q3,a B1-LM71 (avv)	0	0	3	-454	22	-56	-454	-22	-56	0	0	3	0	0	28	0	0	25	0	0	25	0	0	28	0	0	28
Q3,a B2-LM71 (avv)	0	0	3	-454	-22	-56	-454	22	-56	0	0	3	0	0	28	0	0	25	0	0	25	0	0	28	0	0	28
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	2	-437	-21	-54	-438	21	-54	0	0	2	0	0	27	0	0	25	0	0	25	0	0	27	0	0	27
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	2	-275	13	-34	-275	-13	-34	0	0	2	0	0	17	0	0	15	0	0	15	0	0	17	0	0	17
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	2	-275	-13	-34	-275	13	-34	0	0	2	0	0	17	0	0	15	0	0	15	0	0	17	0	0	17
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-39	-14	34	-8	14	34	8	0	0	39	0	0	-47	0	66	2	0	0	13	0	0	32	0	0	32
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	49	15	41	6	-15	41	-6	0	0	-49	0	0	29	0	59	13	0	0	1	0	0	-42	0	0	-42
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-49	-15	41	-6	15	41	6	0	0	49	0	0	-42	0	59	1	0	0	13	0	0	29	0	0	29
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-16	-5	25	-8	5	25	8	0	0	16	0	0	-22	0	49	-1	0	0	13	0	0	11	0	0	11
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	18	6	28	9	-6	28	-9	0	0	-18	0	0	12	0	54	14	0	0	-1	0	0	-24	0	0	-24
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-18	-6	28	-9	6	28	9	0	0	18	0	0	-24	0	54	-1	0	0	14	0	0	12	0	0	12
Q8 Fa,Q (attrito)	24	0	0	30	0	0	33	0	0	31	0	0	19	0	0	20	0	0	31	0	0	31	0	0	31	0	0
Effetti ambientali																											
Q6 (vento)	0	0	-62	-28	36	-23	28	26	25	0	0	60	0	0	-68	0	56	-13	0	0	26	0	0	55	0	0	55

Tabella 21 – Scarichi caratteristici – Campata L=25 m

**Relazione di calcolo impalcato a
cassoncini in c.a.p.**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	00	07	001	B	171

IMPALCATO CAP L=25m	Lato Appoggi Fissi								Lato Appoggi Scorrevoli							
	Appoggio 1 (M)		Appoggio 2 (F)		Appoggio 3 (F)		Appoggio 4 (M)		Appoggio 5 (M)		Appoggio 6 (UL)		Appoggio 7 (M)		Appoggio 8 (M)	
	Ry [mrad]	Rz [mrad]	Ry [mrad]	Rz [mrad]	Ry [mrad]	Rz [mrad]	Ry [mrad]	Rz [mrad]	Ry [mrad]	Rz [mrad]	Ry [mrad]	Rz [mrad]	Ry [mrad]	Rz [mrad]	Ry [mrad]	Rz [mrad]
Perm. strutturali																
G1 (peso proprio)	0,0	-0,5	0,0	-0,5	0,0	-0,5	0,0	-0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5
Ballast																
G2,1 (ballast)	0,0	-0,3	0,0	-0,3	0,0	-0,3	0,0	-0,3	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,3
Perm. non strutturali																
G2,2 (velette)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
G2,3 (arredi)	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
G2,4 (barriere)	0,0	-0,1	0,0	-0,4	0,0	-0,4	0,0	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
Q8 Fa,G (attrito)																
Accidentali da traffico																
Q1 LM71_B1 (traffico)	0,0	-0,1	0,0	-0,2	0,0	-0,4	0,0	-0,6	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,4	0,0	0,5
Q1 LM71_B2 (traffico)	0,0	-0,6	0,0	-0,4	0,0	-0,2	0,0	-0,1	0,0	0,5	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,1
Q1 SW2_B1 (traffico)	0,0	-0,1	0,0	-0,3	0,0	-0,5	0,0	-0,7	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,6	0,0	0,7
Q3,a B1-SW2 (avv)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q3,a B1-LM71 (avv)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q3,a B2-LM71 (avv)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q4 B1-SW2 (centr)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q4 B1-LM71 (centr)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q4 B2-LM71 (centr)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q5 B1-SW2 (serp)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q5 B1-LM71 (serp)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q5 B2-LM71 (serp)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Q8 Fa,Q (attrito)																
Effetti ambientali																
Q6 (vento)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabella 22 – Rotazioni appoggi – Campata L=25 m

INDICE

1	Modello_Solettast7.....	2
1.1	BILL OF QUANTITIES	3
1.2	ELEMENT PROPERTIES SUMMARY	4
1.3	INPUT MODEL FILE.....	5
1.3.1	GENERAL DATA AND LOAD CASES	5
1.3.2	ELEMENT GEOMETRY	1
2	Modello_globalle.st7.....	1
2.1	BILL OF QUANTITIES	2
2.2	ELEMENT PROPERTIES SUMMARY	4
2.3	INPUT MODEL FILE.....	5
2.3.1	GENERAL DATA AND LOAD CASES	5
2.3.2	ELEMENT GEOMETRY	34

1 MODELLO_SOLETTA.ST7

MODEL DATA SUMMARY

1.1 BILL OF QUANTITIES

Model: Modello_Soletta

Bill of materials

Selected groups:

Model

Included mass:

Structural Mass

	Mass kg	Volume m ³	Length m	Area m ²	Count	Material	Type	Section
Grand total:	8,56x10 ³	3,42	13,70					
Beam properties:								
1: Beam Property 1	8,56x10 ³	3,42	13,70		34		Beam	Solid Rectangle
Total	8,56x10 ³	3,42	13,70		34			

Centre of mass

	Mass kg	CM(X) m	CM(Y) m	CM(Z) m
Model	8,56x10 ³	6,85	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Total:	8,56x10 ³	6,85	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰

Local inertia

	Ixx kg.m ²	Iyy kg.m ²	Izz kg.m ²	Ixy kg.m ²	Iyz kg.m ²	Izx kg.m ²
Model	0,00x10 ⁰	133,92x10 ³	133,92x10 ³	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Total:	0,00x10 ⁰	133,92x10 ³	133,92x10 ³	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰

Global inertia

	IOX kg.m ²	IYY kg.m ²	IOZ kg.m ²	IOY kg.m ²	IYZ kg.m ²	IOX kg.m ²
Model	0,00x10 ⁰	535,70x10 ³	535,70x10 ³	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Total:	0,00x10 ⁰	535,70x10 ³	535,70x10 ³	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰

1.2 ELEMENT PROPERTIES SUMMARY

Model: Modello_Soletta

Beam: Structural

	Material	E MPa	G MPa	ν	ρ kg/m ³	Mass/Length kg/m	C kNs/m/m ³	ξ	α NonLinear /C	Hardening
1: Beam Property 1	- Modified	33,35x10 ³	12,90x10 ³	0,20	2,50x10 ³	625,00	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	10,00x10 ⁻⁶	Elastic Isotropic

Beam: Heat transfer

	Material	ρ kg/m ³	Cp J/kg/C	κ J/s/m/C
1: Beam Property 1	- Modified	2,50x10 ³	880,00	1,37

Beam: Sections

	Section	Section Type	Area m ²	I11 m ⁴	I22 m ⁴	J m ⁴	SL1 m	SL2 m	SA1 m ²	SA2 m ²
1: Beam Property 1	Solid Rectangle	Solid Rectangle	0,25	1,30x10 ⁻³	20,83x10 ⁻³	4,40x10 ⁻³	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰

Beam: Geometry

	Section	Section Type	D m	B1 m
1: Beam Property 1	Solid Rectangle	Solid Rectangle	0,25	1,00

