




MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	1

INDICE

1.. PREMESSA	3
2.. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2.1 Descrizione delle pile in esame	9
3.. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	10
3.1 Normativa di riferimento	10
3.2 Normativa tecnica nazionale	10
3.3 Manuali ITF	11
3.4 Bibliografia e altri riferimenti	11
4.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	12
4.1 Calcestruzzo	12
4.2 Acciaio	13
4.3 Durabilità	14
5.. APPROCCIO DI CALCOLO.....	18
5.1 Caratteristiche delle opere.....	18
5.2 Criteri generali di verifica	18
5.3 Software di calcolo	26
5.4 Validazione programmi di calcolo	28
6.. ANALISI DEI CARICHI	29
6.1 Azioni permanenti strutturali (G_1).....	29
6.2 Azioni permanenti non strutturali (G_2).....	30
6.3 Ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)	33
6.4 Azioni variabili verticali (Q)	34
6.5 Azioni Eccezionali (A).....	46
6.6 Azioni variabili orizzontali (Q)	52
6.7 Azione del vento (Q_6)	69
6.8 Azione sismica (e).....	75
6.9 Variazioni termiche (Q_7)	87
6.10 Attrito (Q_8)	87
6.11 Azione Idrodinamica (Q_9)	88
6.12 Scarichi agli appoggi	90
7.. COMBINAZIONI DI CARICO	94
7.1 Combinazioni di carico adottate.....	95

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	2

8.. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	97
8.1 Elementi in cemento armato.....	97
9.. MODELLO DI CALCOLO	103
9.1 Analisi statica	103
9.2 Analisi sismica.....	103
10. ANALISI PILA H=9.5 M – IDRODINAMICA.....	105
10.1 Modello di calcolo.....	105
10.2 Azioni impalcati	108
10.3 Sollecitazioni elevazione	115
10.4 Sollecitazioni in fondazione	122
10.5 Verifiche elevazione	134
10.6 Verifiche pulvino a sbalzo.....	149
11. VERIFICHE LOCALI.....	164
11.1 Baggioli	164
11.2 Deformabilita' pila.....	166
11.3 Ritegni.....	169
12. RIEPILOGO INCIDENZE C.A.	170
13. APPOGGI E GIUNTI.....	171
13.1 Appoggi.....	171
13.2 Escursione dei giunti	171

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTI</p> 	<p>LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>										
<p>VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55</p>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	3

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 m.

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.

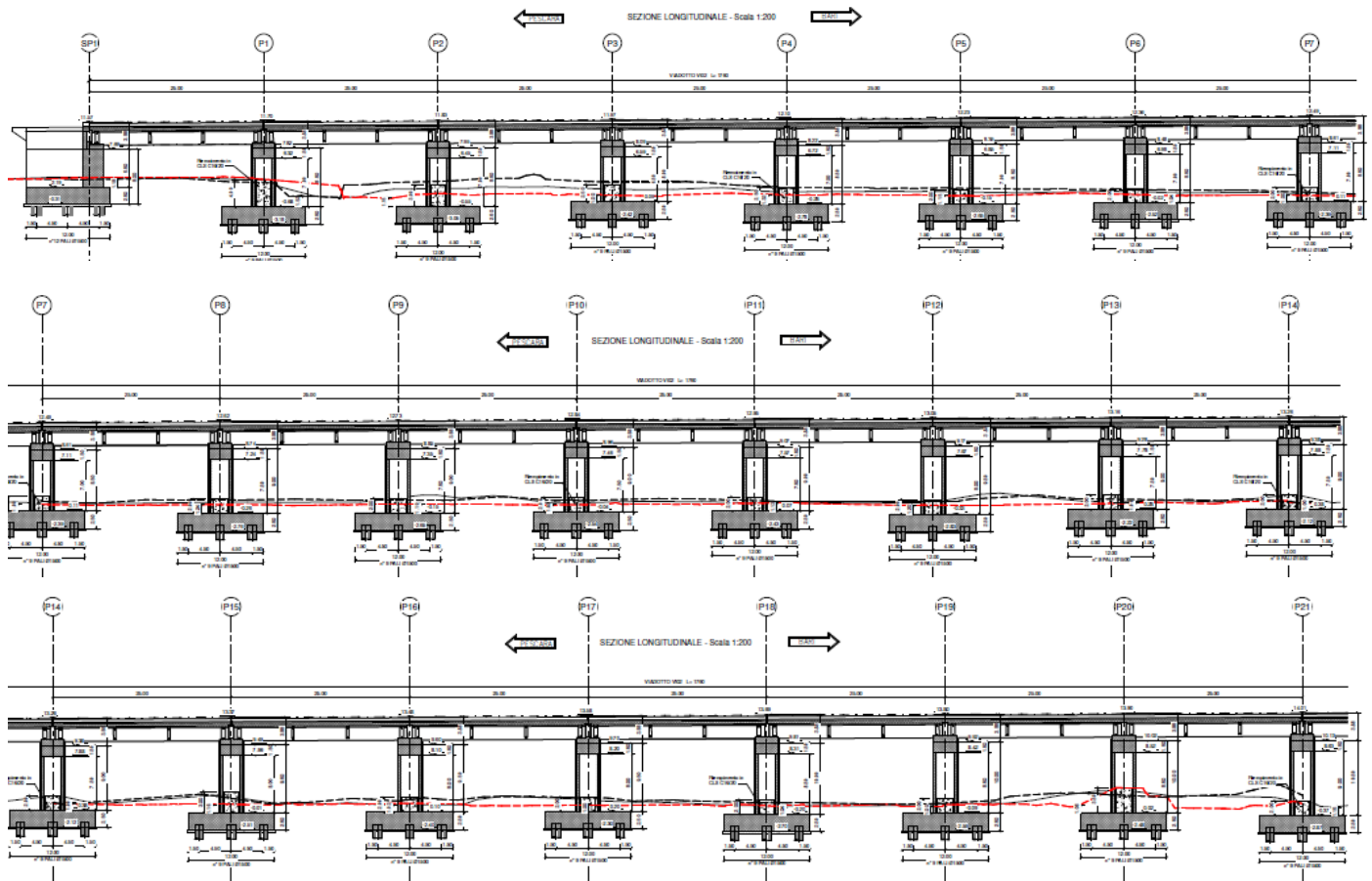
**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	4

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

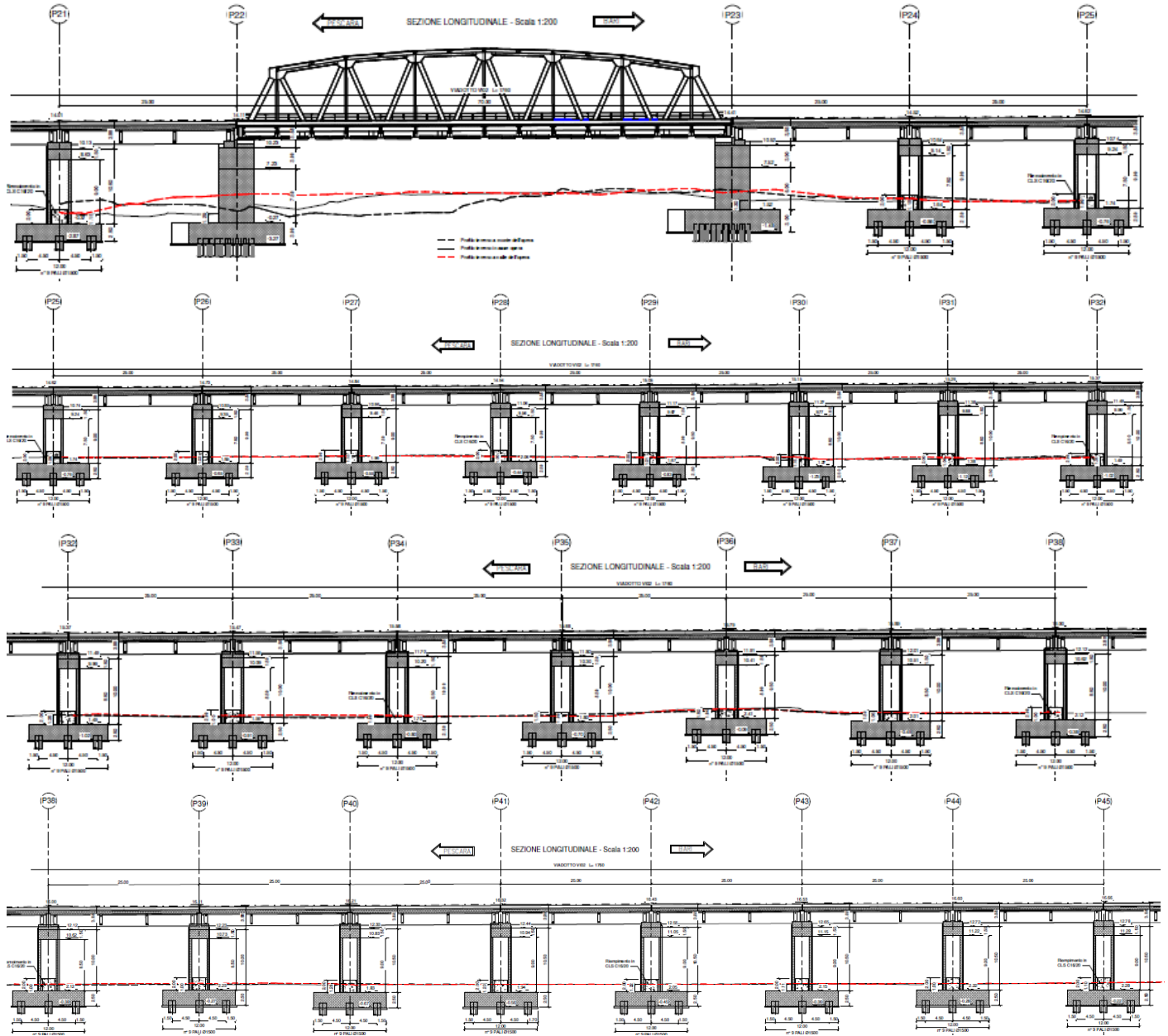
La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche della pila che sostiene le campate asimmetriche di cui una in c.a.p. da 25 m ed un'altra in acciaio da 70 m del viadotto ferroviario denominato VI02, previsto tra le progressive chilometriche 3+388,59 a km 5+148,59.

Il viadotto, avente lunghezza complessiva pari a circa 1760 m, è a doppio binario di cui le campate 22, 56 e 57 sono di luce pari a 70 m in acciaio a vie inferiori e le restanti campate (numero 62) sono in semplice appoggio da 25 m costituite da quattro travi a cassoncino in c.a.p. preteso. La piattaforma ha una larghezza totale di 13.70 m ed ospita due binari posti ad interasse di 4.0 m.



**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	5



**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	6

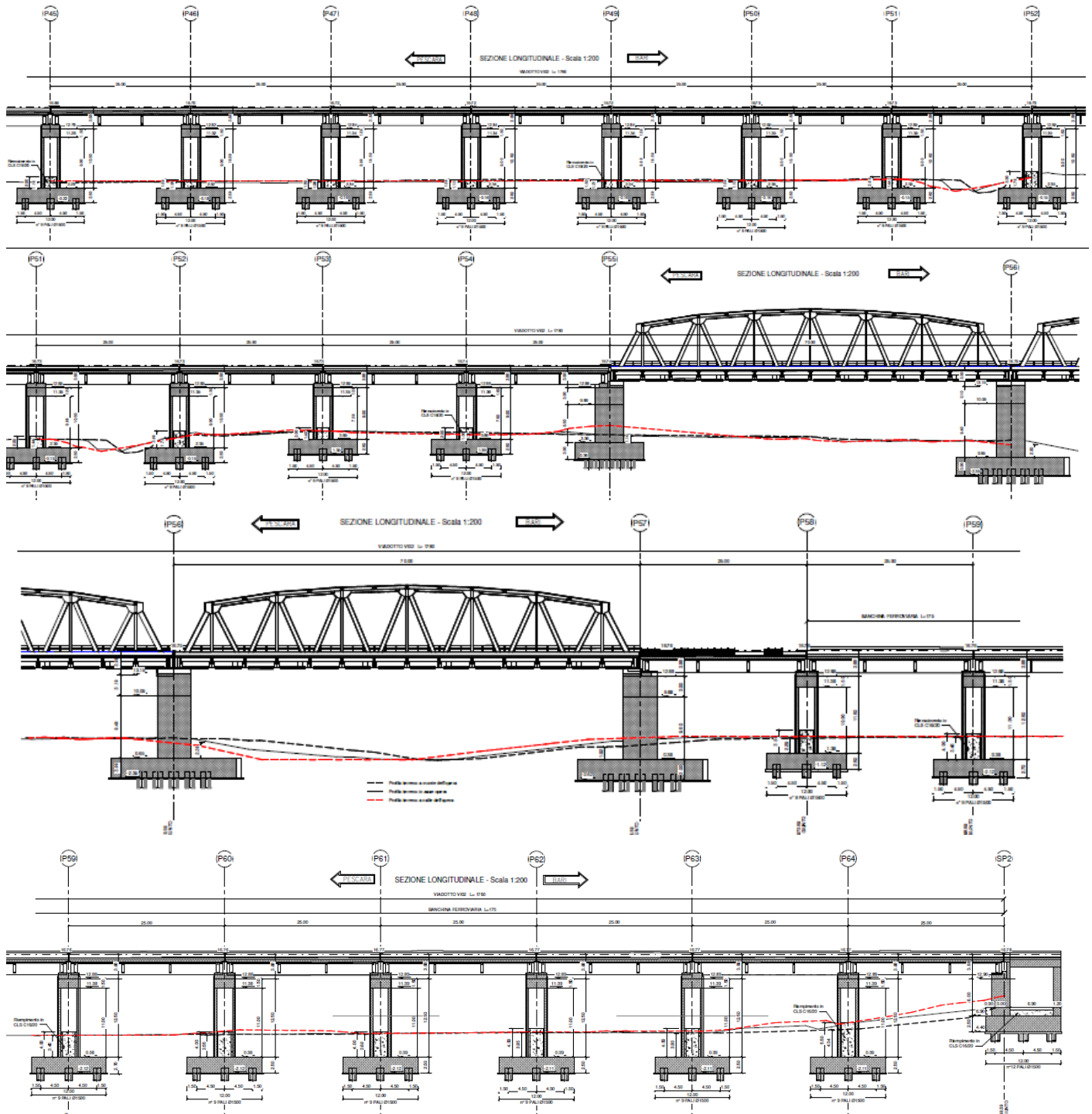


Figura 1 – Profilo longitudinale VI02

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	7

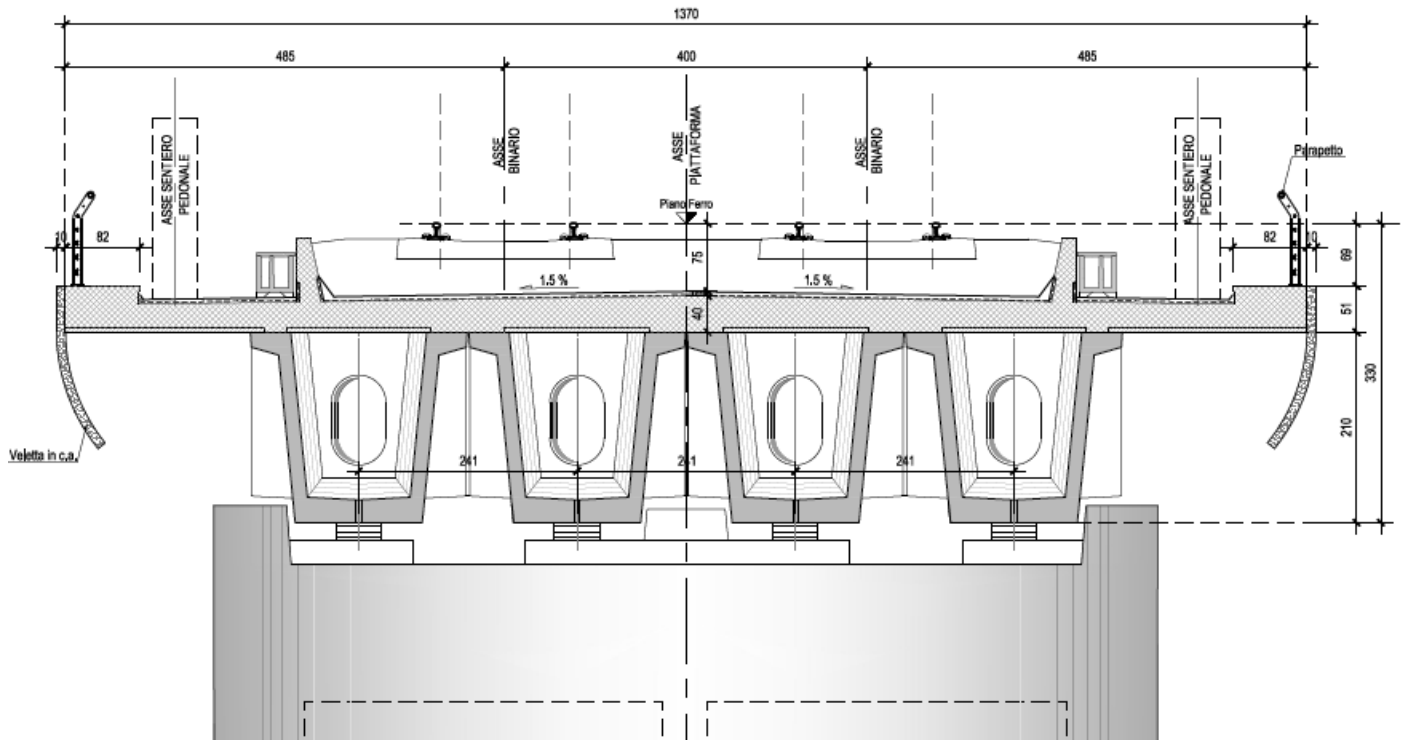


Figura 2 – Sezione trasversale impalcato in c.a.p. da 25 m

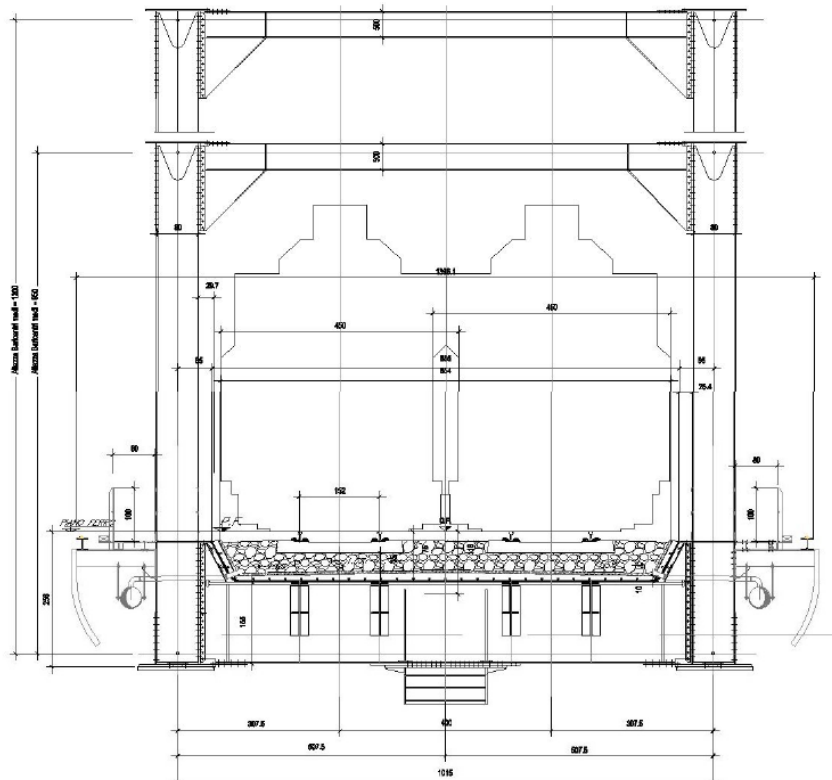


Figura 3 – Sezione trasversale impalcato in acciaio da L=70m

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	8

Oggetto del presente documento le analisi e le verifiche della pila P55, di transizione tra impalcato in cap da 25 m ed impalcato in acciaio da 70 m.

WBS	PILE	Casi di calcolo	H _{calcolo}	IMPALCATI							SISMA	
				R _{min}	Lato sx	L	App.	Lato dx	L	App.	Zona Sismica	Cat. Di Sottosuolo
				[m]		[m]			[m]			
VI02	P01 ÷ P02	1	10	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P03	2	9	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P04 ÷ P10	3	9.5	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P11 ÷ P18	2	9	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P19	3	9.5	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P20 ÷ P21	1	10	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P22	Transiz.-1	11	5000	C.a.p.	25	Fisso	Reticolare.	70	Mobile	S1	D
	P23	Transiz.-2	9.5	2400	Reticolare	70	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P24 ÷ P28	3	9.5	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P29	1	10	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P30	4	11	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P31	5	13	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P32 ÷ P33	1	10	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P34 ÷ P35	4	11	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P36 ÷ P37	1	10	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P38 ÷ P51	4	11	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P52	1	10	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P53 ÷ P54	2	9	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P55	Transiz.-3	9.5	2400	C.a.p.	25	Fisso	Reticolare.	70	Mobile	S1	C
P56	8	13	2400	Reticolare.	70	Fisso	Reticolare	70	Mobile	S1	C	
P57	Transiz.-4	13	2400	C.a.p.	25	Fisso	Reticolare.	70	Mobile	S1	C	
P58 ÷ P64	6	13	2400	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	C	

Tabella 1 – Pila P55 del viadotto VI02

In particolare, si riportano le verifiche strutturali della pila P55.

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	9

2.1 DESCRIZIONE DELLE PILE IN ESAME

La pila in esame presenta un fusto a sezione circolare di diametro pari a 5.0 m. Per le fondazioni si prevedono fondazioni a “pozzo equivalente” su pali, costituiti da una corona esterna di 34 pali CSP (D=920 mm) e 14 pali interni trivellati classici di diametro D=1500 mm. Di seguito si riportano alcune immagini esplicative delle sottostrutture in esame. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

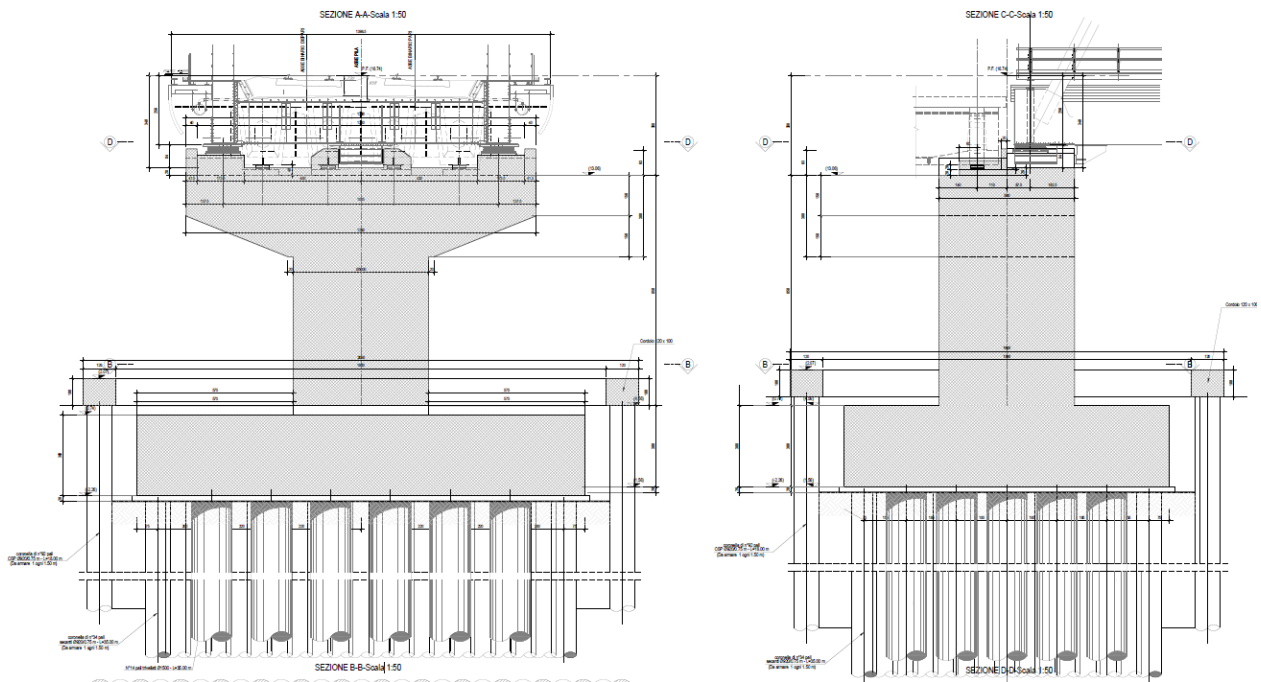


Figura 4 – Sezioni in direzione longitudinale e trasversale

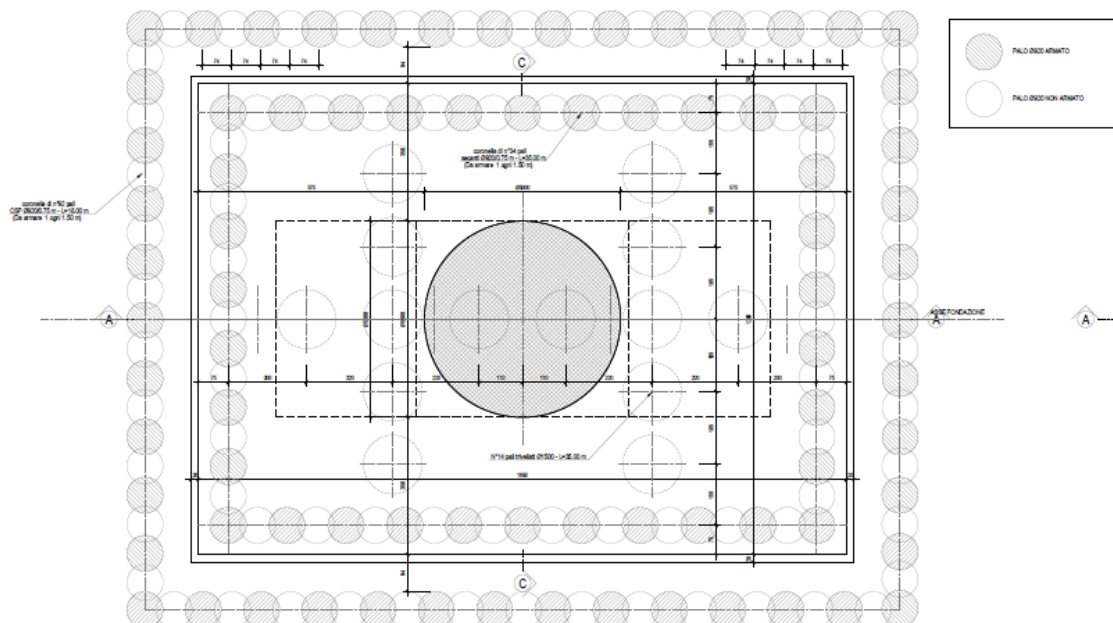



Figura 5 – Vista in pianta

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	10

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”;

3.2 NORMATIVA TECNICA NAZIONALE

[12] Legge 5 Novembre 1971 n°1086 – “Norme per la disciplina delle opere in calcestruzzo cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”;

[13] Legge 2 Febbraio 1974 n°64 - “Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	11

[14] D.M. 14/01/2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”;

[15] 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

[16] RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di progettazione delle opere Civili;

[17] RFI DTC SI SP IFS 001 C – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili;

[18] RFI DINIC MA PO 00 001 B - Manuale di progettazione Ponti

[19] RFI DTC ICI PO SP INF 001 A - Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari del 12/10/2009

[20] RFI DINIC MA PO 00 001 C - Prescrizioni tecniche per la progettazione esecutiva ponti Vol.1 e vol.2

[21] RFI DTC INC PO SP IFS 003 A - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari

[22] 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

[23] Lancellotta R. [1991] " Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.


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

[25] C. Cestelli Guidi - “Geotecnica e tecnica delle fondazioni” - Ulrico Hoepli Editore 1987

[26] R. Lancellotta – “Geotecnica” - Edizioni Zanichelli 1987

[27] Bowles J.E.: “Foundations Analysis and Design” 4th edition - McGraw-Hill – New York, 1988

[28] Bustamante M., Gianceselli L. [1982] - "Pile bearing capacity prediction by means of static penetrometer CPT" -.Pr. of the 2th European symposium on penetration testing, Amsterdam.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	12

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZO

4.1.1 Calcestruzzo per magrone sottofondi


Classe minima	C12/15
Classe di esposizione ambientale	XC0

4.1.2 Calcestruzzo pali e plinti di fondazione

Classe minima	C25/30
Classe di esposizione ambientale	XC2
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	$R_{ck} \geq 30$ MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 = 24.90$ MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.90$ MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 31447$ MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 2.56$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.79$ MPa
<u>Stato limite ultimo</u>	
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c = 1.5$
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{CC} = 0.85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{CC} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.11$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.19$ MPa
Valore ultimo della deformazione a compressione	$\epsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$
<u>Stato limite di esercizio</u>	
Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} = 13.70$ MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.	$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} = 9.96$ MPa

4.1.3 Calcestruzzo parti in elevazione pile e spalle

Classe minima	C32/40
Classe di esposizione ambientale	XC4-XS1
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	$R_{ck} \geq 40$ MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 = 33.20$ MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20$ MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643$ MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 3.10$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17$ MPa
<u>Stato limite ultimo</u>	
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c = 1.5$
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{CC} = 0.85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{CC} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 18.81$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.45$ MPa

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	13

Valore ultimo della deformazione a compressione

$$\varepsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$$

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara

$$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} = 18.26 \text{ MPa}$$

Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.

$$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} = 13.28 \text{ MPa}$$

4.1.4 Calcestruzzo per baglioli e ritegni

Classe minima

C32/40

Classe di esposizione ambientale

XC4 – XS1

Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg

$$R_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$$

Resistenza caratteristica a compressione cilindrica

$$f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 = 33.20 \text{ MPa}$$

Resistenza media a compressione cilindrica

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20 \text{ MPa}$$

Modulo elastico

$$E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643 \text{ MPa}$$

Valore medio di resistenza a trazione semplice

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 3.10 \text{ MPa}$$

Resistenza di calcolo a trazione semplice

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ MPa}$$

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

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 18.81 \text{ MPa}$$

Resistenza di calcolo a trazione semplice

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.45 \text{ MPa}$$

Valore ultimo della deformazione a compressione

$$\varepsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$$

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara

$$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} = 18.26 \text{ MPa}$$

Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.

$$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} = 13.28 \text{ MPa}$$

4.2 ACCIAIO

4.2.1 Acciaio d'armatura in barre per calcestruzzo armato

Tensione caratteristica di rottura a trazione

$$f_{tk} = \geq 540 \text{ MPa}$$

Tensione caratteristica di snervamento a trazione

$$f_{yk} = \geq 450 \text{ MPa}$$

Modulo elastico

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza

$$\gamma_s = 1.15$$

Resistenza di calcolo

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30 \text{ MPa}$$

Valore ultimo della deformazione a trazione

$$\varepsilon_{cu} = 10 \text{ ‰}$$

Stato limite di esercizio

Tensione max di trazione

$$\sigma_s = 0.75 \cdot f_{yk} = 337.50 \text{ MPa}$$

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	14

4.3 DURABILITÀ

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°7 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		Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo																
		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			XA2		XA3	
X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	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	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 12520 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 0 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 il 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 2 - 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	
			$C \geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$
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.



MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	15

Tabella 3 - Copriferrini minimi in mm (VN = 50 anni)

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 4 - Condizioni ambientali e classi di esposizione

NOME: FONDAZIONI	REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)	Rev. 00.1
CLASSE DI ESPOSIZIONE Corrosione da carbonatazione XC2 Ambiente prevalentemente acquoso o saturo d'acqua, raramente secco. Cls a contatto con acqua per lungo tempo. Cls di strutture di contenimento acqua. Cls di molte fondazioni.		
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)		Mix design di progetto:
	XC2	XC2
Rapporto max A/C	0,60	0,6
Classe di resistenza minima	C25/30	C25/30
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	300	300
Contenuto minimo di aria (%)	-	-
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-	-
Cemento resistente ai solfati	-	-
Cemento resistente all'acqua di mare	-	-
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) 10
- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		$C_{nom,min}$ (mm)
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)		$C_{min,b}$ (mm) 26
Tipo di acciaio Ordinario		
\varnothing (mm) 26	diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)	
D_{upper} (mm) 25	dimensione max aggregato	
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)		$C_{min,dur}$ (mm) 30
Ambiente Ordinario		
Vita nominale 75	valori tabella +5 mm	C C25/30 Classe di resistenza utilizzata
Controllo qualità speciale cls NO	valori tabella	C_0 C35/45
Elemento a piastra NO		C_{min} C25/30
NTC 2008	Condizioni ambientali Ordinarie	Gruppo di esigenza A Copriferro nominale C_{nom} (mm) 40

<p>MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small></p> <p>MANDANTI HYpro S.P.A.</p>	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>																						
<p>VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:</p> <p>Relazione di calcolo Pila P55</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC</th> <th colspan="3">OPERA 7 DISCIPLINA</th> <th>PROGR</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> <tr> <td>LI0B</td> <td>02</td> <td>E</td> <td>ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI</td> <td>02</td> <td>05</td> <td>005</td> <td>B</td> <td>16</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	16
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO													
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	16													

NOME: ELEVAZIONI	REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)	Rev. 00.1																								
<p>CLASSE DI ESPOSIZIONE</p> <p>Corrosione da carbonatazione XC4 Ambiente ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua. Clis in esterni con superfici soggette ad alternanze di ambiente secco ed acquoso o saturo d'acqua. Clis ciclicamente esposto all'acqua in condizioni che non ricadono nella classe XC2.</p>																										
<p>- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 30%; text-align: center;">XC4</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Rapporto max A/C</td> <td style="text-align: center;">0,50</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Classe di resistenza minima</td> <td style="text-align: center;">C32/40</td> <td style="text-align: right;">Mix design di progetto:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Contenuto minimo di cemento (kg/m³)</td> <td style="text-align: center;">340</td> <td style="text-align: center;">XC4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Contenuto minimo di aria (%)</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">0,5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">C32/40</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Cemento resistente ai solfati</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">340</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Cemento resistente all'acqua di mare</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table>			XC4		Rapporto max A/C	0,50		Classe di resistenza minima	C32/40	Mix design di progetto:	Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	340	XC4	Contenuto minimo di aria (%)	-	0,5	Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-	C32/40	Cemento resistente ai solfati	-	340	Cemento resistente all'acqua di mare	-	-	
	XC4																									
Rapporto max A/C	0,50																									
Classe di resistenza minima	C32/40	Mix design di progetto:																								
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	340	XC4																								
Contenuto minimo di aria (%)	-	0,5																								
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-	C32/40																								
Cemento resistente ai solfati	-	340																								
Cemento resistente all'acqua di mare	-	-																								
<p>COPRIFERRO NOMINALE</p> <p>$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$ (Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1)</p> <p>$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ (Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)</p>																										
<p>- Margine di scostamento Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)</p> <p>- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)</p> <p>- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)</p> <p style="margin-left: 20px;">Tipo di acciaio Ordinario</p> <p style="margin-left: 40px;">\varnothing (mm) 26 diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)</p> <p style="margin-left: 40px;">D_{upper} (mm) 25 dimensione max aggregato</p>		<p>Δc_{dev} (mm) 10</p> <p>$c_{nom,min}$ (mm)</p> <p>$c_{min,b}$ (mm) 26</p>																								
<p>- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)</p> <p style="margin-left: 20px;">Ambiente Aggressivo</p> <p style="margin-left: 40px;">Vita nominale 75 valori tabella +5 mm C C32/40 Classe di resistenza utilizzata</p> <p style="margin-left: 40px;">Controllo qualità speciale clis NO valori tabella C_0 C40/50</p> <p style="margin-left: 40px;">Elemento a piastra NO C_{min} C30/37</p>		<p>$c_{min,dur}$ (mm) 40</p>																								
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive	Gruppo di esigenza B	Copriferro nominale c_{nom} (mm) 50																							



LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	17

NOME: BAGGIOLI E RITEGNI		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 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)						Mix design di progetto:
		XC4		XS1		XC4+XS1
Rapporto max A/C		0,50		0,50		0,5
Classe di resistenza minima		C32/40		C32/40		C32/40
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)		340		340		340
Contenuto minimo di aria (%)		-		-		-
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) 10
- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)						$c_{nom,min}$ (mm)
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)						$c_{min,b}$ (mm) 26
Tipo di acciaio Ordinario						
\varnothing (mm) 26		diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)				
D_{upper} (mm) 25		dimensione max aggregato				
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)						$c_{min,dur}$ (mm) 30
Ambiente Aggressivo						
Vita nominale 75		valori tabella +5 mm		C	C32/40	Classe di resistenza utilizzata
Controllo qualità speciale cls SI		valori tabella -5 mm		C_0	C40/50	
Elemento a piastra SI				C_{min}	C30/37	
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive		Gruppo di esigenza B		Copriferro nominale c_{nom} (mm) 40	

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	18

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:

$Y_{G1} \cdot G_1 + Y_{G2} \cdot G_2 + Y_P \cdot P + Y_{Q1} \cdot Q_{k1} + Y_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + Y_{Q3} \cdot \sum_{j=3}^n \Psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	19

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)

5.2.2 Stati limite ultimi

Per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione:

$$R_d \geq E_d \quad (\text{Eq. 2.2.1})$$

$E_d = E(F_d ; X_d ; a_d)$ valore di progetto della domanda, funzione dei valori di progetto delle azioni (F_d) e dei valori nominali delle grandezze geometriche della struttura interessate (a_d)

$R_d = R(F_d ; X_d ; a_d)$ capacità di progetto in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura, funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono (X_d) e dei valori nominali delle grandezze geometriche interessate (a_d)

$F_d = \gamma_F \cdot F_k$ azioni di progetto

$X_d = X_k / \gamma_M$ proprietà del materiale di progetto

a_d parametri geometrici di progetto

γ_M 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.