Beam: Tables

1: Beam Property 1

1.3 INPUT MODEL FILE

1.3.1 GENERAL DATA AND LOAD CASES

```

/ STRAU7 MODEL EXCHANGE FILE
/

/ MODEL INFORMATION
FileFormat      Straus7.2.3.3
ModelName       "Modello_Soletta"
Title           ""
Project         ""
Author          ""
Reference       ""
Comments        ""
/

/ UNITS
LengthUnit      m
MassUnit        kg
EnergyUnit      J
PressureUnit    MPa
ForceUnit       kN
TemperatureUnit C
/

/ GROUP DEFINITIONS
Group           1      16711680  "\\Model"
/

/ FREEDOM CASE DEFINITIONS
FreedomCase     1      0      1      "Freedom Case 1"
DZ  RX  RY
/

/ LOAD CASE DEFINITIONS
LoadCase        1      0      "PP soletta"
LCInclude       3
LoadCase        2      0      "PP cordolo"
LCInclude       3
LoadCase        3      0      "PPNS massicciata"
LCInclude       3
LoadCase        4      0      "PPNS Mz su mur pb da
ballast"
LCInclude       3
LoadCase        5      0      "PPNS massetto"
LCInclude       3
LoadCase        6      0      "PPNS velette"
LCInclude       3
LoadCase        7      0      "PPNS pb+cavidotti"
LCInclude       3
LoadCase        8      0      "PPNS parapetto"
LCInclude       3
LoadCase        9      0      "PPNS barriera antirum"
LCInclude       3
LoadCase        10     0      "ACC LM71_1"
LCInclude       3
LoadCase        11     0      "ACC LM71_2"
LCInclude       3
LoadCase        24     0      "ACC_LM71_3"
LCInclude       3
LoadCase        29     0      "ACC LM71_Q_1"
LCInclude       3
LoadCase        30     0      "ACC LM71_Q_2"
LCInclude       3
LoadCase        31     0      "ACC LM71_Q_3"
LCInclude       3
LoadCase        26     0      "ACC_SW/2"
LCInclude       3
LoadCase        14     0      "ACC affollamento_1"
LCInclude       3
LoadCase        20     0      "ACC affollamento_2"
LCInclude       3

```

```

LoadCase        15     0      "ECC deragliament c1"
LCInclude       3
LoadCase        21     0      "ECC deragliament c1_1"
LCInclude       3
LoadCase        16     0      "ECC deragliament c2"
LCInclude       3
LoadCase        22     0      "ECC deragliament c2_2"
LCInclude       3
LoadCase        17     0      "ACC Mz aerodin"
LCInclude       3
LoadCase        23     0      "ACC Mz aerodin_2"
LCInclude       3
LoadCase        27     0      "Taglio_aerodin_1"
LCInclude       3
LoadCase        28     0      "Taglio_aerodin_2"
LCInclude       3
/

/ LOAD CASE COMBINATIONS
LoadCaseCombination 32  "QP"
2      1.0000000000000E+0
3      1.0000000000000E+0
4      1.0000000000000E+0
5      1.0000000000000E+0
6      1.0000000000000E+0
7      1.0000000000000E+0
8      1.0000000000000E+0
9      1.0000000000000E+0
LoadCaseCombination 33  "FR_1"
2      1.0000000000000E+0
3      1.0000000000000E+0
4      1.0000000000000E+0
5      1.0000000000000E+0
6      1.0000000000000E+0
7      1.0000000000000E+0
8      1.0000000000000E+0
9      1.0000000000000E+0
10     8.0000000000000E-1
LoadCaseCombination 34  "FR_2"
2      1.0000000000000E+0
3      1.0000000000000E+0
4      1.0000000000000E+0
5      1.0000000000000E+0
6      1.0000000000000E+0
7      1.0000000000000E+0
8      1.0000000000000E+0
9      1.0000000000000E+0
11     8.0000000000000E-1
LoadCaseCombination 35  "FR_3"
2      1.0000000000000E+0
3      1.0000000000000E+0
4      1.0000000000000E+0
5      1.0000000000000E+0
6      1.0000000000000E+0
7      1.0000000000000E+0
8      1.0000000000000E+0
9      1.0000000000000E+0
26     8.0000000000000E-1
LoadCaseCombination 36  "FR_4"
2      1.0000000000000E+0
3      1.0000000000000E+0
4      1.0000000000000E+0
5      1.0000000000000E+0
6      1.0000000000000E+0
7      1.0000000000000E+0
8      1.0000000000000E+0
9      1.0000000000000E+0
10     6.0000000000000E-1
24     6.0000000000000E-1
LoadCaseCombination 37  "FR_5"
2      1.0000000000000E+0
3      1.0000000000000E+0
4      1.0000000000000E+0
5      1.0000000000000E+0
6      1.0000000000000E+0
7      1.0000000000000E+0
8      1.0000000000000E+0
9      1.0000000000000E+0
24     6.0000000000000E-1
26     6.0000000000000E-1
LoadCaseCombination 38  "FR_6"
2      1.0000000000000E+0
3      1.0000000000000E+0
4      1.0000000000000E+0
5      1.0000000000000E+0
6      1.0000000000000E+0

```



```

7      1.50000000000000E+0
8      1.50000000000000E+0
9      1.50000000000000E+0
14     1.20000000000000E+0
20     1.20000000000000E+0
17     1.50000000000000E+0
23     1.50000000000000E+0
27     1.50000000000000E+0
28     1.50000000000000E+0

LoadCaseCombination      70  "SLU_12"
1      1.35000000000000E+0
2      1.50000000000000E+0
3      1.50000000000000E+0
4      1.50000000000000E+0
5      1.50000000000000E+0
6      1.50000000000000E+0
7      1.50000000000000E+0
8      1.50000000000000E+0
9      1.50000000000000E+0
14     1.50000000000000E+0
17     1.20000000000000E+0
27     1.20000000000000E+0

LoadCaseCombination      71  "SLU_13"
1      1.35000000000000E+0
2      1.50000000000000E+0
3      1.50000000000000E+0
4      1.50000000000000E+0
5      1.50000000000000E+0
6      1.50000000000000E+0
7      1.50000000000000E+0
8      1.50000000000000E+0
9      1.50000000000000E+0
20     1.50000000000000E+0
17     1.20000000000000E+0
27     1.20000000000000E+0

LoadCaseCombination      72  "SLU_14"
1      1.35000000000000E+0
2      1.50000000000000E+0
3      1.50000000000000E+0
4      1.50000000000000E+0
5      1.50000000000000E+0
6      1.50000000000000E+0
7      1.50000000000000E+0
8      1.50000000000000E+0
9      1.50000000000000E+0
14     1.50000000000000E+0
20     1.50000000000000E+0
17     1.20000000000000E+0
27     1.20000000000000E+0

LoadCaseCombination      73  "SLU_15"
1      1.35000000000000E+0
2      1.50000000000000E+0
3      1.50000000000000E+0
4      1.50000000000000E+0
5      1.50000000000000E+0
6      1.50000000000000E+0
7      1.50000000000000E+0
8      1.50000000000000E+0
9      1.50000000000000E+0
14     1.50000000000000E+0
17     1.20000000000000E+0
23     1.20000000000000E+0
27     1.20000000000000E+0
28     1.20000000000000E+0

LoadCaseCombination      74  "SLU_16"
1      1.35000000000000E+0
2      1.50000000000000E+0
3      1.50000000000000E+0
4      1.50000000000000E+0
5      1.50000000000000E+0
6      1.50000000000000E+0
7      1.50000000000000E+0
8      1.50000000000000E+0
9      1.50000000000000E+0
20     1.50000000000000E+0
17     1.20000000000000E+0
23     1.20000000000000E+0
27     1.20000000000000E+0
28     1.20000000000000E+0

LoadCaseCombination      75  "SLU_17"
1      1.35000000000000E+0
2      1.50000000000000E+0
3      1.50000000000000E+0
4      1.50000000000000E+0
5      1.50000000000000E+0
6      1.50000000000000E+0
7      1.50000000000000E+0
8      1.50000000000000E+0
9      1.50000000000000E+0
14     1.50000000000000E+0
20     1.50000000000000E+0
17     1.20000000000000E+0
23     1.20000000000000E+0
27     1.20000000000000E+0
28     1.20000000000000E+0

LoadCaseCombination      76  "ECC_1"
1      1.00000000000000E+0
2      1.00000000000000E+0
3      1.00000000000000E+0
4      1.00000000000000E+0
5      1.00000000000000E+0
6      1.00000000000000E+0
7      1.00000000000000E+0
8      1.00000000000000E+0