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	20

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

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


MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	21

Tabella 6 - 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
	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 7 - Coefficienti di contemporaneità delle azioni nelle verifiche SLU (NTC 2018) – Ponti ferroviari

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	22

5.2.4 Strutture geotecniche

Per la progettazione di elementi strutturali che coinvolgano azioni di tipo geotecnico (plinti, platee, pali, muri di sostegno, ...) le verifiche strutturali (SLU STR) e geotecniche (SLU GEO) si eseguono adottando due possibili approcci progettuali, fra loro alternativi.

Approccio 1

Le verifiche si conducono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali per le azioni (γ_F), la resistenza dei materiali (γ_M) e eventualmente la resistenza globale del sistema (γ_R).

In tale approccio nelle rispettive tabelle di combinazione si impiegano i coefficienti della colonna A1 per una *Combinazione 1* e i coefficienti della colonna A2 per una *Combinazione 2*.

In tutti i casi, sia nei confronti del dimensionamento strutturale che per quello geotecnico si deve utilizzare la combinazione più gravosa fra le due precedenti.

Approccio 2

Le verifiche si conducono con un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali per le Azioni (γ_F), per la resistenza dei materiali (γ_M) e eventualmente per la resistenza globale (γ_R).

In tale approccio nelle rispettive tabelle di combinazione si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1.

Per ogni stato limite per perdita di equilibrio (SLU EQU), come definito al §2.6.1, impiegando come fattori parziali per le azioni i valori γ_F riportati nella colonna EQU della tabella 6.2.1, deve essere rispettata la condizione:

$$E_{inst,d} \leq E_{stb,d}$$

$E_{inst,d}$ valore di progetto dell'azione instabilizzante

$E_{stb,d}$ valore di progetto dell'azione stabilizzante

Per ogni stato limite ultimo che preveda il raggiungimento della resistenza di un elemento strutturale (SLU STR) o del terreno (SLU GEO), come definiti al §2.6.1, impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3), deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

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

$$E_d = \gamma_E * E(F_k ; X_k / \gamma_M ; a_d)$$

$$R_d = 1 / \gamma_R * R(\gamma_F * F_k ; X_k / \gamma_M ; a_d)$$

$$F_d = \gamma_F * F_k$$

$$X_d = X_k / \gamma_M$$

$$a_d$$

$$\gamma_E$$

$$\gamma_M$$

$$\gamma_R$$

valore di progetto dell'azione

valore di progetto dell'effetto dell'azione

valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

azioni di progetto



parametri geotecnici di progetto

parametri geometrici di progetto

coefficiente parziale di sicurezza sugli effetti delle azioni

coefficiente parziale di sicurezza del materiale

coefficiente parziale di sicurezza globale sulle resistenze

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	23

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_E (o $\gamma_{E'}$)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1} .

Tabella 8 - Coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche SLU (NTC 2008) – Strutture geotecniche

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	γ_φ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_r	γ_r	1,0	1,0

Tabella 9 - Coefficienti parziali per le resistenze nelle verifiche SLU (NTC 2008) – Strutture geotecniche

5.2.5 Stati limite di esercizio

Come riportato al §6.2.4.3 e §5.1.4.2 del [14], 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:

$$C_d \geq E_d \quad (\text{Eq. 2.2.2})$$


$E_d = E(F_d; X_d; a_d)$ valore di progetto dell'effetto delle azioni
 $C_d = C(F_d; X_d; a_d)$ valore limite di progetto associato a ciascun aspetto di funzionalità esaminato

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.

5.2.6 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.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	24

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 rigidezza 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 rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza 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.

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 2018.

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	25

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

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								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	26

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	27

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.
 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								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	28

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	29

6. ANALISI DEI CARICHI

6.1 AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI (G₁)

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	-	-	-

Per gli elementi in c.a. si considera un peso specifico $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$, per gli elementi in acciaio $\gamma_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$.

6.1.1 Impalcato in c.a.p. di luce L=25 m

Le azioni permanenti strutturali comprendono il peso proprio delle travi e il peso proprio della soletta.

Per il peso proprio delle travi di lunghezza 24.30 m, si considera un valore pari a 35 kN/m.

Per il peso proprio della soletta, si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 25 m. Per valutare gli scarichi agli appoggi delle singole campate, si fa riferimento al modello locale usato per l'analisi trasversale della soletta, vedi relazione di calcolo dell'impalcato in c.a.p. di luce L=25 m, di cui in seguito si riporta un riepilogo degli scarichi e le reazioni totali sui singoli appoggi.


Nome	R ₁ [kN/m]	R ₂ [kN/m]	R ₃ [kN/m]	R ₄ [kN/m]
PP travi	35	35	35	35
PP soletta	52	4	4	52

Reazioni totali appoggio	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]
PP (cat. G ₁)	1075	475	475	1075

6.1.2 Impalcato in acciaio di luce L=70 m

Le azioni permanenti strutturali comprendono il peso proprio della carpenteria metallica travi, traversi, longherine, ecc.. di 780 ton (desunte dal modello numerico dell'impalcato, di lunghezza effettiva 69.50 m) e il peso proprio della soletta in calcestruzzo comprensivo di piastra portaballast in acciaio.

Per il peso proprio della soletta, si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 70 m. Per valutare gli scarichi agli appoggi delle singole campate, si fa riferimento al modello locale usato per l'analisi dei carichi di impalcato, vedi relazione di calcolo dell'impalcato in acciaio di luce L=70 m, di cui in seguito si riporta un riepilogo dei pesi per metro di impalcato, totale di impalcato e le reazioni totali sui singoli appoggi.

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	30

Nome	Tratto centrale [kN/m]	Tratto inclinato [kN/m]	Totale [kN/m]	Totale [kN]
PP acciaio			110.1	7652
PP soletta (cls+acciaio)	43.9	8.7	52.6	3682

Reazioni totali appoggio	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]
PP (cat. G ₁)	2848	2848

6.2 AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G₂)

Nome	γ _G (Fav / Sfav)	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
PP (ponti ferroviari)	1.00 / 1.50	-	-	-

6.2.1 Impalcato in c.a.p. di luce L=25 m

Per le valutazioni sul calcolo degli scarichi agli appoggi delle singole campate si fa riferimento all'analisi dei carichi impalcato, che sono ricavate del modello locale usato per l'analisi della soletta, riportate sulla relazione di calcolo dell'impalcato in c.a.p. di luce L=25 m.

Si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 25 m. Per valutare gli scarichi agli appoggi delle singole campate, si fa riferimento al modello locale usato per l'analisi trasversale della soletta, vedi relazione di calcolo dell'impalcato in c.a.p. di luce L=25 m, di cui in seguito si riporta un riepilogo degli scarichi e le reazioni totali sui singoli appoggi.



6.2.1.9 Ballast (G_{2,1})

Nome	R ₁ [kN/m]	R ₂ [kN/m]	R ₃ [kN/m]	R ₄ [kN/m]
Ballast	26	40	40	26

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]
PP (cat. G _{2,1})	325	500	500	325

6.2.1.10 Velette (G_{2,2})

Nome	R ₁ [kN/m]	R ₂ [kN/m]	R ₃ [kN/m]	R ₄ [kN/m]
Velette	18	-11	-11	18

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	31

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]
PP (cat. G _{2,1})	225	-138	-138	225

6.2.1.11 Arredi (G_{2,3})

Nome	R ₁ [kN/m]	R ₂ [kN/m]	R ₃ [kN/m]	R ₄ [kN/m]
Arredi	34	-18	-18	34

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]
PP (cat. G _{2,1})	425	-225	-225	425

6.2.1.12 Barriere antirumore (G_{2,4})

Nome	R ₁ [kN/m]	R ₂ [kN/m]	R ₃ [kN/m]	R ₄ [kN/m]
Barriere	46	-26	-26	46

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]
PP (cat. G _{2,1})	575	-325	-325	575

6.2.2 Impalcato in acciaio di luce L=70 m

Per valutare gli scarichi agli appoggi delle singole campate, si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 70 m. Per valutare gli scarichi agli appoggi delle singole campate, si fa riferimento al modello locale usato per l'analisi dei carichi di impalcato, vedi relazione di calcolo dell'impalcato in acciaio di luce L=70 m, di cui in seguito si riporta un riepilogo dei pesi per metro di impalcato, totale di impalcato e le reazioni totali sui singoli appoggi.

6.2.2.9 Ballast (G_{2,1})

Nome	Tratto centrale [kN/m]	Tratto inclinato [kN/m]	Totale [kN/m]	Totale [kN]
Ballast	128.0	7.2	135.2	9464

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	32

Reazioni totali appoggio	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]
PP (cat. G _{2,1})	2366	2366

6.2.2.10 Velette (G_{2,2})

Nome	Totale [kN/m]	Totale [kN]
Velette	6.0	420

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]
PERM (cat. G _{2,1})	105	105

6.2.2.11 Arredi (G_{2,3})

Nome	Totale [kN/m]	Totale [kN]
Arredi	12.0	840

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]
PERM (cat. G _{2,1})	210	210

6.2.2.12 Barriere antirumore (G_{2,4})

Nome	Totale [kN/m]	Totale [kN]
Barriere	32.0	2240

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]
PERM (cat. G _{2,1})	560	560

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								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	33

6.3 RITIRO DEL CALCESTRUZZO (E₂)

Nome	Tipo	γ_{E2} (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.

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

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, pertanto tale azione non viene trattata direttamente per il calcolo delle sottostrutture in oggetto.

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	34

6.4 AZIONI VARIABILI VERTICALI (Q)

6.4.1 Azioni da traffico ferroviario (Q₁)

Nome	Tipo	Y _q (Fav / Sfav)		ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
AZIONI VERTICALI da traffico ferroviario	Variabili	EQU 0.00 / 1.45	Singole	0.80	0.50	0.00
		(A1) 0.00 / 1.45	gr.1	0.80	0.80	0.00
		(A2) 0.00 / 1.25	gr.2	-	-	-
			gr.3	0.80	0.80	0.00
			gr.4	1.00	1.00	0.00

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.).

Per i requisiti S.T.I. imposti sulla tratta ferroviaria in progetto, per le categorie di traffico passeggeri P2/P4 il coefficiente $\alpha = 1.0$ e per le categorie merci F1 il coefficiente $\alpha = 1.0$.

Nei dimensionamenti per le opere in oggetto, rimanendo a favore di sicurezza, si considerano i coefficienti imposti dalle NTC2008, superiori o uguali a quelli S.T.I., come descritto nei paragrafi successivi per i singoli modelli di carico.

Tabella 11

Fattore alfa (α) per la progettazione di strutture nuove

Tipo di traffico	Valore minimo del fattore alfa (α)
P1, P2, P3, P4	1,0
P5	0,91
P6	0,83
P1520	Punto in sospeso
P1600	1,1
F1, F2, F3	1,0
F4	0,91
F1520	Punto in sospeso
F1600	1,1

Figura 6 – Specifiche Tecniche di Interoperabilità (S.T.I.) - Requisiti carichi da traffico ferroviario

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	35

6.4.1.1 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.

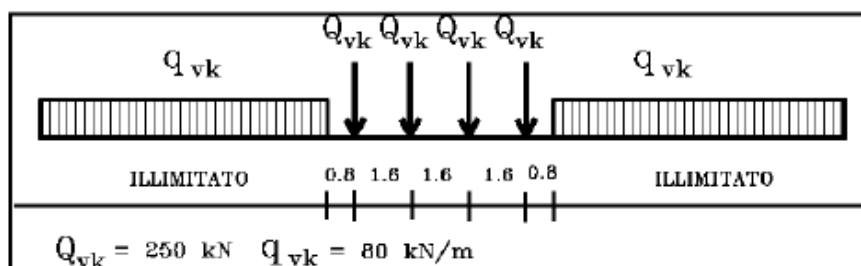


Fig. 5.2.1 - Modello di carico LM71

Figura 7 – 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 $s/18=80$ mm. Per la progettazione di ferrovie ordinarie il valore del coefficiente di adattamento è $\alpha=1.1$.

6.4.1.2 Modello di carico SW

Per tale modello di carico, sono considerate due distinte configurazioni, il modello di carico SW/0 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale per travi continue (utilizzato solo per travi continue qualora più sfavorevole dell'LM71), il modello di carico SW/2 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante.

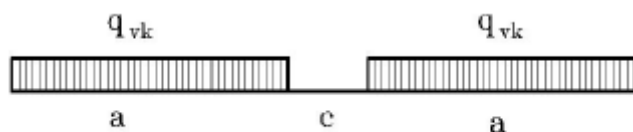


Fig. 5.2.2 -Modelli di carico SW

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 8 – Schema treno di carico SW

Il valore del coefficiente di adattamento da adottarsi nella progettazione delle ferrovie ordinarie è pari, rispettivamente, a $\alpha=1.1$ per il modello di carico SW/0 ed a $\alpha=1.0$ per il modello di carico SW/2.

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	36

6.4.1.3 Effetti dinamici

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 §5.2.2.2.3 D.M. 14/01/2008. Come riportato in § 2.5.1.4.2.5.2 del MdP, si adotta il coefficiente dinamico $\Phi_3=1.00$ poiché si sta studiando il comportamento di una pila con le seguenti caratteristiche:

$I=31.25 \text{ m}^4$	Inerzia longitudinale elevazione pila
$A=19.63 \text{ m}^2$	Area sezione elevazione pila
$H=9.50 \text{ m}$	Altezza massima pile
$\lambda=H*\sqrt{A/I}=7.5 \leq 30$	Snellezza pila

- per le usuali tipologie di ponti, ove la velocità di percorrenza sia superiore a 200 km/h e quando la frequenza propria della struttura non ricade all'interno del fuso indicato nella figura seguente, e comunque per le tipologie non convenzionali (ponti strallati, ponti sospesi, ponti di grande luce, ponti metallici difforni dalle tipologie in uso in ambito ferroviario, ecc.) dovrà effettuarsi una analisi dinamica adottando convogli "reali" e parametri di controllo specifici dell'infrastruttura e del tipo di traffico ivi previsto, per ulteriori dettagli fare riferimento alle valutazioni contenute nella relazione di calcolo degli impalcati presenti sulla sottostruttura in oggetto.

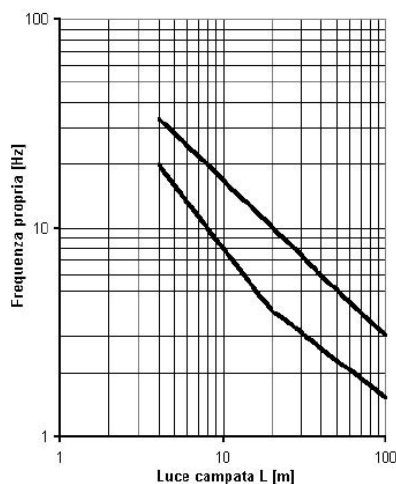


Fig. 5.2.7 - Limiti delle frequenze proprie n_o in Hz in funzione della luce della campata

6.4.1.4 Calcolo per campata $L=25 \text{ m}$

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dalle azioni da traffico, nelle varie combinazioni di carico accidentale ferroviario associate, vengono valutati nella condizione di massimo taglio all'appoggio mediante dei carichi equivalenti taglianti, come di seguiti riportato.

VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	37

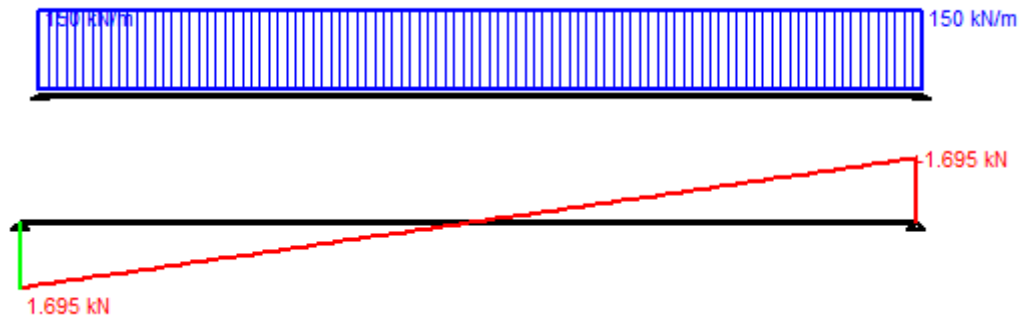


Diagram of a beam AB of length L. A trapezoidal load is applied with intensity q1 over distance d1 and q2 over distance d2.

Vincoli

- App. - App.
- Inc. - Inc.
- Inc. - App.
- Mensola
- Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI

N°	q1	q2	d1	d2
1	150	150	0	22,6

Luce m J cm⁴

E MPa Distanze parziali

Risultati

Reazioni vincolari				
MA	kNm	<input type="text" value="0"/>	MB	<input type="text" value="0"/>
RA	kN	<input type="text" value="1.695"/>	RB	<input type="text" value="1.695"/>

Φ _A	[rad]	<input type="text" value="0,001489"/>	Φ _B	<input type="text" value="0,001489"/>
max M+		<input type="text" value="9,577"/>	x max M+	<input type="text" value="11,3"/>
max M-		<input type="text" value="0"/>	x max M-	<input type="text" value="0"/>
f max	m	<input type="text" value="0,01051"/>	x f max	<input type="text" value="11,3"/>

N° Carichi CONCENTRATI

N° Coppie CONCENTRATE

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1.695"/>	<input type="text" value="0"/>

N° sezioni di calcolo

Diagrammi

Figura 9 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

$$V_{\max} = 1695 \text{ kN}$$

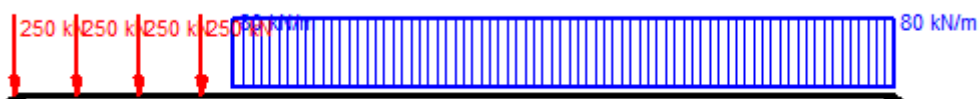
$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 1695 / (22.60/2) = 150.0 \text{ kN}$$

$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.00 \cdot 1.00 \cdot 150.0 \cdot 22.60/2 = 1695.0 \text{ kN}$$

(Q1_SW/2 B1)

Carico equivalente tagliante

Azione verticale applicata con e=+2.00 m



MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05		PROGR 005

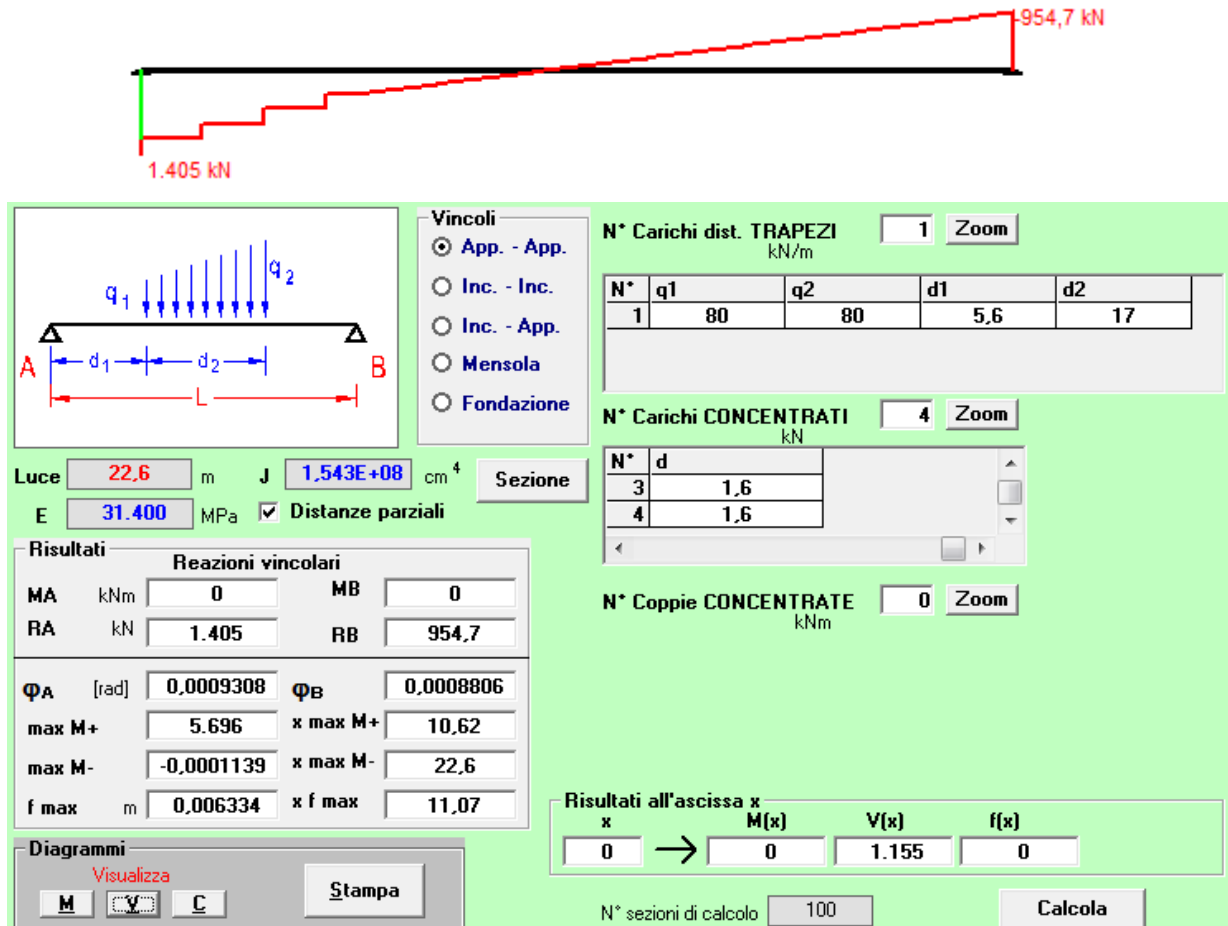


Figura 10 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico LM71

$V_{max} = 1405 \text{ kN}$ (Q1_LM71 B1)
 $q'_v = V_{max} / (L/2) = 1405 / (22.60/2) = 124.3 \text{ kN}$ Carico equivalente tagliante
 $Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.00 \cdot 1.10 \cdot 124.3 \cdot 22.60/2 = 1545.1 \text{ kN}$ Azione verticale applicata con e=+2.08 m

$V_{max} = 1405 \text{ kN}$ (Q1_LM71 B2)
 $q'_v = V_{max} / (L/2) = 1405 / (22.60/2) = 124.3 \text{ kN}$ Carico equivalente tagliante
 $Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.00 \cdot 1.10 \cdot 124.3 \cdot 22.60/2 = 1545.1 \text{ kN}$ Azione verticale applicata con e=-2.08 m

Le precedenti azioni vengono rigidamente distribuite alla Courbon calcolando in prossimità degli appoggi trave le reazioni verticali di equilibrio.

VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	41

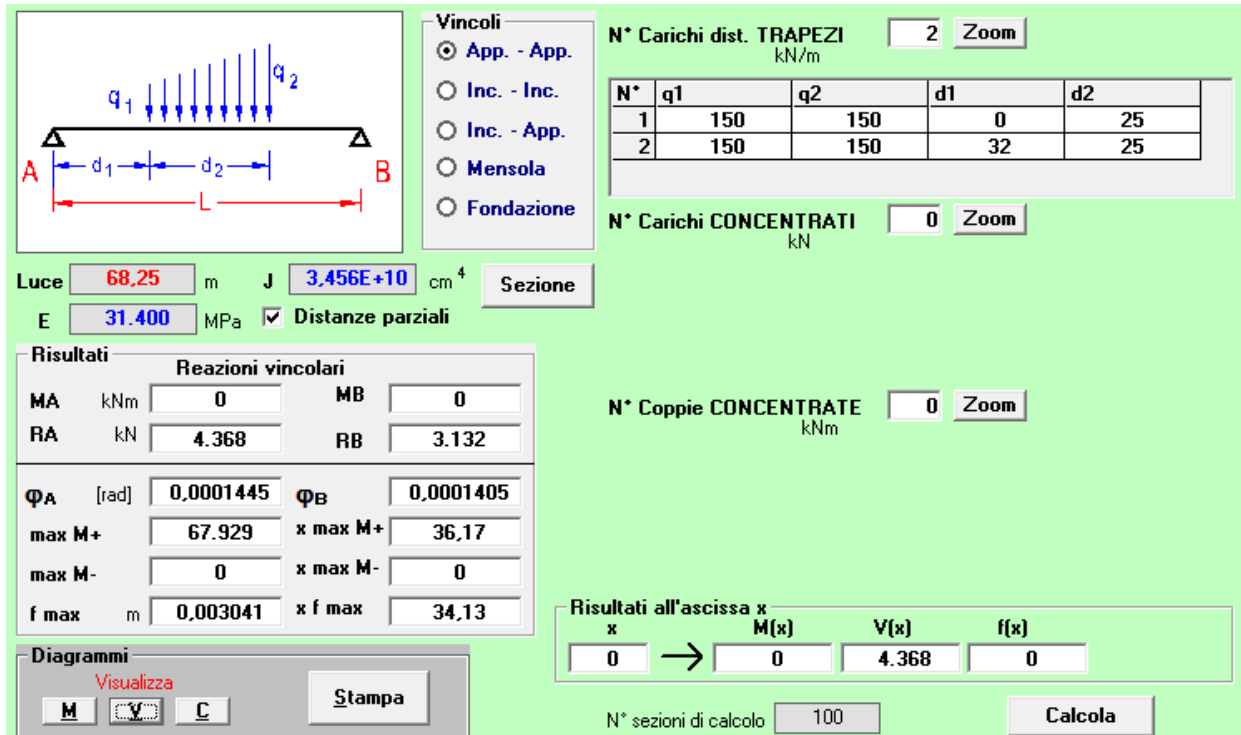


Figura 11 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

$$V_{\max} = 4368 \text{ kN}$$

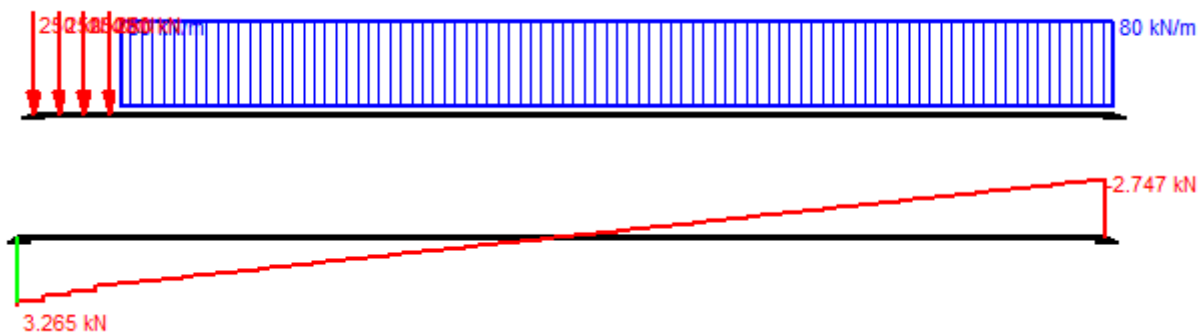
$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 4368 / (68.25/2) = 128.0 \text{ kN}$$

$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.000 \cdot 1.00 \cdot 128.0 \cdot 68.25/2 = 4368.1 \text{ kN}$$

(Q1_SW/2 B1)

Carico equivalente tagliante

Azione verticale applicata con e=+2.00 m



MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05	PROGR 005	REV B

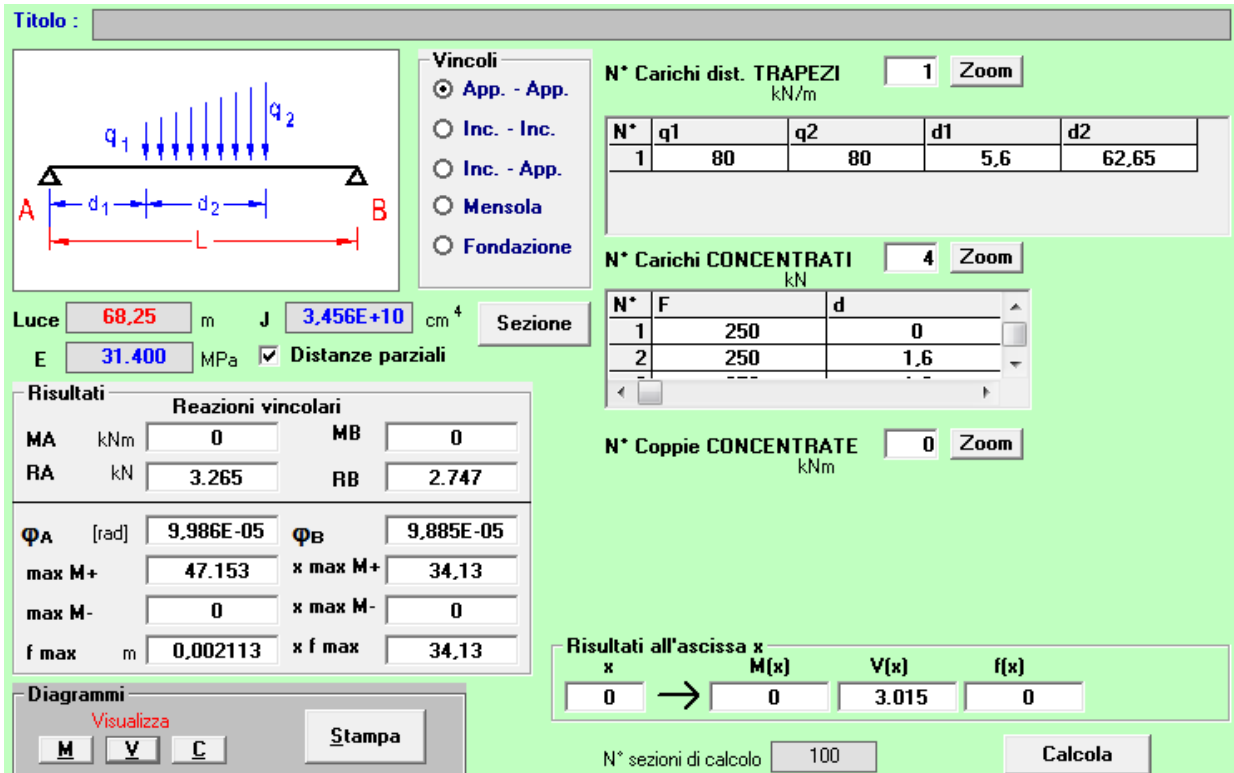


Figura 12 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico LM71

$$V_{\max} = 3265 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 3265 / (68.25/2) = 95.7 \text{ kN}$$

$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.000 \cdot 1.10 \cdot 95.7 \cdot 68.25/2 = 3591.7 \text{ kN}$$

(Q1_LM71 B1)
 Carico equivalente tagliante
 Azione verticale applicata con e=+2.08 m

$$V_{\max} = 3265 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 3265 / (68.25/2) = 95.7 \text{ kN}$$