```

```

9      1.00000000000000E+0
15     1.00000000000000E+0

LoadCaseCombination      77  "ECC_2"
1      1.00000000000000E+0
2      1.00000000000000E+0
3      1.00000000000000E+0
4      1.00000000000000E+0
5      1.00000000000000E+0
6      1.00000000000000E+0
7      1.00000000000000E+0
8      1.00000000000000E+0
9      1.00000000000000E+0
16     1.00000000000000E+0

```

/

/ RESULT CASE ENVELOPES

```

LoadCaseEnvelope      "SIU" Abs
ON      59
ON      60
ON      61
ON      62
ON      63
ON      64
ON      65
ON      66
ON      67
ON      68
ON      69
ON      70
ON      71
ON      72
ON      73
ON      74
ON      75

LoadCaseEnvelope      "SLE_RARA" Abs
ON      42
ON      43
ON      44
ON      45
ON      46
ON      47
ON      48
ON      49
ON      50
ON      51
ON      52
ON      53
ON      54
ON      55
ON      56
ON      57
ON      58

LoadCaseEnvelope      "SLE_FREQ" Abs
ON      33
ON      34
ON      35
ON      36
ON      37
ON      38
ON      39
ON      40
ON      41

LoadCaseEnvelope      "SLE_QP" Abs
ON      32

LoadCaseEnvelope      "ECCEZ" Abs
ON      76
ON      7

```


1.3.2 ELEMENT GEOMETRY

/ COORDINATE SYSTEM DEFINITIONS

CoordSys 1 "Global XYZ" GlobalXYZ

/ NODE COORDINATES

Node	1	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0
Node	2	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	8.500000000000E-1
Node	3	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	2.050000000000E+0
Node	4	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	2.250000000000E+0
Node	5	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	2.450000000000E+0
Node	6	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	2.550000000000E+0
Node	7	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	2.750000000000E+0
Node	8	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	2.900000000000E+0
Node	9	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	3.350000000000E+0
Node	10	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	3.900000000000E+0
Node	11	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	4.350000000000E+0
Node	12	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	4.450000000000E+0
Node	13	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	5.000000000000E+0
Node	14	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	6.350000000000E+0
Node	15	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	6.850000000000E+0
Node	16	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	7.350000000000E+0
Node	17	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	8.700000000000E+0
Node	18	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	9.250000000000E+0
Node	19	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	9.350000000000E+0
Node	20	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	9.800000000000E+0
Node	21	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	1.035000000000E+1
Node	22	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	1.080000000000E+1
Node	23	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	1.095000000000E+1
Node	24	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	1.115000000000E+1
Node	25	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	1.125000000000E+1
Node	26	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	1.145000000000E+1
Node	27	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	1.165000000000E+1
Node	28	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	1.285000000000E+1
Node	29	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	1.370000000000E+1
Node	30	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	4.250000000000E-1
Node	31	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	1.450000000000E+0
Node	32	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	5.675000000000E+0
Node	33	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	8.025000000000E+0
Node	34	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	1.225000000000E+1
Node	35	0.000000000000E+0	0.000000000000E+0	1.327500000000E+1

/ BEAM ELEMENTS

Beam	1	1	1	30	2
Beam	2	1	1	31	3
Beam	3	1	1	3	4
Beam	4	1	1	4	5
Beam	5	1	1	5	6
Beam	6	1	1	6	7
Beam	7	1	1	7	8
Beam	8	1	1	8	9
Beam	9	1	1	9	10
Beam	10	1	1	10	11
Beam	11	1	1	11	12
Beam	12	1	1	12	13
Beam	13	1	1	32	14
Beam	14	1	1	14	15
Beam	15	1	1	15	16
Beam	16	1	1	33	17
Beam	17	1	1	17	18
Beam	18	1	1	18	19
Beam	19	1	1	19	20
Beam	20	1	1	20	21
Beam	21	1	1	21	22
Beam	22	1	1	22	23
Beam	23	1	1	23	24
Beam	24	1	1	24	25
Beam	25	1	1	25	26
Beam	26	1	1	26	27
Beam	27	1	1	34	28
Beam	28	1	1	35	29
Beam	29	1	1	1	30
Beam	30	1	1	2	31
Beam	31	1	1	13	32
Beam	32	1	1	16	33
Beam	33	1	1	27	34
Beam	34	1	1	28	35

/ NODE RESTRAINTS (ROTATION AS RADIAN)

/ Freedom Case 1

NdFreedom	1	9	1	DX	DY
NdFreedom	1	21	1		DY
NdFreedom	1	32	1		DY
NdFreedom	1	33	1		DY

/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS

PP soletta					
BdDistLoadG	1	1	Y	2	-
6.482475000000E+0			-6.714950000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	2	Y	2	-
7.043150000000E+0			-7.371350000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	3	Y	2	-
7.371350000000E+0			-7.480750000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	4	Y	2	-
7.480750000000E+0			-7.591500000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	5	Y	2	-
7.591500000000E+0			-7.644850000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	6	Y	2	-
7.644850000000E+0			-7.754250000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	7	Y	2	-
7.754250000000E+0			-7.836300000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	8	Y	2	-
7.836300000000E+0			-8.082450000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	9	Y	2	-
8.082450000000E+0			-8.383300000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	10	Y	2	-
8.383300000000E+0			-8.629450000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	11	Y	2	-
8.629450000000E+0			-8.684150000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	12	Y	2	-
8.684150000000E+0			-8.985000000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	13	Y	2	-
9.354225000000E+0			-9.723450000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	14	Y	2	-
9.723450000000E+0			-9.996950000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	15	Y	2	-
1.000000000000E+1			-9.726500000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	16	Y	2	-
9.357275000000E+0			-8.988050000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	17	Y	2	-
8.988050000000E+0			-8.687200000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	18	Y	2	-
8.687200000000E+0			-8.632500000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	19	Y	2	-
8.632500000000E+0			-8.386350000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	20	Y	2	-
8.386350000000E+0			-8.085500000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	21	Y	2	-
8.085500000000E+0			-7.839350000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	22	Y	2	-
7.839350000000E+0			-7.753700000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	23	Y	2	-
7.753700000000E+0			-7.647900000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	24	Y	2	-
7.647900000000E+0			-7.593200000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	25	Y	2	-
7.593200000000E+0			-7.483800000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	26	Y	2	-
7.483800000000E+0			-7.374400000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	27	Y	2	-
7.374400000000E+0			-6.718000000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	28	Y	2	-
6.718000000000E+0			-6.253050000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					
BdDistLoadG	1	29	Y	2	-
6.253050000000E+0			-6.482475000000E+0		0.00
0.000000000000E+0					0.00
0.00					


```

BmDistLoadG      16      7      Y      1      -
2.488900000000E+2      0.000000000000E+0      -2.488900000000E+2      0.00
0.000000000000E+0
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ ECC deragliamento c2_2
BmDistLoadG      22      22      Y      1      -
2.488900000000E+2      0.000000000000E+0      -2.488900000000E+2      0.00
0.000000000000E+0
BmDistLoadG      22      23      Y      1      -
2.488900000000E+2      0.000000000000E+0      -2.488900000000E+2      0.00
0.000000000000E+0
BmDistLoadG      22      24      Y      1      -
2.488900000000E+2      0.000000000000E+0      -2.488900000000E+2      0.00
0.000000000000E+0
/
/ NODE MOMENTS
/ ACC Mz aerodin
NdMoment      17      1      0.000000000000E+0
0.000000000000E+0
/
/ NODE MOMENTS
/ ACC Mz aerodin_2
NdMoment      23      29      0.000000000000E+0
0.000000000000E+0

```

```

/
/ NODE FORCES
/ Taglio_aerodin_1
NdForce      27      1      -9.950000000000E+0
0.000000000000E+0      0.000000000000E+0
/
/ NODE FORCES
/ Taglio_aerodin_2
NdForce      28      29      9.950000000000E+0
0.000000000000E+0      0.000000000000E+0
/
/ BEAM PROPERTIES
BeamProp      1      "Beam Property 1"
MaterialName      "- Modified"
Modulus      3.334600000000E+4
ShearMod      1.290000000000E+4
Poisson      2.000000000000E-1
UsePoisson      TRUE
Density      2.500000000000E+3
Expansion      1.000000000000E-5
ThermalCond      1.370000000000E+0
SpecificHeat      8.800000000000E+2
Area      2.500000000000E-1
MomentI11      1.302083333000E-3
MomentI22      2.083333333000E-2
MomentJ      4.404947917000E-3
SectionType      SolidRect
B      1.000000000000E+0
D      2.500000000000E-1
NonLinType      Elastic
Hardening      Isotropic

```


MODEL DATA SUMMARY

2.1 BILL OF QUANTITIES

Model: Modello_Globale

Bill of materials

Selected groups:

Model
 Model\Traverso testata
 Model\Traverso centrale
 Model\Travi esterne
 Model\Travi esterne\Testata trave
 Model\Travi esterne\Ringrosso trave
 Model\Travi esterne\Sez corrente trave
 Model\Travi interne
 Model\Travi interne\Testata trave
 Model\Travi interne\Ringrosso trave
 Model\Travi interne\Sez corrente trave

Included mass:

Structural Mass

	Mass kg	Volume m ³	Length m	Area m ²	Count	Material	Type	Section
Grand total:	0,00x10 ⁰	246,50	138,40					
Beam properties:								
2: Traverso testata	0,00x10 ⁰	22,18	19,20		10		Beam	Solid Rectangle
3: Traverso centrale	0,00x10 ⁰	14,11	19,20		10		Beam	Solid Rectangle
4: Sez corrente trave	0,00x10 ⁰	133,07	68,80		48		Beam	User Section
5: Testata trave	0,00x10 ⁰	30,51	11,04		28		Beam	User Section
6: Ringrosso trave	0,00x10 ⁰	46,63	20,16		28		Beam	User Section
Total	0,00x10 ⁰	246,50	138,40		124			

Centre of mass

	Mass kg	CM(X) m	CM(Y) m	CM(Z) m
Model	0,00x10 ⁰			
Ringrosso trave	0,00x10 ⁰			
Ringrosso trave	0,00x10 ⁰			
Sez corrente trave	0,00x10 ⁰			
Sez corrente trave	0,00x10 ⁰			
Testata trave	0,00x10 ⁰			
Testata trave	0,00x10 ⁰			
Traverso centrale	0,00x10 ⁰			
Traverso testata	0,00x10 ⁰			
Travi esterne	0,00x10 ⁰			
Travi interne	0,00x10 ⁰			
Total:	0,00x10 ⁰			

Local inertia

	Ixx kg.m ²	Iyy kg.m ²	Izz kg.m ²	Ixy kg.m ²	Iyz kg.m ²	Izx kg.m ²
Model	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Ringrosso trave	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Ringrosso trave	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Sez corrente trave	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Sez corrente trave	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Testata trave	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Testata trave	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Traverso centrale	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰

Straus7 Release 2.3.3 [Licenced to:BuRaolOGY (tm)]

Traverso testata	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Travi esterne	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Travi interne	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Total:	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰

Global inertia

	DXX kg.m²	IYY kg.m²	IZZ kg.m²	IXY kg.m²	IYZ kg.m²	IZX kg.m²
Model	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Ringrosso trave	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Ringrosso trave	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Sez corrente trave	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Sez corrente trave	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Testata trave	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Testata trave	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Traverso centrale	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Traverso testata	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Travi esterne	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Travi interne	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
Total:	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰

2.2 ELEMENT PROPERTIES SUMMARY

Model: Modello_Globale

Beam: Structural

	Material	E MPa	G MPa	ν	ρ kg/m ³	Mass/Length kg/m ...	C	ξ	α /C	NonLinear	Hardening
1: Trave di bordo	- Modified	36,42x10 ³	14,29x10 ³	0,20	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	10,00x10 ⁻⁶	ElastoPlastic	Isotropic
2: Traverso testata	Unknown material - Modified	36,42x10 ³	0,00x10 ⁰	0,20	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	ElastoPlastic	Isotropic
3: Traverso centrale	Unknown material - Modified	36,42x10 ³	0,00x10 ⁰	0,20	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	ElastoPlastic	Isotropic
4: Sez corrente trave	Unknown material - Modified	36,42x10 ³	0,00x10 ⁰	0,20	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	ElastoPlastic	Isotropic
5: Testata trave	Unknown material - Modified	36,42x10 ³	0,00x10 ⁰	0,20	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	ElastoPlastic	Isotropic
6: Ringrosso trave	Unknown material - Modified	36,42x10 ³	0,00x10 ⁰	0,20	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	ElastoPlastic	Isotropic

Beam: Heat transfer

	Material	ρ kg/m ³	Cp J/kg/C	κ J/s/m/C
1: Trave di bordo	- Modified	0,00x10 ⁰	880,00	1,37
2: Traverso testata	Unknown material - Modified	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
3: Traverso centrale	Unknown material - Modified	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
4: Sez corrente trave	Unknown material - Modified	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
5: Testata trave	Unknown material - Modified	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
6: Ringrosso trave	Unknown material - Modified	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰

Beam: Sections

	Section	Section Type	Area m ²	I11 m ⁴	I22 m ⁴	J m ⁴	SL1 m	SL2 m	SA1 m ²	SA2 m ²
1: Trave di bordo	Mesh3	User Section	1,93	1,48	0,93	46,37x10 ⁻³	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	1,26	0,83
2: Traverso testata	Solid Rectangle	Solid Rectangle	1,16	0,42	29,12x10 ⁻³	97,66x10 ⁻³	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
3: Traverso centrale	Solid Rectangle	Solid Rectangle	0,73	0,27	7,50x10 ⁻³	26,90x10 ⁻³	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰
4: Sez corrente trave	Mesh3	User Section	1,93	1,48	0,93	46,37x10 ⁻³	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	1,26	0,83
5: Testata trave	Sez_testata_fase3	User Section	2,76	1,77	1,18	0,11	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	1,42	1,81
6: Ringrosso trave	Sez_transizione_fase3	User Section	2,31	1,61	1,07	64,94x10 ⁻³	0,00x10 ⁰	0,00x10 ⁰	1,30	1,30

Beam: Geometry

	Section	Section Type	D m	B1 m
1: Trave di bordo	Mesh3	User Section	0,00x10 ⁰	
2: Traverso testata	Solid Rectangle	Solid Rectangle	2,10	0,55
3: Traverso centrale	Solid Rectangle	Solid Rectangle	2,10	0,35
4: Sez corrente trave	Mesh3	User Section	0,00x10 ⁰	
5: Testata trave	Sez_testata_fase3	User Section	0,00x10 ⁰	
6: Ringrosso trave	Sez_transizione_fase3	User Section	0,00x10 ⁰	

Straus7 Release 2.3.3 [Licenced to:BuRaSLoGY (tm)]

2.3 INPUT MODEL FILE

2.3.1 GENERAL DATA AND LOAD CASES

```

/
-----
/ STRAU7 MODEL EXCHANGE FILE
/
-----
/ MODEL INFORMATION
FileFormat          Straus7.2.3.3
ModelName           "Modello_Globale"
Title               ""
Project             ""
Author              ""
Reference           ""
Comments            ""
/
-----
/ UNITS
LengthUnit          m
MassUnit            kg
EnergyUnit          J
PressureUnit        MPa
ForceUnit           kN
TemperatureUnit     C
/
-----
/ GROUP DEFINITIONS
Group               1  16711680  "\\Model"
Group               2  3407846  "Traverso testata"
Group               3  16757299  "Traverso centrale"
Group               4  16724812  "Travi esterne"
Group               6  16724812  "Travi esterne\Testata
trave"
Group               7  8401919  "Travi
esterne\Ringrosso trave"
Group               8  11730739  "Travi esterne\Sez
corrente trave"
Group               5  11730739  "Travi interne"
Group               9  3394815  "Travi interne\Testata
trave"
Group               10  16724889  "Travi
interne\Ringrosso trave"
Group               11  13382655  "Travi interne\Sez
corrente trave"
/
-----
/ FREEDOM CASE DEFINITIONS
FreedomCase         1  0  1  "Freedom Case 1"
/
-----
/ LOAD CASE DEFINITIONS
LoadCase            33  0  "PP sez corrente trave"
LCInclude           3
LoadCase            34  0  "PP ringrosso"
LCInclude           3
LoadCase            35  0  "PP testata"
LCInclude           3
LoadCase            36  0  "PP traverso testata
distribuito"
LCInclude           3
LoadCase            37  0  "PP traverso interno
distribuito"
LCInclude           3
LoadCase            38  0  "PP soletta"
LCInclude           3
LoadCase            39  0  "PPNS ballast"
LCInclude           3
LoadCase            40  0  "PPNS velette"
LCInclude           3
LoadCase            41  0  "PPNS barriere antirumore"
LCInclude           3
LoadCase            81  0  "PPNS 1 barriera"
LCInclude           3
LoadCase            42  0  "PPNS arredi"
LCInclude           3
LoadCase            17  0  "Frenatura SW/2 mz"
LCInclude           3
LoadCase            77  0  "Frenatura LM71 mz"
LCInclude           3
LoadCase            24  0  "Frenatura SW/2 f
distribuito"
LCInclude           3
LoadCase            79  0  "Frenatura LM71 f
distribuito"
LCInclude           3
LoadCase            18  0  "Avviamento LM71 mz"
LCInclude           3
LoadCase            78  0  "Avviamento SW/2 mz"
LCInclude           3