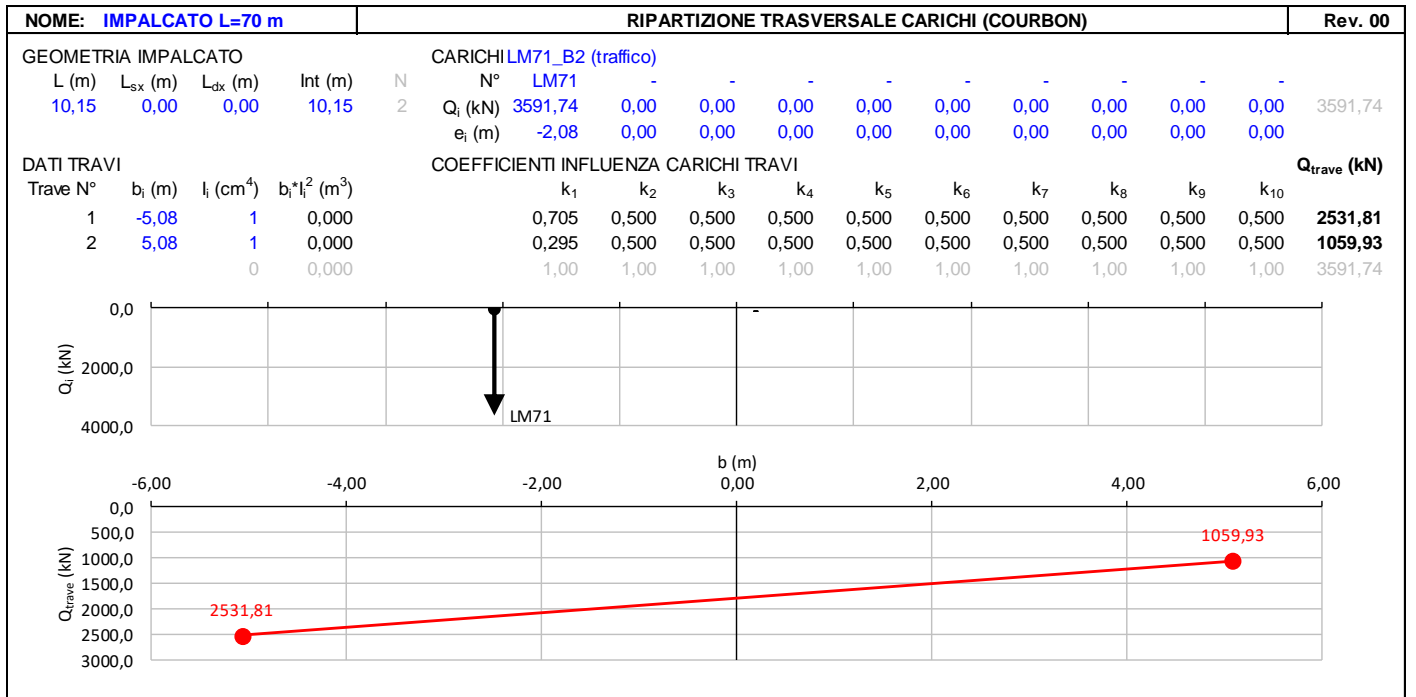
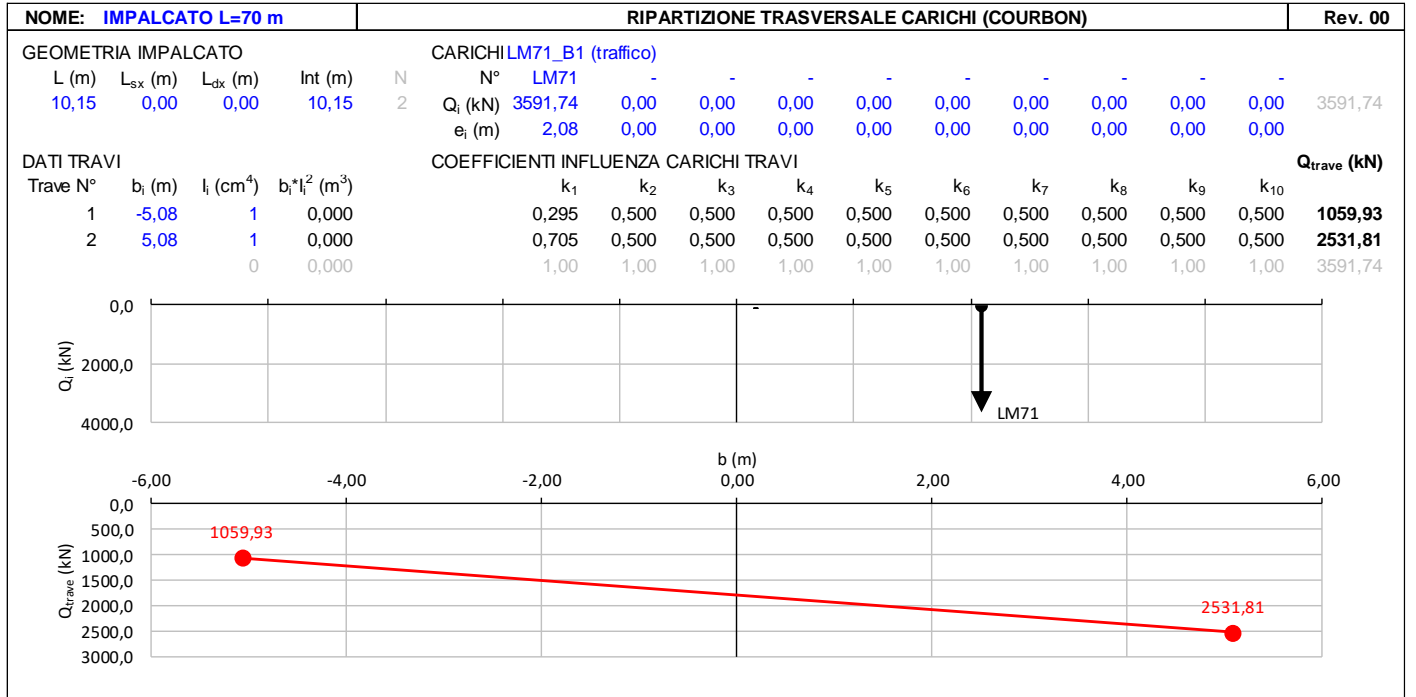
$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.000 \cdot 1.10 \cdot 95.7 \cdot 68.25/2 = 3591.7 \text{ kN}$$

(Q1_LM71 B2)
 Carico equivalente tagliante
 Azione verticale applicata con e=-2.08 m

Le precedenti azioni vengono rigidamente distribuite alla Courbon calcolando in prossimità degli appoggi trave le reazioni verticali di equilibrio.

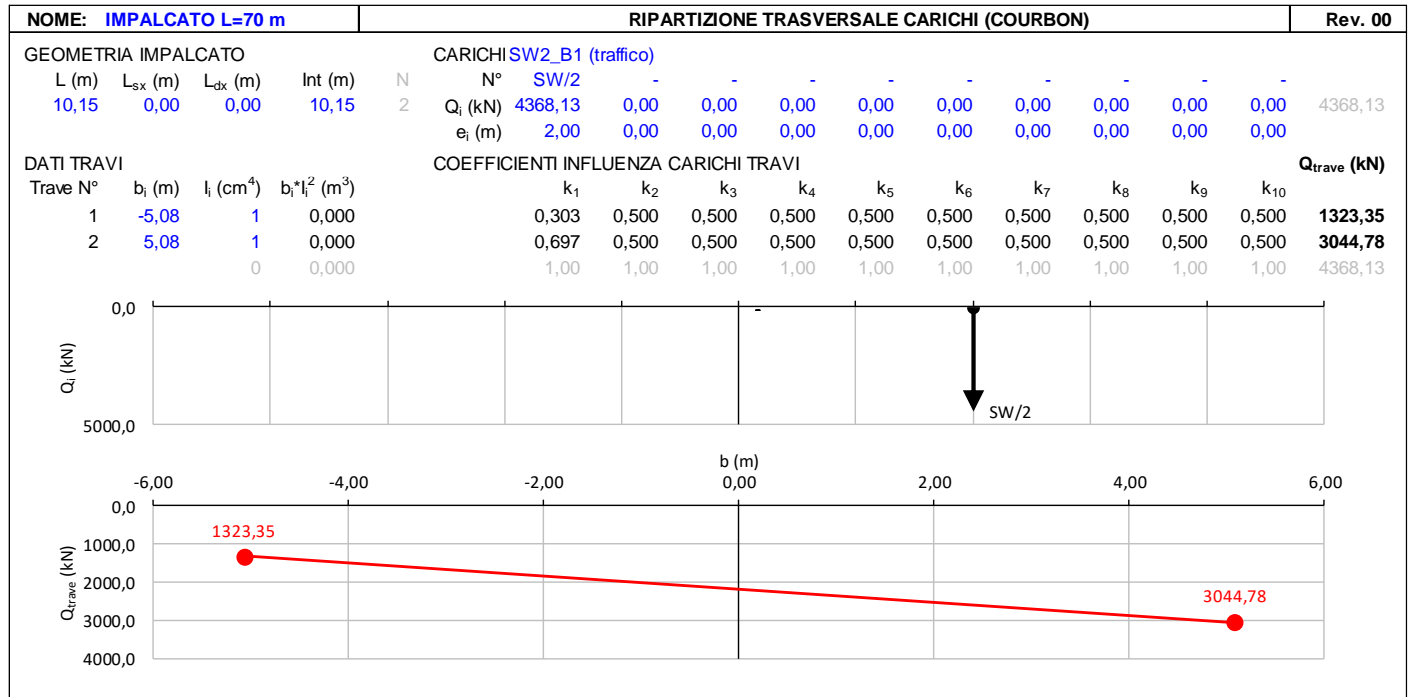
**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	43



**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	44



6.4.1.6 Decentramento dei carichi in tracciato curvilineo

Ai fini del calcolo delle sottostrutture, per un tracciato di lunghezza L=70 m, raggio massimo ipotetico di R=2200 m, si ha un decentramento del carico accidentale pari a circa $e=R-\sqrt{(R^2-L^2/4)}=0,278$ m, pertanto si ritiene tale effetto trascurabile in relazione alle dimensioni geometriche della sezione di appoggio e ai pesi permanenti centrati di pila e impalcato (l'asse impalcato cade esattamente in prossimità del centro pila). Tenuto conto del decentramento e, a favore di sicurezza, si è spostato di 15 cm il punto di applicazione degli scarichi dell'impalcato rispetto al baricentro della pila.

6.4.1.7 Carichi sui marciapiedi

In accordo al punto 5.2.2.3.2, il carico non deve considerarsi contemporaneo al transito dei convogli ferroviari e viene quindi utilizzato solo per le verifiche locali della soletta di impalcato.

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	45

6.4.1.8 Numero di treni contemporanei

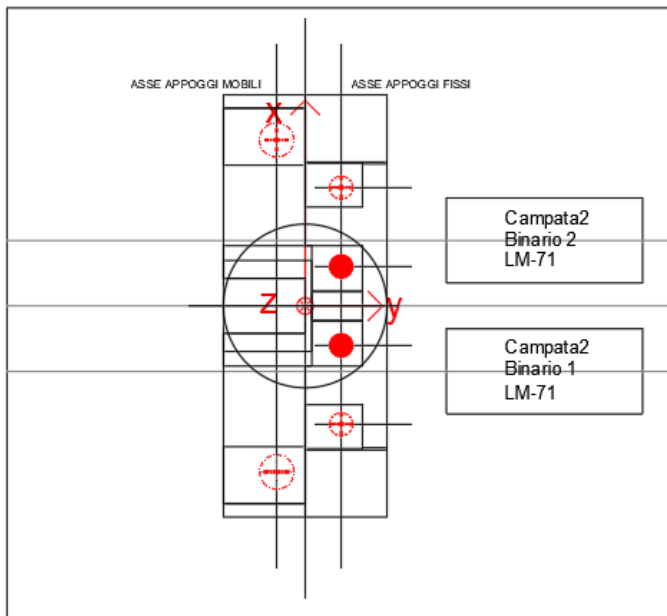
Nella progettazione andrà considerata l'eventuale contemporaneità di più treni, in genere sia per traffico normale (LM71) sia per traffico pesante (SW/2). Le azioni da traffico considerano una configurazione in campata in cui si massimizza il taglio all'appoggio.

Le condizioni da traffico in campata valutate per le pile sono descritte in seguito:

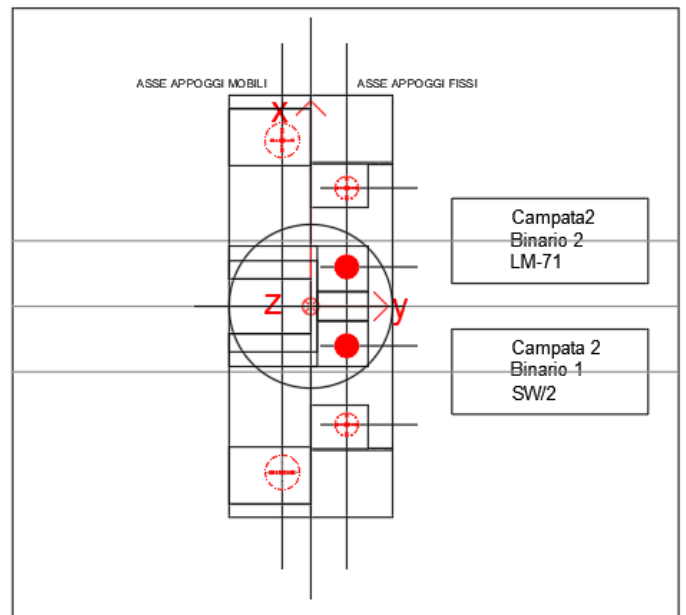
- Traffico-1: Due treni di carico in contemporaneo sulla Campata 2 (lato appoggi fissi): LM71 sul binario 1 "+" LM71 sul binario 2.
- Traffico-2: Due treni di carico in contemporaneo sulla Campata 2 (lato appoggi fissi): SW2 sul binario 1 "+" LM71 sul binario 2.
- Traffico-3:
 - Un treno di carico sulla Campata 1: LM71 sul binario 1.
 - Un treno di carico sulla Campata 2: LM71 sul binario 1.
- Traffico-4:
 - Un treno di carico sulla Campata 1: SW2 sul binario 1.
 - Un treno di carico sulla Campata 2: SW2 sul binario 1.

Nella figura successiva vengono riportati gli schemi considerati:

TRAFFICO-1



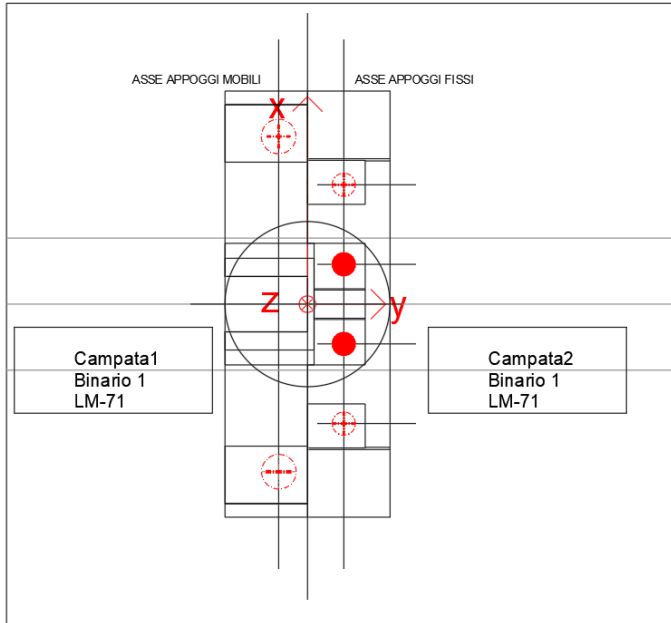
TRAFFICO-2



**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	46

TRAFFICO-3



TRAFFICO-4

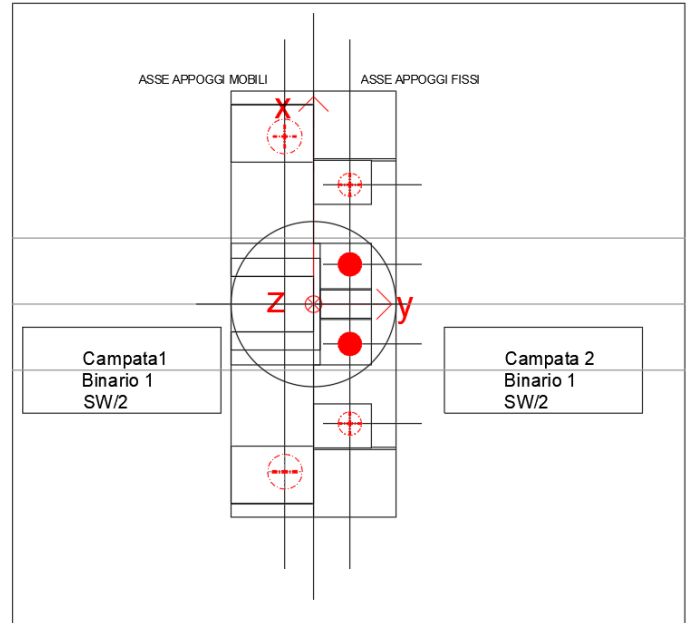


Figura 13 – Schemi di contemporaneità dei treni sui binari

Tab. 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)	-

⁽¹⁾ LM71 ''+" SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Figura 14 – Carichi mobili da considerare nel caso di strutture a più binari

6.5 AZIONI ECCEZIONALI (A)

6.5.1 Deragliamento al di sopra del ponte

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.

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									
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 005

6.5.1.9 Impalcato in c.a.p. di luce $L=70\text{ m}$

6.5.1.9.1 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 $6,40\text{ m}$. 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.

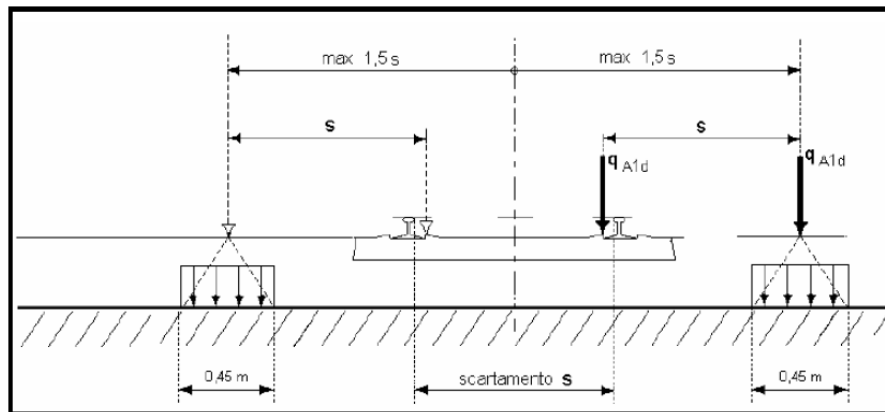
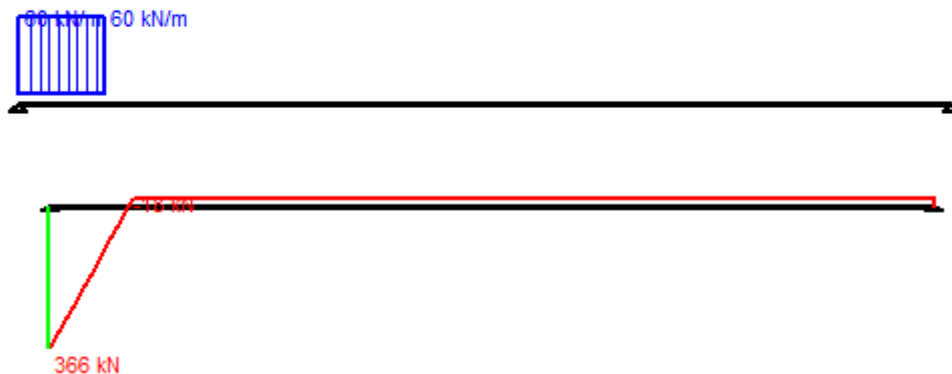


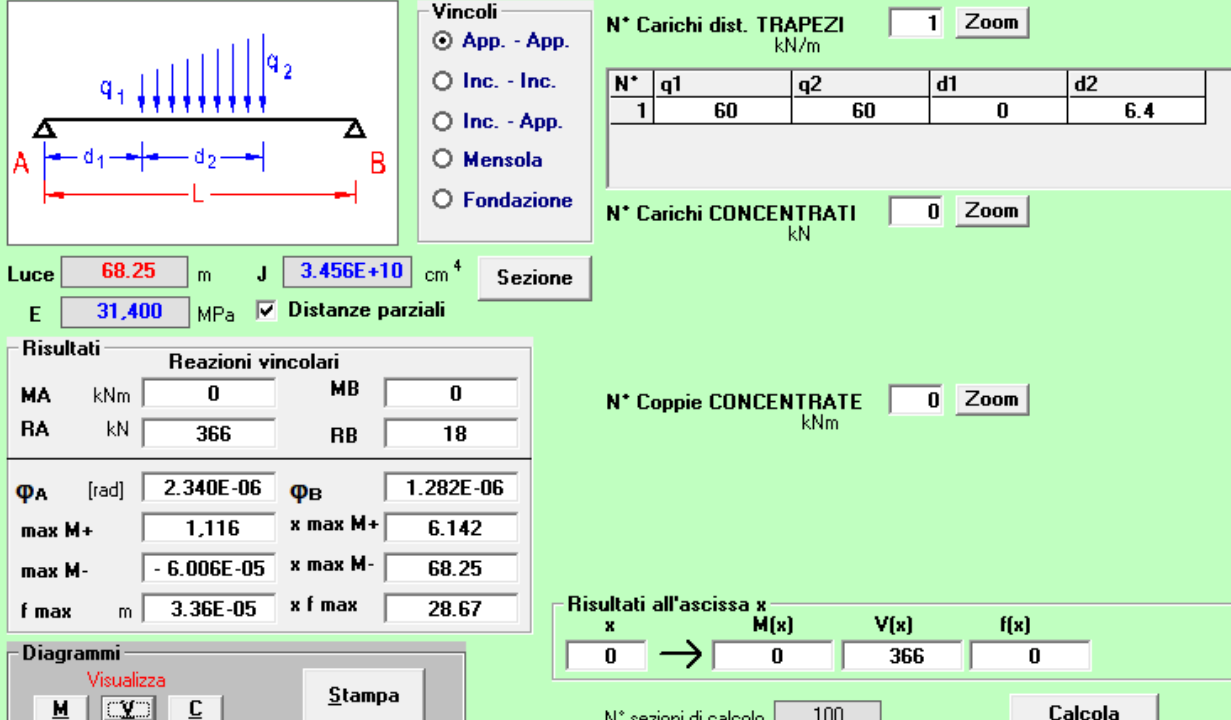
Figura 5.2.12 - Caso 1

Figura 15 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 1

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dalle azioni da traffico vengono valutati nella condizione di massimo taglio all'appoggio mediante dei carichi equivalenti taglianti, come di seguito riportato.



MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 005



Vincoli

- App. - App.
- Inc. - Inc.
- Inc. - App.
- Mensola
- Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI **Zoom**

N°	q1	q2	d1	d2
1	60	60	0	6.4

N° Carichi CONCENTRATI **Zoom**

N° Coppie CONCENTRATE **Zoom**

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
0	0	366	0

Risultati

Reazioni vincolari

MA	kNm	0	MB	0
RA	kN	366	RB	18

Φ_A [rad] **Φ_B**

max M+ **x max M+**

max M- **x max M-**

f max **x f max**

Diagrammi

Luce m **J** cm⁴ **Sezione**

E MPa **Distanze parziali**

N° sezioni di calcolo **Calcola**

Figura 16 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

$$V_{\max} = 366.0 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 366.0 / (68.25/2) = 10.7 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = q'_v * L/2 = 10.7 * 68.25/2 = 366.0 \text{ kN}$$

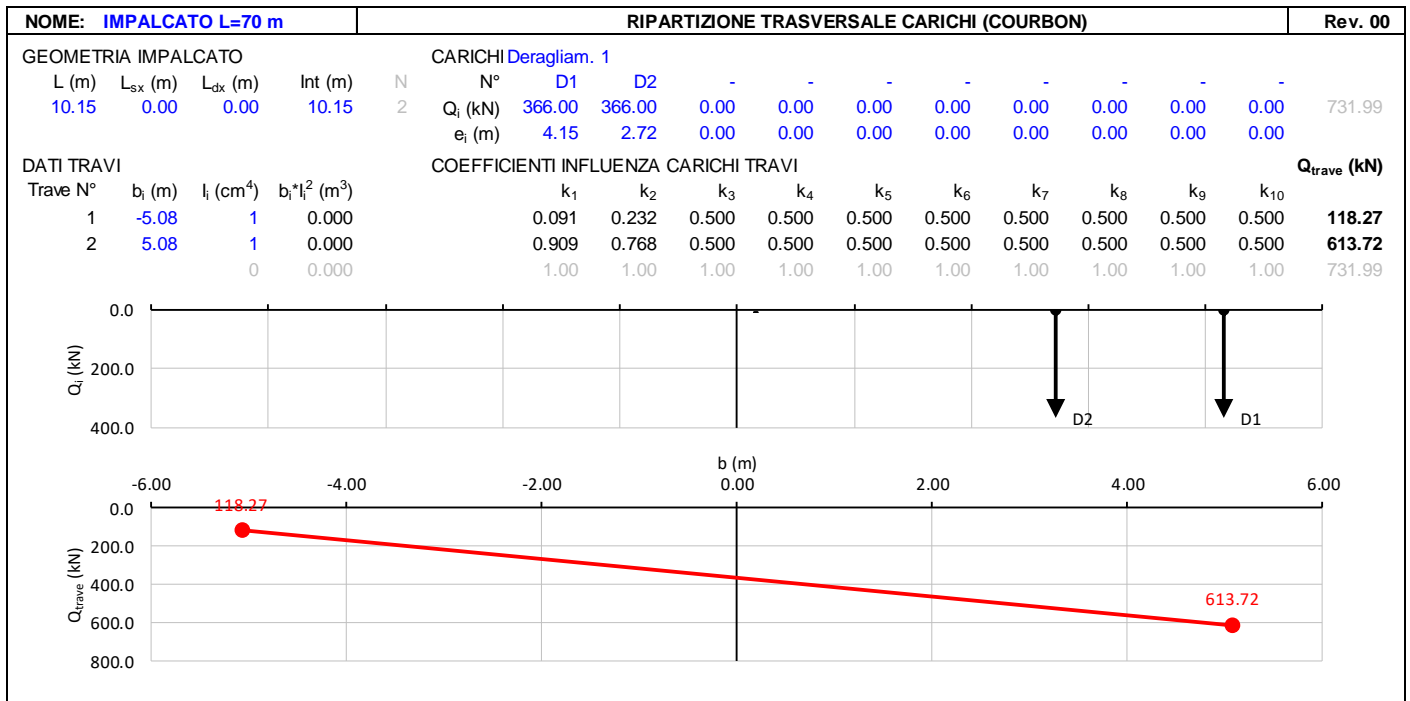
$$Q_1 = q'_v * L/2 = 10.7 * 68.25/2 = 366.0 \text{ kN}$$

Carico equivalente tagliante

Azione verticale applicata $e = +2.00 + 1.435 * 1.5 = 4.15 \text{ m}$

Azione verticale applicata $e = +2.00 + 1.435 * 0.5 = 2.72 \text{ m}$

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	49



6.5.1.9.2 Caso 2

Si considera un unico carico lineare $q_{A2d} = 80 \text{ kN/m} \times 1.4$ 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.

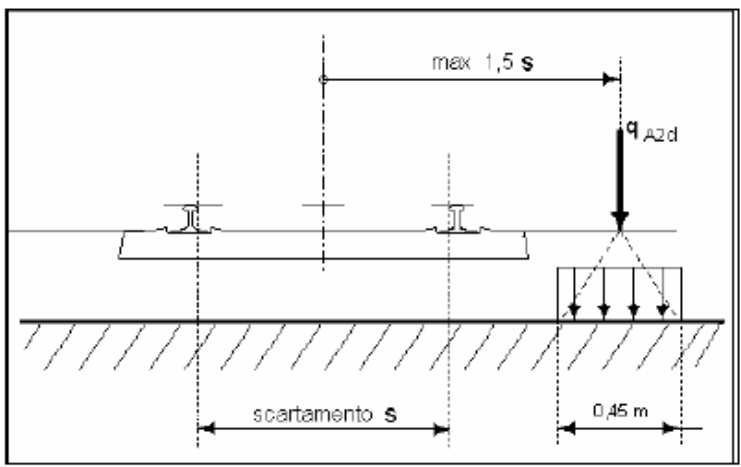


Figura 5.2.13 - Caso 2

Figura 17 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 2

MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 005	REV B

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dalle azioni da traffico vengono valutati nella condizione di massimo taglio all'appoggio mediante dei carichi equivalenti taglianti, come di seguito riportato.

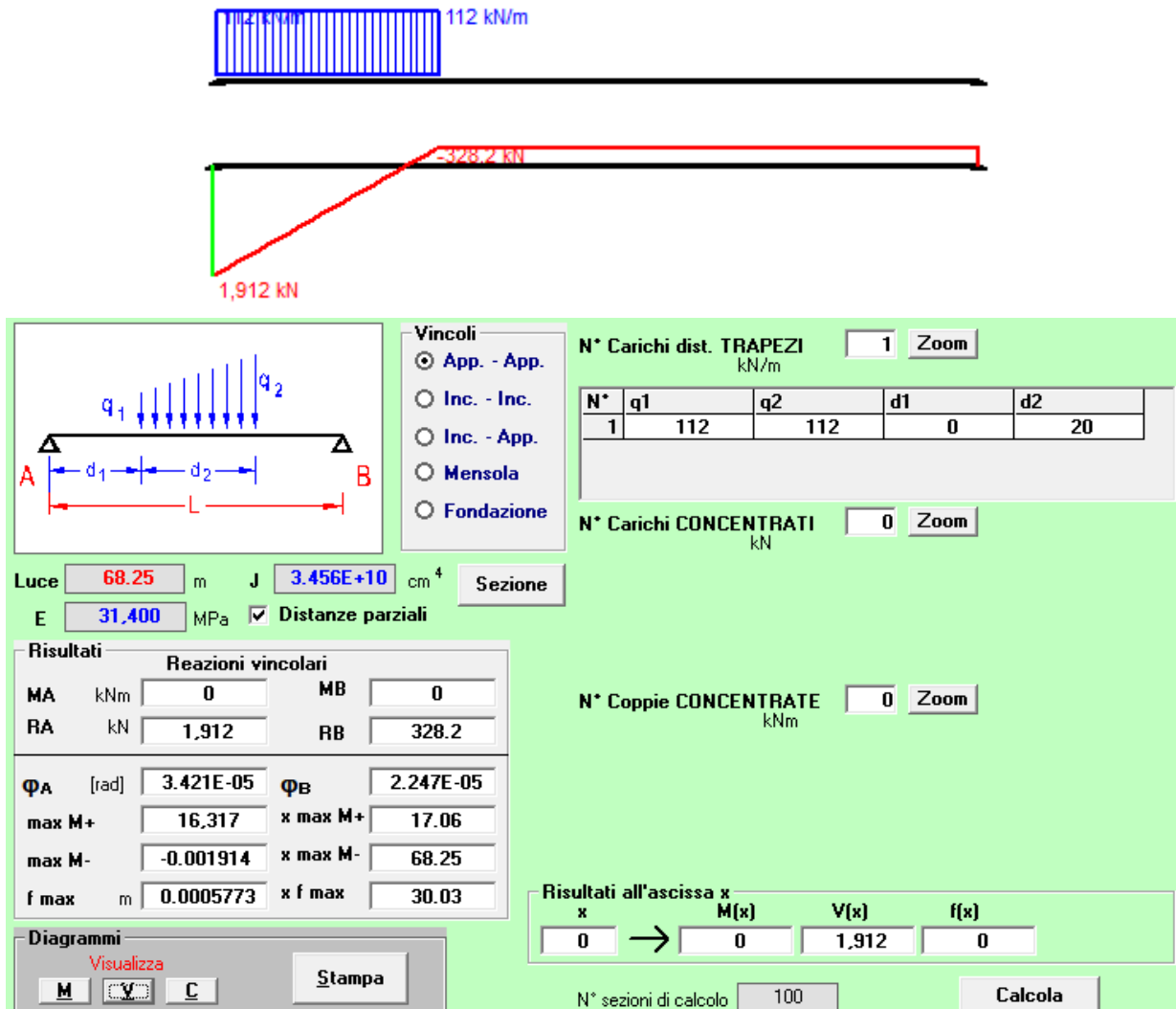


Figura 18 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

$$V_{\max} = 1911.8 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 1911.8 / (68.25/2) = 56.0 \text{ kN/m}$$

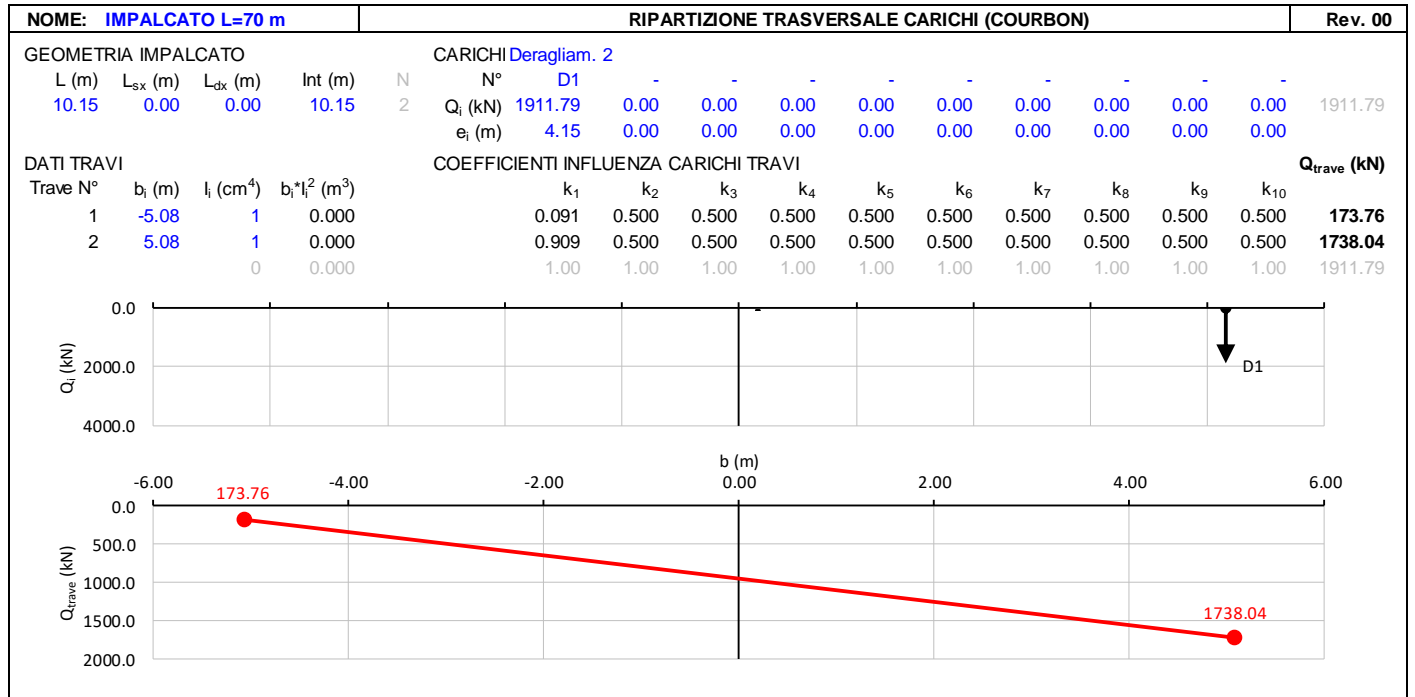
Carico equivalente tagliante

$$Q_1 = q'_v \cdot L/2 = 56.0 \cdot 68.25/2 = 1911.8 \text{ kN}$$

Azione verticale applicata $e = +2.00 + 1.435 \cdot 1.5 = 4.15 \text{ m}$

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	51



6.5.1.9.3 Effetti sulla sottostruttura

Dato che le condizioni di carico previste sono da considerarsi solo per le verifiche eccezionali SLU con coefficiente unitario, mediante analisi preliminari si è accertato che tali combinazioni di azioni sollecitano la sottostruttura all'interno del campo di esercizio delle combinazioni SLU, pertanto per brevità di trattazione non sono state direttamente esplicitate nei calcoli di dimensionamento dei capitoli successivi.