```

```

LCInclude           3
LoadCase            25  0  "Avviamento LM71 f
distribuito"
LCInclude           3
LoadCase            80  0  "Avviamento SW/2 f
distribuito"
LCInclude           3
LoadCase            19  0  "Mmax: sw/2 BIN1"
LCInclude           3
LoadCase            21  0  "Mmax: qvk LM71 BIN2"
LCInclude           3
LoadCase            22  0  "Mmax: Qvk LM71 BIN2"
LCInclude           3
LoadCase            28  0  "Vmax: sw/2 BIN1"
LCInclude           3
LoadCase            31  0  "Vmax_2:qvk_LM71_BIN2"
LCInclude           3
LoadCase            32  0  "Vmax_2:Qvk_LM71_BIN2"
LCInclude           3
LoadCase            43  0  "Mmax: ECC qA1d_BIN1"
LCInclude           3
LoadCase            44  0  "Mmax: ECC qA2d_BIN1"
LCInclude           3
LoadCase            45  0  "Vmax: ECC qA1d_BIN1"
LCInclude           3
LoadCase            46  0  "Vmax: ECC qA2d_BIN1"
LCInclude           3
LoadCase            51  0  "CENTR_qh_SW2"
LCInclude           3
LoadCase            52  0  "CENTR: mz_SW/2"
LCInclude           3
LoadCase            57  0  "Mmax: qvk LM71 centr cb
BIN2"
LCInclude           3
LoadCase            58  0  "Mmax: Qvk LM71 centr cb
BIN2"
LCInclude           3
LoadCase            54  0  "Mmax: CENTR_LM71_cb_q"
LCInclude           3
LoadCase            56  0  "Mmax: CENTR_LM71_cb_Q"
LCInclude           3
LoadCase            63  0  "Mmax: CENTR_LM71_cb_mz(q)"
LCInclude           3
LoadCase            64  0  "Mmax: CENTR_LM71_cb_mz(Q)"
LCInclude           3
LoadCase            53  0  "Mmax: CENTR_LM71_ca_q"
LCInclude           3
LoadCase            55  0  "Mmax: CENTR_LM71_ca_Q"
LCInclude           3
LoadCase            61  0  "Mmax: CENTR_LM71_ca_mz(q)"
LCInclude           3
LoadCase            62  0  "Mmax: CENTR_LM71_ca_mz(Q)"
LCInclude           3
LoadCase            59  0  "Vmax: qvk LM71 centr cb
BIN2"
LCInclude           3
LoadCase            60  0  "Vmax: Qvk LM71 centr cb
BIN2"
LCInclude           3
LoadCase            65  0  "Vmax: CENTR_LM71_cb_q"
LCInclude           3
LoadCase            66  0  "Vmax: CENTR_LM71_cb_Q"
LCInclude           3
LoadCase            67  0  "Vmax: CENTR_LM71_cb_mz(q)"
LCInclude           3
LoadCase            68  0  "Vmax: CENTR_LM71_cb_mz(Q)"
LCInclude           3
LoadCase            69  0  "Vmax: CENTR_LM71_ca_q"
LCInclude           3
LoadCase            70  0  "Vmax: CENTR_LM71_ca_Q"
LCInclude           3
LoadCase            71  0  "Vmax: CENTR_LM71_ca_mz(q)"
LCInclude           3
LoadCase            72  0  "Vmax: CENTR_LM71_ca_mz(Q)"
LCInclude           3
LoadCase            23  0  "Vento verticale"
LCInclude           3
LoadCase            26  0  "Vento Torcente"
LCInclude           3
LoadCase            27  0  "Vento Trasversale"
LCInclude           3

```



```

LoadCaseCombination 359 "PP Travi"
33 1.0000000000000000E+0
34 1.0000000000000000E+0
35 1.0000000000000000E+0

LoadCaseCombination 360 "PP Traversi + Soletta"
36 1.0000000000000000E+0
37 1.0000000000000000E+0
38 1.0000000000000000E+0

LoadCaseCombination 361 "Traffico + Vento"
17 1.0000000000000000E+0
24 1.0000000000000000E+0
18 1.0000000000000000E+0
25 1.0000000000000000E+0
19 1.0000000000000000E+0
21 1.0000000000000000E+0
22 1.0000000000000000E+0
23 6.0000000000000000E-1
26 6.0000000000000000E-1
27 6.0000000000000000E-1

LoadCaseCombination 362 "Combinati on Case"
21 1.0000000000000000E+0
22 1.0000000000000000E+0
53 8.0000000000000000E-1
55 8.0000000000000000E-1
61 8.0000000000000000E-1
62 8.0000000000000000E-1
23 6.0000000000000000E-1
26 6.0000000000000000E-1
27 6.0000000000000000E-1
75 8.0000000000000000E-1
76 8.0000000000000000E-1
82 8.0000000000000000E-1
83 8.0000000000000000E-1

```

```

ON 166
ON 167
ON 168
ON 169
ON 170
ON 171
ON 172
ON 173
ON 174
ON 175
ON 176
ON 177
ON 178
ON 179
ON 180
ON 181
ON 182
ON 183
ON 184
ON 185
ON 186
ON 187
ON 188
ON 189
ON 190
ON 191
ON 192
ON 193
ON 194
ON 195
ON 196
ON 197
ON 198
ON 199
ON 200
ON 201
ON 202
ON 203
ON 204
ON 205
ON 206
ON 207
ON 208
ON 209
ON 210
ON 211
ON 212
ON 213
ON 214
ON 215
ON 216
ON 217
ON 218
ON 219
ON 220
ON 221
ON 222
ON 223
ON 224
ON 225
ON 226
ON 227
ON 228
ON 229
ON 230
ON 231
ON 232
ON 233
ON 234
ON 235
ON 236
ON 237
ON 238
ON 239
ON 240
ON 241
ON 242
ON 243
ON 244
ON 245
ON 246
ON 247
ON 248
ON 249
ON 250
ON 251
ON 252
ON 253
ON 254
ON 255
ON 256
ON 257

```

/

/ RESULT CASE ENVELOPES

```

LoadCaseEnvelope "SLU" Abs
ON 84
ON 85
ON 86
ON 87
ON 88
ON 89
ON 90
ON 91
ON 92
ON 93
ON 94
ON 95
ON 96
ON 97
ON 98
ON 99
ON 100
ON 101
ON 102
ON 103
ON 104
ON 105
ON 106
ON 107
ON 108
ON 109
ON 110
ON 111
ON 112
ON 113
ON 114
ON 115
ON 116
ON 117
ON 118
ON 119
ON 120
ON 121
ON 122
ON 123
ON 124
ON 125
ON 126
ON 127
ON 128
ON 129
ON 130
ON 131
ON 132
ON 133
ON 134
ON 135
ON 136
ON 137
ON 138
ON 139
ON 140
ON 141
ON 142
ON 143
ON 144
ON 145
ON 146
ON 147
ON 148
ON 149
ON 150
ON 151
ON 152
ON 153
ON 154
ON 155
ON 156
ON 157
ON 158
ON 159
ON 160
ON 161
ON 162
ON 163
ON 164
ON 165