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								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	52

6.6 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI (Q)

6.6.1 Forza centrifuga (Q₄)

Nome	Tipo	γ _Q (Fav / Sfav)	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
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" + "SW/0)	Φ x 1 x 1 x (LM71" + "SW/0)
		120	α	1	α x 1 x (LM71" + "SW/0)	Φ x α x 1 x (LM71" + "SW/0)
	≤ 120	V	α	1	α x 1 x (LM71" + "SW/0)	

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	53

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

NOME: IMPALCATO L=25 m				CALCOLO FORZA CENTRIFUGA				Rev. 00		
DATI DEL PROGETTO										
V (km/h)	200	Velocità di progetto		Distanza PF/appoggi (m)			3,30			
R (m)	2400	Raggio di curvatura								
L _f (m)	12,50	Lunghezza di binario carico								
TRENO LM71 e SW/0				TRENO SW/2						
Q _{vk} (kN)	1405,0			Q _{vk} (kN)	1695,0	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 (-)	0,758	1,000		f (-)	1,00	Fattore di riduzione				
q _{tk} (kN/m)	139,74	73,02								
Q _{4,c} (kN)	139,7			Q _{4,c} (kN)	55,6	Forza centrifuga caratt. trasversale				
M _{4,c} (kNm)	461,1			M _{4,c} (kNm)	183,5	Momento torcente forza centrifuga caratt.				
Nota: i valori iniziale di Q _{vk} sono caratteristici verticali (non amplificati per α o per Φ)										
NOME: IMPALCATO L=70 m				CALCOLO FORZA CENTRIFUGA				Rev. 00		
DATI DEL PROGETTO										
V (km/h)	200	Velocità di progetto		Distanza PF/appoggi (m)			2,60			
R (m)	2400	Raggio di curvatura								
L _f (m)	35,00	Lunghezza di binario carico								
TRENO LM71 e SW/0				TRENO SW/2						
Q _{vk} (kN)	3265,0			Q _{vk} (kN)	4368,0	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 (-)	0,668	1,000		f (-)	1,00	Fattore di riduzione				
q _{tk} (kN/m)	286,21	169,68								
Q _{4,c} (kN)	286,2			Q _{4,c} (kN)	143,3	Forza centrifuga caratt. trasversale				
M _{4,c} (kNm)	744,1			M _{4,c} (kNm)	372,6	Momento torcente forza centrifuga caratt.				
Nota: i valori iniziale di Q _{vk} sono caratteristici verticali (non amplificati per α o per Φ)										

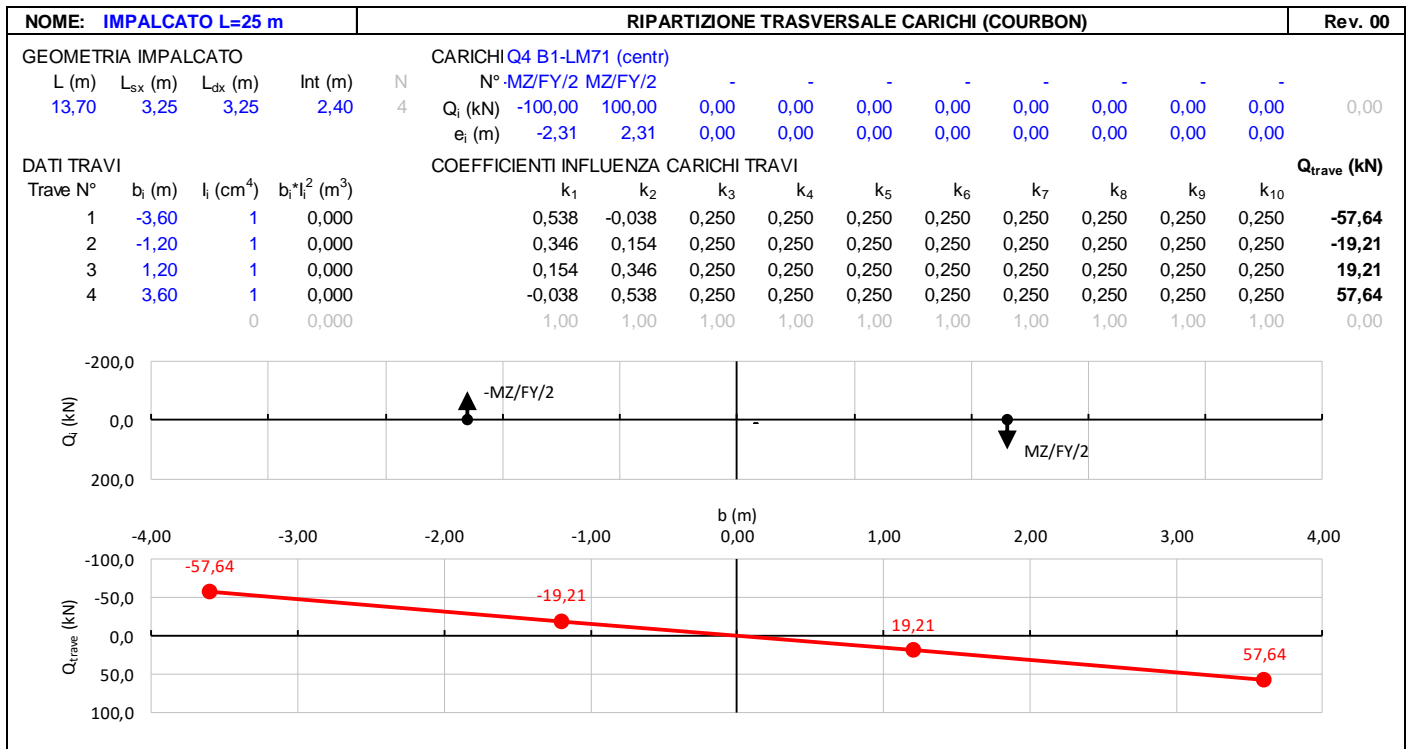
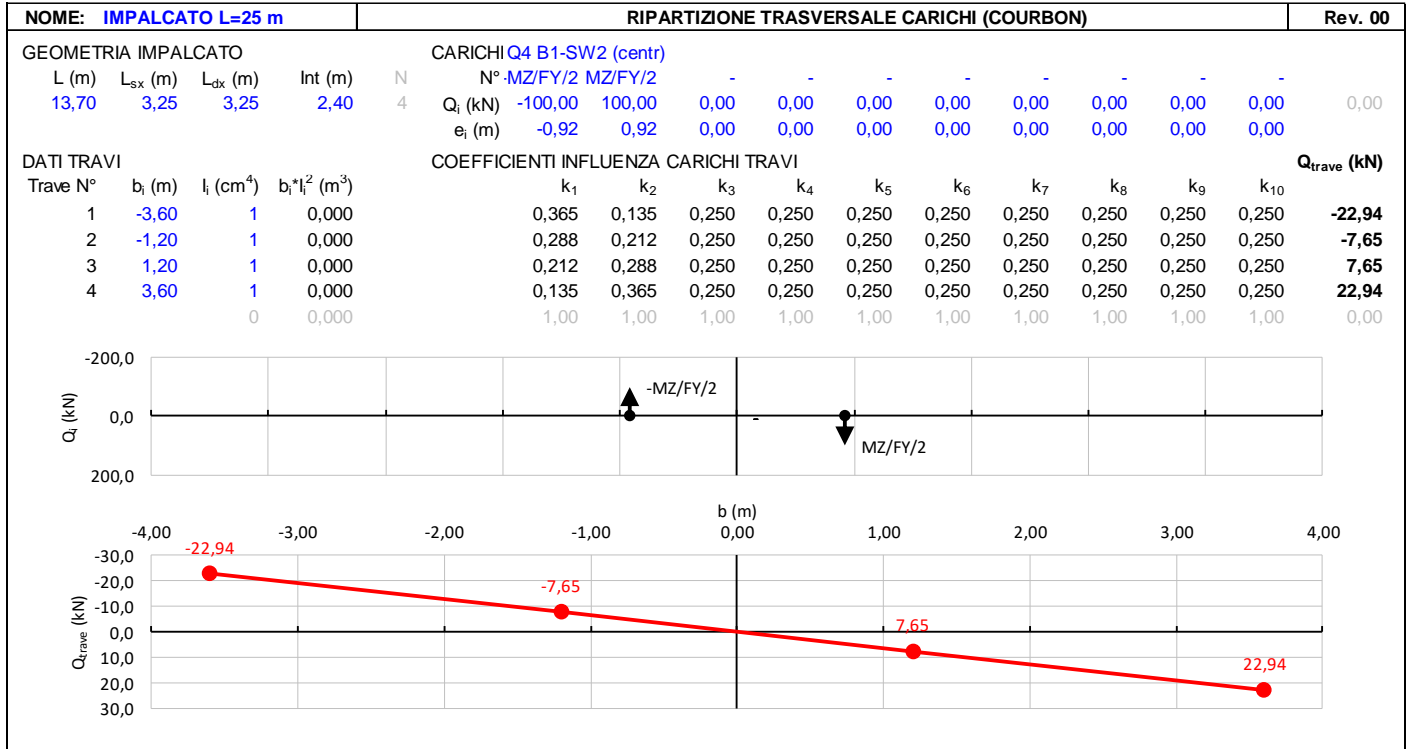
Gli effetti sui singoli impalcati indotti dall'azione centrifuga, nelle varie combinazioni di carico accidentale ferroviario associate, vengono valutati secondo una lunghezza di influenza di mezza campata, distribuendo rigidamente alla Courbon le azioni torcenti (modellate come azioni verticali di 100 kN eccentriche) in prossimità degli appoggi trave, i quali determinano delle reazioni verticali che equilibrano le azioni sollecitanti torcenti generate dai carichi orizzontali.

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	54



MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	57

6.6.2 Azione laterale serpeggio (Q₅)

Nome	Tipo	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_2
		(Fav / Sfav)			
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 .

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dall'azione di serpeggio, nelle varie combinazioni di carico accidentale ferroviario associate, vengono valutati secondo una lunghezza di influenza di mezza campata, distribuendo rigidamente alla Courbon le azioni torcenti (modellate come azioni verticali di 100 kN eccentriche) in prossimità degli appoggi trave, i quali determinano delle reazioni verticali che equilibrano le azioni sollecitanti torcenti generate dai carichi orizzontali.

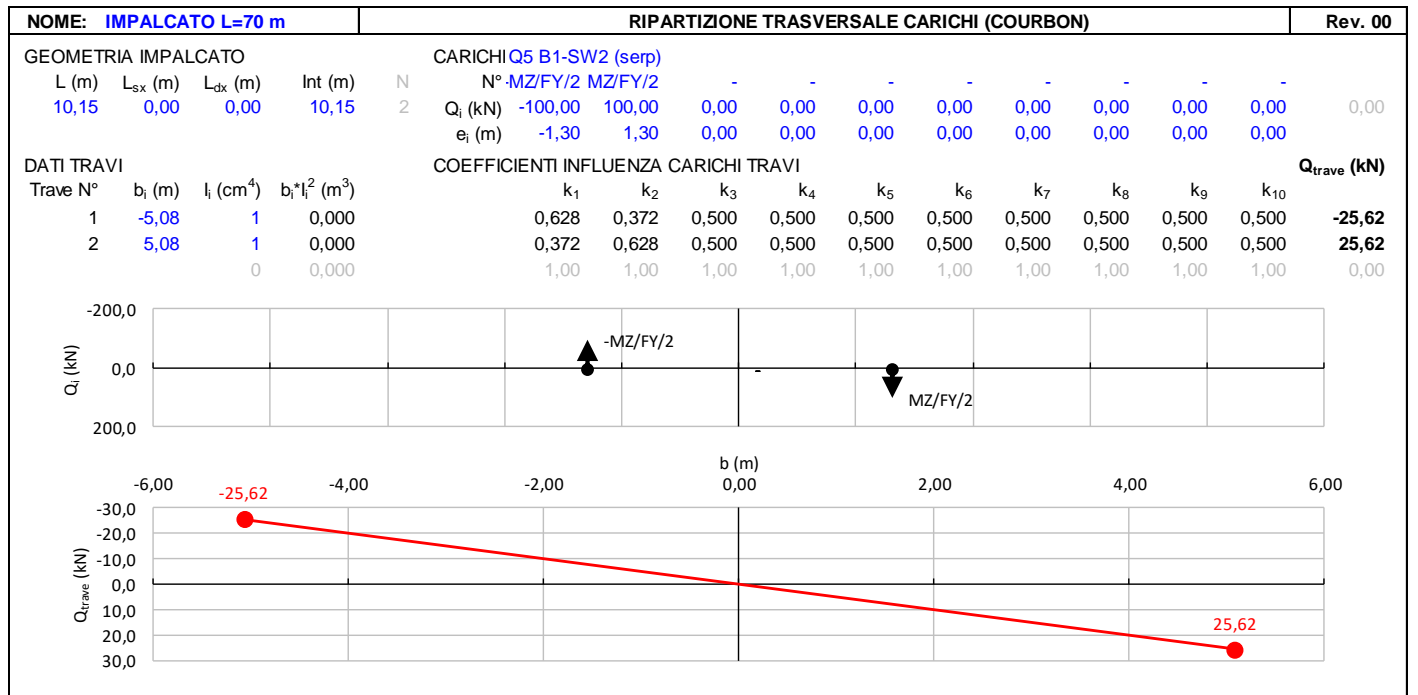
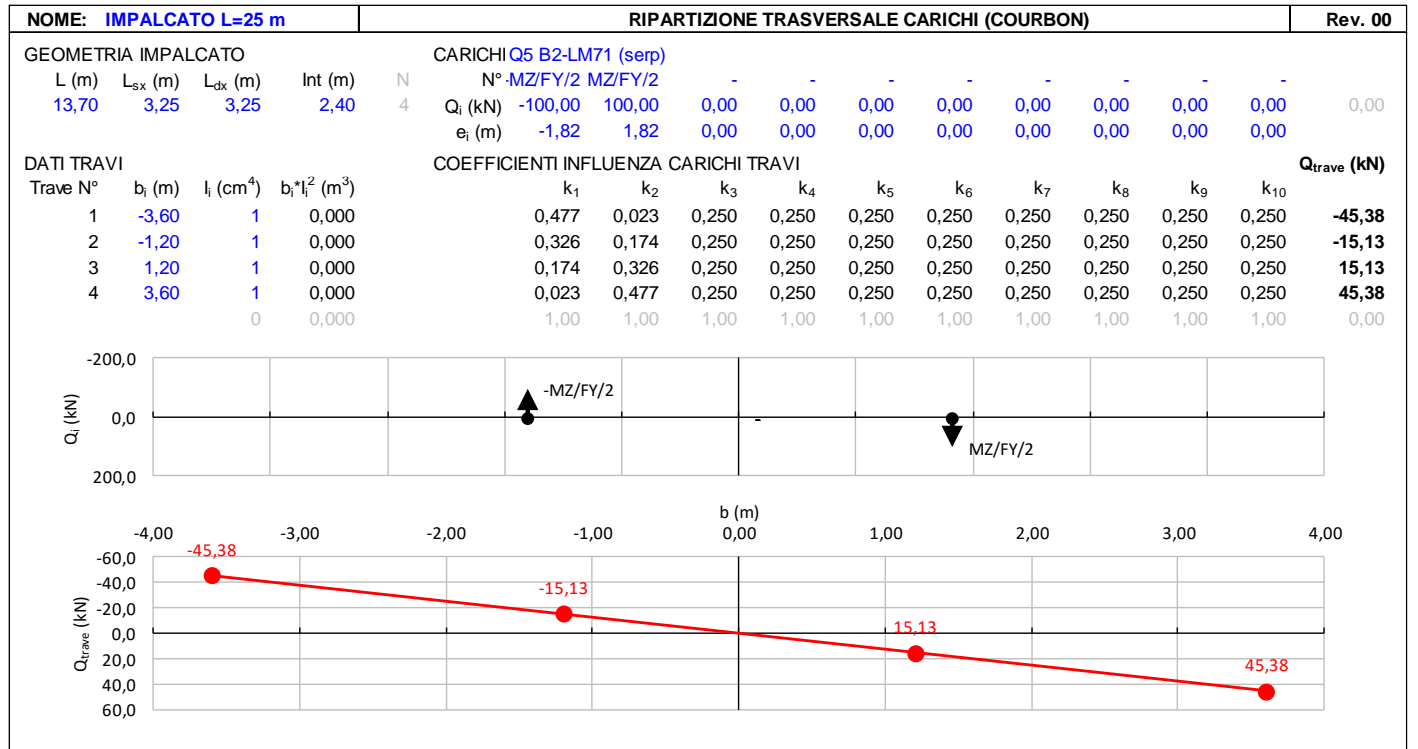
NOME: IMPALCATO L=25 m		CALCOLO FORZA SERPEGGIO		Rev. 00
Q_{sk} (kN)	100.0	Azione caratteristica di serpeggio	Distanza PF/appoggi (m)	3.30
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
α (-)	1.10	α (-)	1.00	
Q_s (kN)	110.0	Q_s (kN)	100.0	Forza serpeggio caratt. trasversale
M_{tk} (kNm)	363.00	M_{tk} (kNm)	330.00	Momento torcente forza serpeggio caratt.
NOME: IMPALCATO L=70 m		CALCOLO FORZA SERPEGGIO		Rev. 00
Q_{serp} (kN)	100,0	Azione caratteristica di serpeggio	Distanza PF/appoggi (m)	2,60
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
α (-)	1,10	α (-)	1,00	
Q_{sk} (kN)	110,0	Q_{sk} (kN)	100,0	Forza serpeggio caratt. trasversale
M_{tk} (kNm)	286,0	M_{tk} (kNm)	260,0	Momento torcente forza serpeggio caratt.


LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	59



MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	61

6.6.3 Azioni di avviamento e frenatura (Q₃)

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 (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
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:

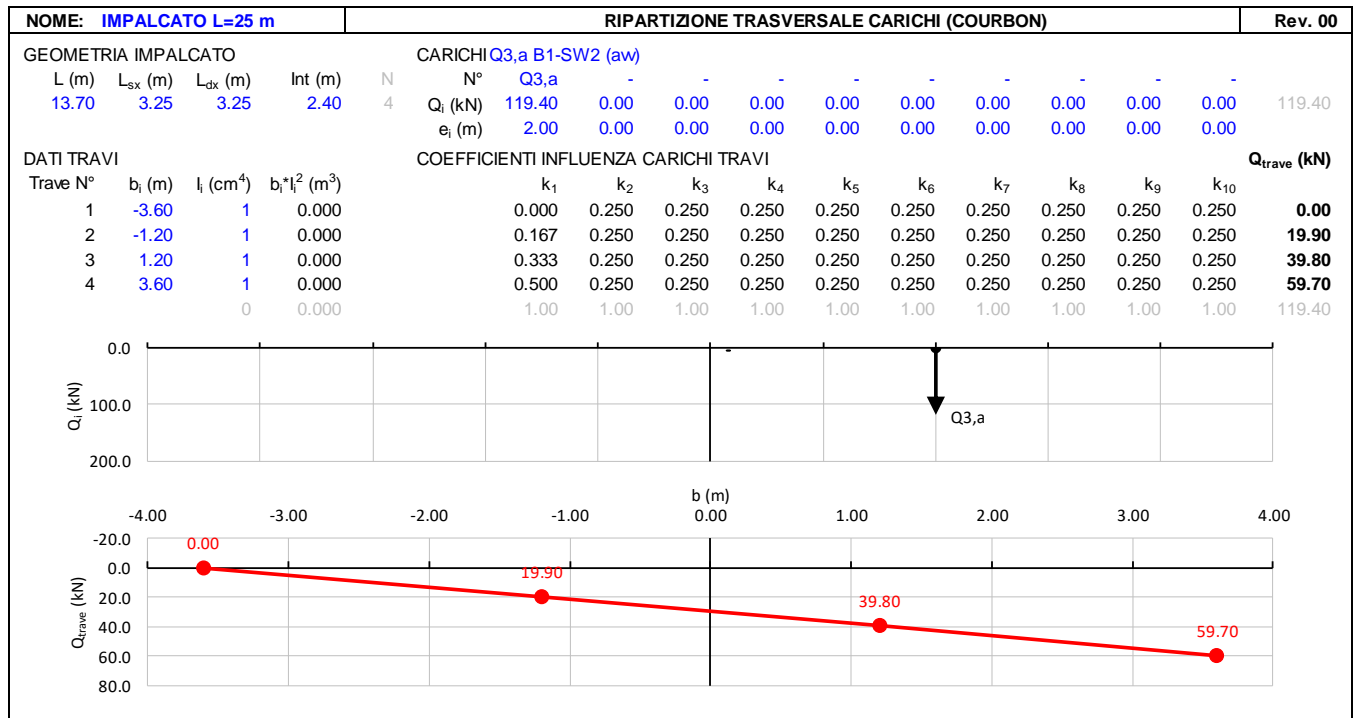
NOME: IMPALCATO L=25 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA		Rev. 00
L calcolo (m)	22.80	Lunghezza tra appoggi	Distanza PF/appoggi (m)	3.30
L (m)	25.00	Lunghezza di binario carico		
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
α (-)	1.10	α (-)	1.00	
$Q_{3,f}$ (kN)	550.0	$Q_{3,f}$ (kN)	875.0	Forza frenatura caratt. longitudinale
$V_{3,f}$ (kNm)	79.6	$V_{3,f}$ (kNm)	126.6	Forza frenatura caratt. verticale
$Q_{3,a}$ (kN)	907.5	$Q_{3,a}$ (kN)	825.0	Forza avviamento caratt. longitudinale
$V_{3,a}$ (kNm)	131.3	$V_{3,a}$ (kNm)	119.4	Forza avviamento caratt. verticale