```

```

ON 202
ON 203
ON 204
ON 205
ON 206
ON 207
ON 208
ON 209
ON 210
ON 211
ON 212
ON 213
ON 214
ON 215
ON 216
ON 217
ON 218
ON 219
ON 220
ON 221
ON 222
ON 223
ON 224
ON 225
ON 226
ON 227
ON 228
ON 229
ON 230
ON 231
ON 232
ON 233
ON 234
ON 235
ON 236
ON 237
ON 238
ON 239
ON 240
ON 241
ON 242
ON 243
ON 244
ON 245
ON 246
ON 247
ON 248
ON 249
ON 250
ON 251
ON 252
ON 253
ON 254
ON 255
ON 256
ON 257

LoadCaseEnvelope "SLE RARA" Abs
ON 258
ON 259
ON 260
ON 261
ON 262
ON 263
ON 264
ON 265
ON 266
ON 267
ON 268
ON 269
ON 270
ON 271
ON 272
ON 273
ON 274
ON 275
ON 276
ON 277
ON 278
ON 279
ON 280
ON 281
ON 282
ON 283
ON 284
ON 285
ON 286
ON 287
ON 288
ON 289

```

ON	290
ON	291
ON	292
ON	293
ON	294
ON	295
ON	296
ON	297
ON	298
ON	299
ON	300
ON	301
ON	302
ON	303
ON	304
ON	305
ON	306
ON	307
ON	308
ON	309
ON	310
ON	311
ON	312
ON	313
ON	314
ON	315
ON	316
ON	317
ON	318

ON	319
ON	320
ON	321
ON	322
ON	323
ON	324
ON	325
ON	326
ON	327
ON	328
ON	329
ON	330
ON	331
ON	332
ON	333
ON	334
ON	335
ON	336
ON	337
ON	338
ON	339
ON	340
ON	341
LoadCaseEnvelope	"SLE_QP" Abs
ON	342
ON	343
ON	344


```

Node      106      5.25000000000000E+0
0.00000000000000E+0  3.60000000000000E+0
Node      107      1.25000000000000E+1
0.00000000000000E+0 -1.20000000000000E+0
Node      108      1.25000000000000E+1
0.00000000000000E+0  1.20000000000000E+0
Node      109      1.25000000000000E+1
0.00000000000000E+0  3.60000000000000E+0
Node      110      1.97500000000000E+1
0.00000000000000E+0 -1.20000000000000E+0
Node      111      1.97500000000000E+1
0.00000000000000E+0  1.20000000000000E+0
Node      112      1.97500000000000E+1
0.00000000000000E+0  3.60000000000000E+0
Node      113      2.55000000000000E+0
0.00000000000000E+0 -3.60000000000000E+0
Node      114      2.55000000000000E+0
0.00000000000000E+0 -1.20000000000000E+0
Node      115      2.55000000000000E+0
0.00000000000000E+0  1.20000000000000E+0
Node      116      2.55000000000000E+0
0.00000000000000E+0  3.60000000000000E+0
Node      117      1.00700000000000E+1
0.00000000000000E+0  3.60000000000000E+0
Node      118      1.00700000000000E+1
0.00000000000000E+0 -3.60000000000000E+0
Node      119      1.00700000000000E+1
0.00000000000000E+0 -1.20000000000000E+0
Node      120      1.00700000000000E+1
0.00000000000000E+0  1.20000000000000E+0
Node      121      7.50000000000000E+0
0.00000000000000E+0 -3.60000000000000E+0
Node      122      7.50000000000000E+0
0.00000000000000E+0 -1.20000000000000E+0
Node      123      7.50000000000000E+0
0.00000000000000E+0  1.20000000000000E+0
Node      124      7.50000000000000E+0
0.00000000000000E+0  3.60000000000000E+0

```

/

/ BEAM ELEMENTS

```

Beam      1      6      5      1      7
Beam      2      6      5      7      2
Beam      3      6      5      2      8
Beam      4      7      6      113     9
Beam      5      8      4      121     10
Beam      6      7      6      10      11
Beam      7      7      6      11      3
Beam      8      7      6      3      12
Beam      9      7      6      12      13
Beam     10      8      4      102     14
Beam     11      7      6      14      15
Beam     12      7      6      15      4
Beam     13      7      6      4      16
Beam     14      7      6      16      17
Beam     15      8      4      103     18
Beam     16      7      6      18      19
Beam     17      6      5      19      5
Beam     18      6      5      5      20
Beam     19      6      5      20      21
Beam     20      6      5      21      6
Beam     21      9      5      30      33
Beam     22      9      5      31      34
Beam     23      6      5      32      35
Beam     24      9      5      33      36
Beam     25      9      5      34      37
Beam     26      6      5      35      38
Beam     27      9      5      36      39
Beam     28      9      5      37      40
Beam     29      6      5      38      41
Beam     30     10      6      114     42
Beam     31     10      6      115     43
Beam     32      7      6      116     44
Beam     33      8      4      122     45
Beam     34     11      4      123     46
Beam     35      8      4      124     47
Beam     36     11      4      45      48
Beam     37     11      4      46      49
Beam     38      7      6      47      50
Beam     39     11      4      48      51
Beam     40     11      4      49      52
Beam     41      7      6      50      53
Beam     42     11      4      51      54
Beam     43     11      4      52      55
Beam     44      7      6      53      56
Beam     45     11      4      54      57
Beam     46     11      4      55      58
Beam     47      7      6      56      59
Beam     48     11      4      107     60
Beam     49     11      4      108     61
Beam     50      8      4      109     62
Beam     51     11      4      60      63
Beam     52     11      4      61      64
Beam     53      7      6      62      65
Beam     54     11      4      63      66
Beam     55     11      4      64      67
Beam     56      7      6      65      68
Beam     57     11      4      66      69
Beam     58     11      4      67      70
Beam     59      7      6      68      71
Beam     60     11      4      69      72
Beam     61     11      4      70      73
Beam     62      7      6      71      74
Beam     63     11      4      110     75
Beam     64     11      4      111     76
Beam     65      8      4      112     77
Beam     66     10      6      75      78
Beam     67     10      6      76      79

```

```

Beam      68      7      6      77      80
Beam      69      9      5      78      81
Beam      70      9      5      79      82
Beam      71      6      5      80      83
Beam      72      9      5      81      84
Beam      73      9      5      82      85
Beam      74      6      5      83      86
Beam      75      9      5      84      87
Beam      76      9      5      85      88
Beam      77      6      5      86      89
Beam      78      9      5      87      90
Beam      79      9      5      88      91
Beam      80      6      5      89      92
Beam      81      2      2      2      36
Beam      82      2      2      36      37
Beam      83      2      2      37      38
Beam      84      2      2      5      81
Beam      85      2      2      81      82
Beam      86      2      2      82      83
Beam      87      3      3      3      51
Beam      88      3      3      51      52
Beam      89      3      3      52      53
Beam      90      3      3      4      66
Beam      91      3      3      66      67
Beam      92      3      3      67      68
Beam      93      2      2      5      96
Beam      94      3      3      4      95
Beam      95      3      3      3      94
Beam      96      2      2      2      93
Beam      97      2      2      83     100
Beam      98      3      3      68      99
Beam      99      3      3      53      98
Beam     100      2      2      38      97
Beam     101      8      4      9      101
Beam     102      8      4      118     102
Beam     103      8      4      17      103
Beam     104     11      4      42      104
Beam     105     11      4      43      105
Beam     106      8      4      44      106
Beam     107     11      4      119     107
Beam     108     11      4      120     108
Beam     109      8      4      117     109
Beam     110     11      4      72      110
Beam     111     11      4      73      111
Beam     112      8      4      74      112
Beam     113      7      6      8      113
Beam     114     10      6      39      114
Beam     115     10      6      40      115
Beam     116      7      6      41      116
Beam     117      8      4      59      117
Beam     118      8      4      13      118
Beam     119     11      4      57      119
Beam     120     11      4      58      120
Beam     121      8      4      101     121
Beam     122     11      4      104     122
Beam     123     11      4      105     123
Beam     124      8      4      106     124

```

/

/ RIGID LINKS

```

RigidLink 1      2      22      XYZ
RigidLink 1      5      23      XYZ
RigidLink 1     36      24      XYZ
RigidLink 1     37      25      XYZ
RigidLink 1     38      26      XYZ
RigidLink 1     83      29      XYZ
RigidLink 1     82      28      XYZ
RigidLink 1     81      27      XYZ

```

/

/ NODE RESTRAINTS (ROTATION AS RADIAN)

```

/ Freedom Case 1
NdFreedom 1      22      1      DY
NdFreedom 1     23      1      DY
NdFreedom 1     24      1      DX DY DZ
NdFreedom 1     25      1      DX DY DZ
NdFreedom 1     26      1      DY
NdFreedom 1     27      1      DY
NdFreedom 1     28      1      DY DZ
NdFreedom 1     29      1      DY

```

/

/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS

```

/ PP sez corrente trave
BmDistLoadG 33      5      Y      1      -
2.73500000000000E+1 -2.73500000000000E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0 0.00
0.00
BmDistLoadG 33     10      Y      1      -
2.73500000000000E+1 -2.73500000000000E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0 0.00
0.00
BmDistLoadG 33     15      Y      1      -
2.73500000000000E+1 -2.73500000000000E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0 0.00
0.00
BmDistLoadG 33     33      Y      1      -
2.73500000000000E+1 -2.73500000000000E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0 0.00
0.00
BmDistLoadG 33     34      Y      1      -
2.73500000000000E+1 -2.73500000000000E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0 0.00
0.00

```



```

SectionType      User
NonLinType      Elasticplastic
Hardening       Isotropic
BXSName         "Mesh3"
BXSAlign        0.0000000000000E+0
1.50456008824087E+0 0.0000000000000E+0
BXSvtx         1 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0
BXSvtx         1 -7.0000000000000E-1
0.0000000000000E+0
BXSvtx         1 -8.9000000000000E-1
1.8500000000000E+0
BXSvtx         1 -1.2000000000000E+0
1.9400000000000E+0
BXSvtx         1 -1.2000000000000E+0
2.1000000000000E+0
BXSvtx         1 -7.5000000000000E-1
2.1000000000000E+0
BXSvtx         1 -5.7000000000000E-1
2.8000000000000E-1
BXSvtx         1 0.0000000000000E+0
2.5000000000000E-1
BXSvtx         1 5.7000000000000E-1
2.8000000000000E-1
BXSvtx         1 7.5000000000000E-1
2.1000000000000E+0
BXSvtx         1 1.2000000000000E+0
2.1000000000000E+0
BXSvtx         1 1.2000000000000E+0
1.9400000000000E+0
BXSvtx         1 8.9000000000000E-1
1.8500000000000E+0
BXSvtx         1 -1.2000000000000E+0
0.0000000000000E+0
BXSvtx         1 7.0000000000000E-1
0.0000000000000E+0
BXSvtx         1 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0
BXSvtx         2 -1.2000000000000E+0
2.4500000000000E+0
BXSvtx         2 1.2000000000000E+0
2.4500000000000E+0
BXSvtx         2 1.2000000000000E+0
2.1000000000000E+0
BXSvtx         2 -1.2000000000000E+0
2.1000000000000E+0
BXSvtx         2 -1.2000000000000E+0
2.4500000000000E+0
BXSPlt         4 -1.2000000000000E+0
-1.2000000000000E+0
1.2000000000000E+0
1.2000000000000E+0
4 -1.2000000000000E+0
1.9400000000000E+0
-8.9000000000000E-1
1.8500000000000E+0
-7.5000000000000E-1
-1.2000000000000E+0
4 -8.9000000000000E-1
1.8500000000000E+0
-7.0000000000000E-1
0.0000000000000E-1
-5.7000000000000E-1
-7.5000000000000E-1
2.8000000000000E-1
2.1000000000000E+0
BXSPlt         4 -7.0000000000000E-1
0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0
-5.7000000000000E-1
2.5000000000000E-1
2.8000000000000E-1
BXSPlt         4 0.0000000000000E+0
7.0000000000000E-1
0.0000000000000E+0
5.7000000000000E-1
2.8000000000000E-1
0.0000000000000E+0
BXSPlt         4 5.7000000000000E-1
7.0000000000000E-1
0.0000000000000E-1
8.9000000000000E-1
7.5000000000000E-1
2.1000000000000E+0
BXSPlt         4 7.5000000000000E-1
8.9000000000000E-1
1.8500000000000E+0
1.2000000000000E+0
1.2000000000000E+0
2.1000000000000E+0
BeamProp        2 "Traverso testata"
MaterialName    "Unknown material - Modified"
Modulus         3.6416000000000E+4
Poisson        2.0000000000000E-1
UsePoisson     TRUE
Area           1.1550000000000E+0
MomentI11     4.2446250000000E-1
MomentI22     2.9115625000000E-2
MomentJ       9.7661596825000E-2
SectionType    SolidRect
B              5.5000000000000E-1
D              2.1000000000000E+0
NonLinType     Elasticplastic
Hardening      Isotropic

BeamProp        3 "Traverso centrale"
MaterialName    "Unknown material - Modified"
Modulus         3.6416000000000E+4
Poisson        2.0000000000000E-1
UsePoisson     TRUE
Area           7.3500000000000E-1
MomentI11     2.7011250000000E-1

```

```

MomentI22      7.5031250000000E-3
MomentJ        2.6904538889000E-2
SectionType    SolidRect
B              3.5000000000000E-1
D              2.1000000000000E+0
NonLinType     Elasticplastic
Hardening      Isotropic

BeamProp        4 "Sez corrente trave"
MaterialName    "Unknown material - Modified"
Modulus         3.6416000000000E+4
Poisson        2.0000000000000E-1
UsePoisson     TRUE
Area           1.9341000000000E+0
MomentI11     1.4760822500000E+0
MomentI22     9.2980493500000E-1
MomentJ       4.6367258841000E-2
ShearArea1    1.26005052755400E+0
ShearArea2    8.3297882726700E-1
SectionType    User
NonLinType     Elasticplastic
Hardening      Isotropic
BXSName         "Mesh3"
BXSAlign        0.0000000000000E+0
1.50456008824087E+0 0.0000000000000E+0
BXSvtx         1 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0
BXSvtx         1 -7.0000000000000E-1
0.0000000000000E+0
BXSvtx         1 -8.9000000000000E-1
1.8500000000000E+0
BXSvtx         1 -1.2000000000000E+0
1.9400000000000E+0
BXSvtx         1 -1.2000000000000E+0
2.1000000000000E+0
BXSvtx         1 -7.5000000000000E-1
2.1000000000000E+0
BXSvtx         1 -5.7000000000000E-1
2.8000000000000E-1
BXSvtx         1 0.0000000000000E+0
2.5000000000000E-1
BXSvtx         1 5.7000000000000E-1
2.8000000000000E-1
BXSvtx         1 7.5000000000000E-1
2.1000000000000E+0
BXSvtx         1 1.2000000000000E+0
2.1000000000000E+0
BXSvtx         1 1.2000000000000E+0
1.9400000000000E+0
BXSvtx         1 8.9000000000000E-1
1.8500000000000E+0
BXSvtx         1 7.0000000000000E-1
0.0000000000000E+0
BXSvtx         1 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0
BXSvtx         2 -1.2000000000000E+0
2.4500000000000E+0
BXSvtx         2 1.2000000000000E+0
2.4500000000000E+0
BXSvtx         2 1.2000000000000E+0
2.1000000000000E+0
BXSvtx         2 -1.2000000000000E+0
2.1000000000000E+0
BXSvtx         2 -1.2000000000000E+0
2.4500000000000E+0
BXSPlt         4 -1.2000000000000E+0
-1.2000000000000E+0
1.2000000000000E+0
1.2000000000000E+0
4 -1.2000000000000E+0
1.9400000000000E+0
-8.9000000000000E-1
1.8500000000000E+0
-7.5000000000000E-1
-1.2000000000000E+0
4 -8.9000000000000E-1
1.8500000000000E+0
-7.0000000000000E-1
0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0
-5.7000000000000E-1
-7.5000000000000E-1
2.8000000000000E-1
2.1000000000000E+0
BXSPlt         4 -7.0000000000000E-1
0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0
-5.7000000000000E-1
2.5000000000000E-1
2.8000000000000E-1
BXSPlt         4 0.0000000000000E+0
7.0000000000000E-1
0.0000000000000E+0
5.7000000000000E-1
2.8000000000000E-1
0.0000000000000E+0
BXSPlt         4 5.7000000000000E-1
7.0000000000000E-1
0.0000000000000E-1
8.9000000000000E-1
7.5000000000000E-1
2.1000000000000E+0
BXSPlt         4 7.5000000000000E-1
8.9000000000000E-1
1.8500000000000E+0
1.2000000000000E+0
1.2000000000000E+0
2.1000000000000E+0
BeamProp        5 "Testata trave"
MaterialName    "Unknown material - Modified"
Modulus         3.6416000000000E+4

```



```

Poisson      2.000000000000E-1
UsePoisson   TRUE
Area         2.763850000000E+0
MomentI11    1.7669122160000E+0
MomentI22    1.18269991104200E+0
MomentJ      1.1281121627500E-1
ShearArea1   1.41660556371100E+0
ShearArea2   1.81244022601200E+0
SectionType  User
NonLinType   Elasticplastic
Hardening    Isotropic
BXSName      "Sez_testata_fase3"
BXSAlign     0.000000000000E+0
1.40816994409972E+0 0.000000000000E+0
  BXSvtx      1 0.000000000000E+0
0.000000000000E+0  BXSvtx      1 7.000000000000E-1
0.000000000000E+0  BXSvtx      1 8.900000000000E-1
1.850000000000E+0  BXSvtx      1 1.200000000000E+0
1.940000000000E+0  BXSvtx      1 1.200000000000E+0
2.100000000000E+0  BXSvtx      1 5.250000000000E-1
2.100000000000E+0  BXSvtx      1 3.400000000000E-1
2.700000000000E-1  BXSvtx      1 0.000000000000E+0
2.500000000000E-1  BXSvtx      1 -3.400000000000E-1
2.700000000000E-1  BXSvtx      1 -5.250000000000E-1
2.100000000000E+0  BXSvtx      1 -1.200000000000E+0
2.100000000000E+0  BXSvtx      1 1.200000000000E+0
2.100000000000E+0  BXSvtx      1 1.200000000000E+0
2.450000000000E+0  BXSvtx      1 -1.200000000000E+0
2.450000000000E+0  BXSvtx      1 -1.200000000000E+0
2.100000000000E+0  BXSvtx      1 -1.200000000000E+0
1.940000000000E+0  BXSvtx      1 -1.200000000000E+0
1.850000000000E+0  BXSvtx      1 -8.900000000000E-1
0.000000000000E+0  BXSvtx      1 -7.000000000000E-1
0.000000000000E+0  BXSvtx      1 0.000000000000E+0
0.000000000000E+0  BXSPlt      4 -1.200000000000E+0
1.940000000000E+0 -8.900000000000E-1
1.850000000000E+0 -5.250000000000E-1
2.100000000000E+0 -1.200000000000E+0
2.100000000000E+0  BXSPlt      4 -8.900000000000E-1
1.850000000000E+0 -7.000000000000E-1
0.000000000000E+0 -3.400000000000E-1
2.700000000000E-1 -5.250000000000E-1
2.100000000000E+0  BXSPlt      4 -7.000000000000E-1
0.000000000000E+0 0.000000000000E+0
0.000000000000E+0 0.000000000000E+0
2.500000000000E-1 -3.400000000000E-1
2.700000000000E-1  BXSPlt      4 0.000000000000E+0
0.000000000000E+0 7.000000000000E-1
0.000000000000E+0 3.400000000000E-1
2.700000000000E-1 0.000000000000E+0
2.500000000000E-1  BXSPlt      4 3.400000000000E-1
2.700000000000E-1 7.000000000000E-1
0.000000000000E+0 8.900000000000E-1
1.850000000000E+0 5.250000000000E-1
2.100000000000E+0  BXSPlt      4 5.250000000000E-1
1.850000000000E+0 8.900000000000E-1
1.940000000000E+0 1.200000000000E+0
2.100000000000E+0  BXSPlt      4 -1.200000000000E+0
2.100000000000E+0 1.200000000000E+0
2.100000000000E+0 1.200000000000E+0
2.450000000000E+0 -1.200000000000E+0
2.450000000000E+0

```

```

MaterialName "Unknown material - Modified"
Modulus      3.641600000000E+4
Poisson      2.000000000000E-1
UsePoisson   TRUE
Area         2.313100000000E+0
MomentI11    1.6132000850000E+0
MomentI22    1.07104685166700E+0
MomentJ      6.4940068280000E-2
ShearArea1   1.30481916598000E+0
ShearArea2   1.30016406152500E+0
SectionType  User
NonLinType   Elasticplastic
Hardening    Isotropic
BXSName      "Sez_transizione_fase3"
BXSAlign     0.000000000000E+0
1.45140849941637E+0 0.000000000000E+0
  BXSvtx      1 0.000000000000E+0
0.000000000000E+0  BXSvtx      1 7.000000000000E-1
0.000000000000E+0  BXSvtx      1 8.900000000000E-1
1.850000000000E+0  BXSvtx      1 1.200000000000E+0
1.940000000000E+0  BXSvtx      1 1.200000000000E+0
2.100000000000E+0  BXSvtx      1 1.200000000000E+0
2.100000000000E+0  BXSvtx      1 -1.200000000000E+0
2.100000000000E+0  BXSvtx      1 -1.200000000000E+0
1.940000000000E+0  BXSvtx      1 -8.900000000000E-1
1.850000000000E+0  BXSvtx      1 -7.000000000000E-1
0.000000000000E+0  BXSvtx      1 0.000000000000E+0
0.000000000000E+0  BXSvtx      2 -1.200000000000E+0
2.450000000000E+0  BXSvtx      2 1.200000000000E+0
2.450000000000E+0  BXSvtx      2 1.200000000000E+0
2.100000000000E+0  BXSvtx      2 6.500000000000E-1
2.100000000000E+0  BXSvtx      2 4.600000000000E-1
2.700000000000E-1  BXSvtx      2 0.000000000000E+0
2.500000000000E-1  BXSvtx      2 -4.600000000000E-1
2.700000000000E-1  BXSvtx      2 -6.500000000000E-1
2.100000000000E+0  BXSvtx      2 -1.200000000000E+0
2.100000000000E+0  BXSvtx      2 -1.200000000000E+0
2.450000000000E+0  BXSPlt      4 -1.200000000000E+0
1.940000000000E+0 -8.900000000000E-1
1.850000000000E+0 -6.500000000000E-1
2.100000000000E+0 -1.200000000000E+0
2.100000000000E+0  BXSPlt      4 -8.900000000000E-1
1.850000000000E+0 -7.000000000000E-1
0.000000000000E+0 -4.600000000000E-1
2.700000000000E-1 -6.500000000000E-1
2.100000000000E+0  BXSPlt      4 -7.000000000000E-1
0.000000000000E+0 0.000000000000E+0
0.000000000000E+0 0.000000000000E+0
2.500000000000E-1 -4.600000000000E-1
2.700000000000E-1  BXSPlt      4 0.000000000000E+0
0.000000000000E+0 7.000000000000E-1
0.000000000000E+0 4.600000000000E-1
2.700000000000E-1 0.000000000000E+0
2.500000000000E-1  BXSPlt      4 4.600000000000E-1
2.700000000000E-1 7.000000000000E-1
0.000000000000E+0 8.900000000000E-1
1.850000000000E+0 6.500000000000E-1
2.100000000000E+0  BXSPlt      4 6.500000000000E-1
2.100000000000E+0 8.900000000000E-1
1.850000000000E+0 1.200000000000E+0
1.940000000000E+0 1.200000000000E+0
2.100000000000E+0  BXSPlt      4 -1.200000000000E+0
2.100000000000E+0 1.200000000000E+0

```