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	62

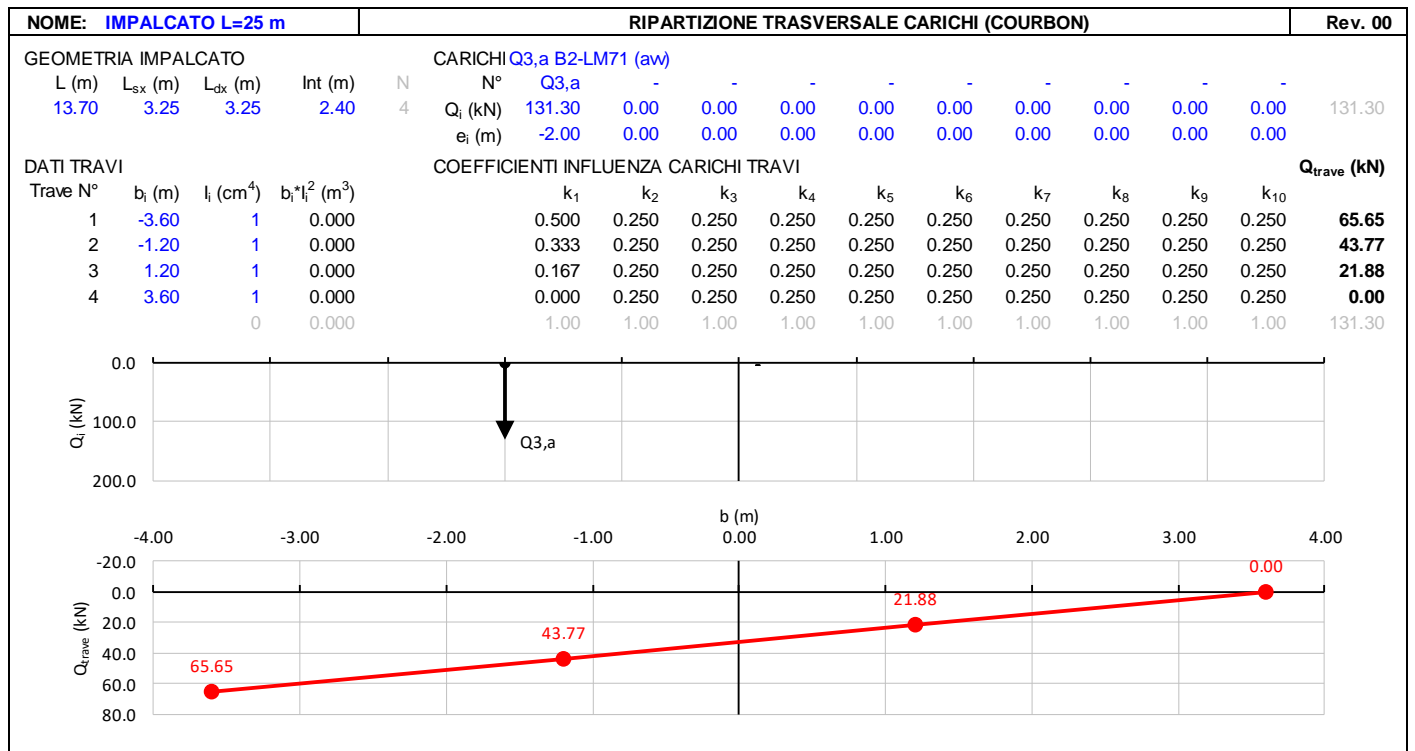
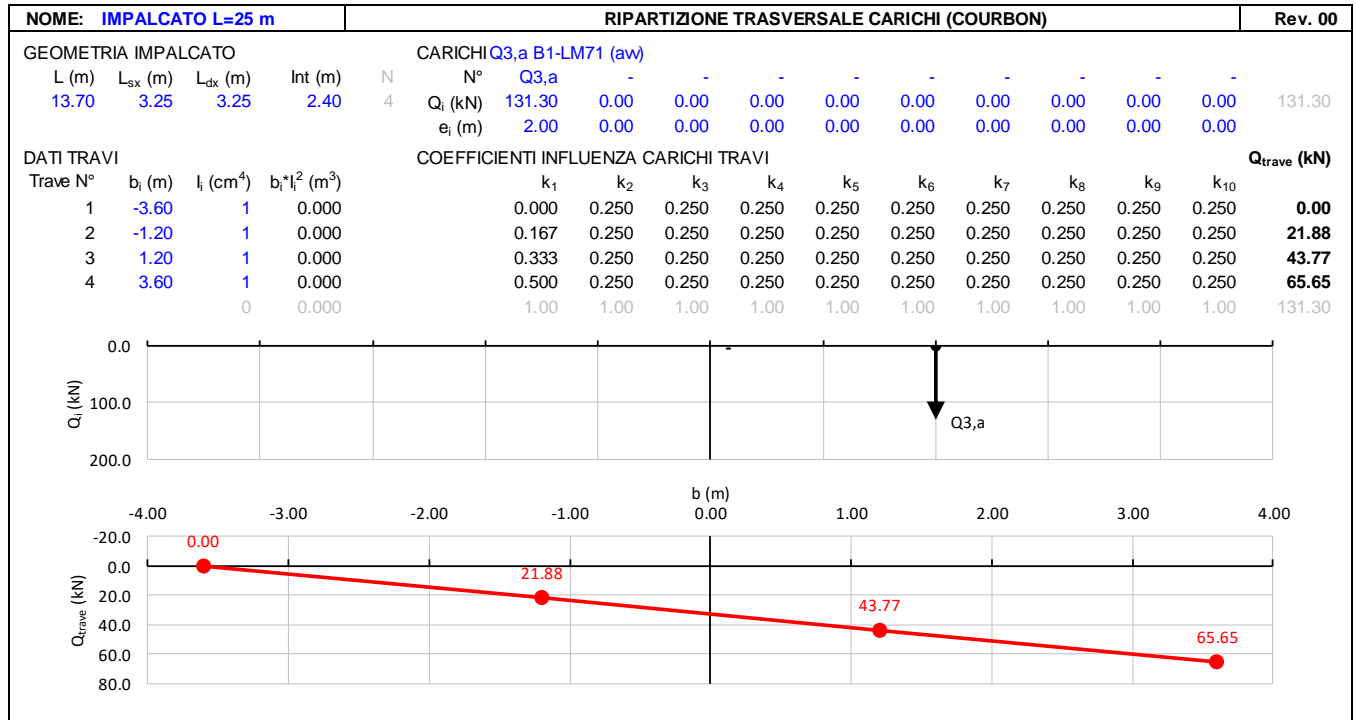
NOME: IMPALCATO L=70 m				CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA				Rev. 00
L calcolo (m)	68,25	Lunghezza tra appoggi		Distanza PF/appoggi (m)	2,60			
L (m)	70,00	Lunghezza di binario carico						
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2						
α (-)	1,10	α (-)	1,00					
Q _{3,f} (kN)	1540,0	Q _{3,f} (kN)	2450,0	Forza frenatura caratt. longitudinale				
V _{3,f} (kNm)	58,7	V _{3,f} (kNm)	93,3	Forza frenatura caratt. verticale				
Q _{3,a} (kN)	1100,0	Q _{3,a} (kN)	1000,0	Forza awiamento caratt. longitudinale				
V _{3,a} (kNm)	41,9	V _{3,a} (kNm)	38,1	Forza awiamento caratt. verticale				

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dall'azione di avviamento o frenatura, nelle varie combinazioni di carico accidentale ferroviario associate, vengono valutati secondo una lunghezza di influenza di mezza campata, distribuendo rigidamente alla Courbon le azioni torcenti in prossimità degli appoggi trave, i quali determinano delle reazioni verticali che equilibrano le azioni sollecitanti torcenti generate dai carichi orizzontali.



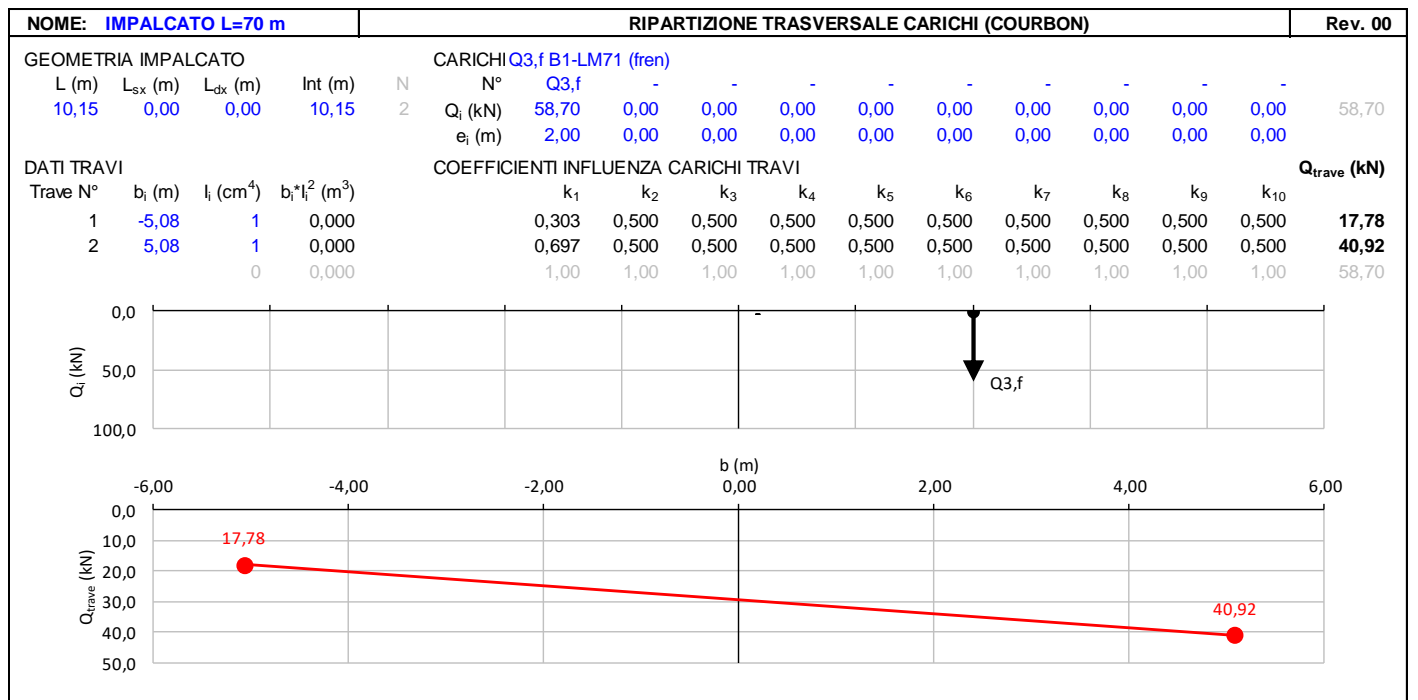
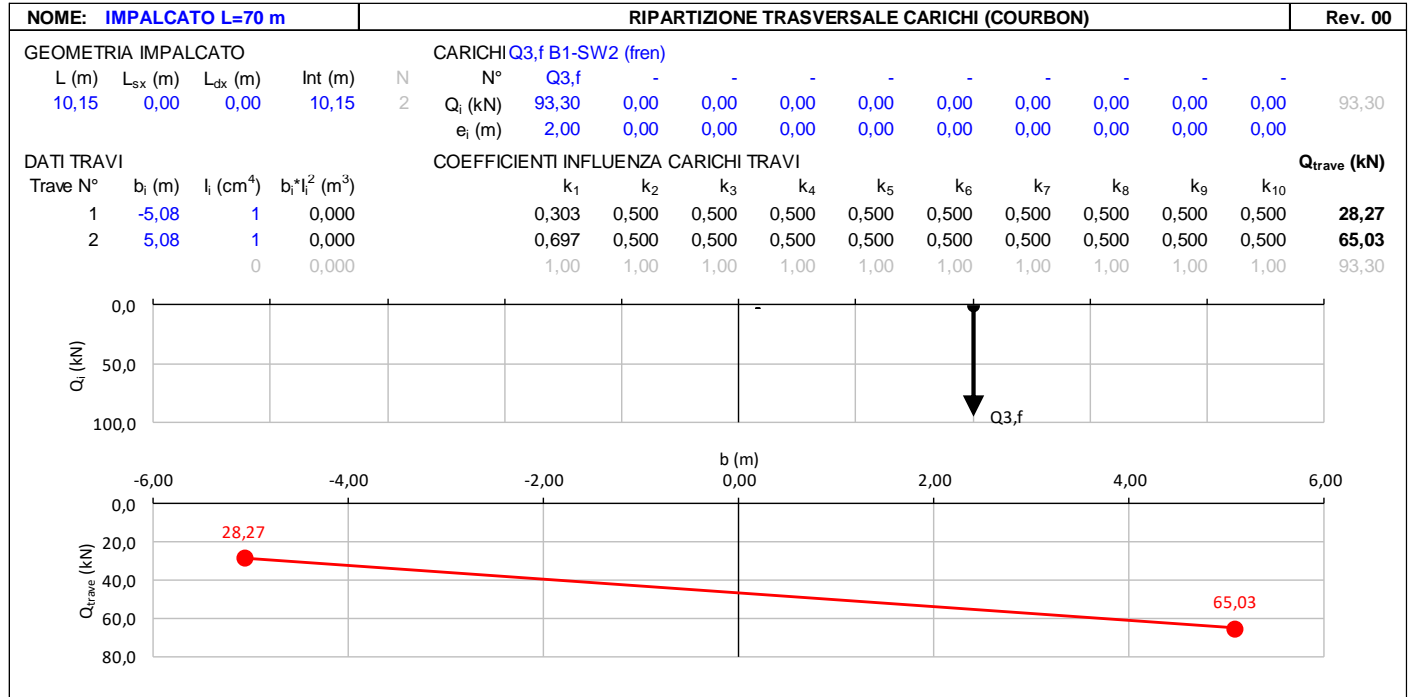
**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	63



**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	67



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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	69

6.7 AZIONE DEL VENTO (Q₆)

Nome	Tipo	γ _Q (Fav / Sfav)	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
VENTO	Variabile	EQU 0.00 / 1.50 (A1) 0.00 / 1.50 (A2) 0.00 / 1.30	0.60	0.50	0.00

In accordo con le raccomandazioni CNR DT207 R1/2018, l'azione del vento può essere convenzionalmente assimilata ad un carico statico uniformemente distribuito sulle superfici. La componente ortogonale è calcolata secondo la seguente espressione:

- $q_b(z)$ pressione cinetica di riferimento
 $C_e(z)$ coefficiente di esposizione
 C_{pm} coefficiente di forma (o aerodinamico) complessivo

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:

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

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

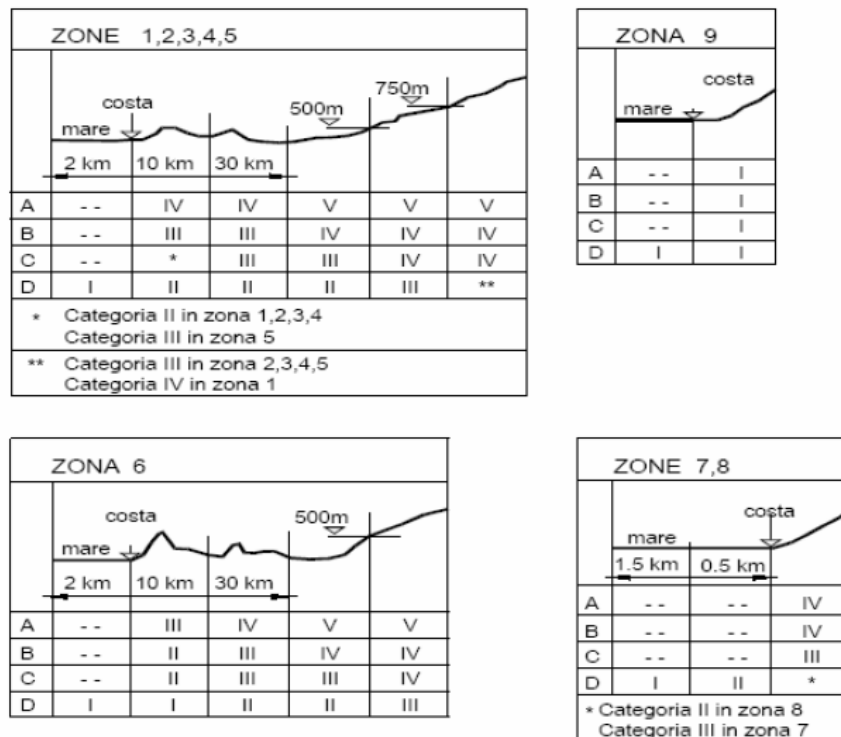


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

MANDATARIA 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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	70

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

Categoria di esposizione del sito	K_t	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 11 - 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 12 - Classi di rugosità del terreno

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	71

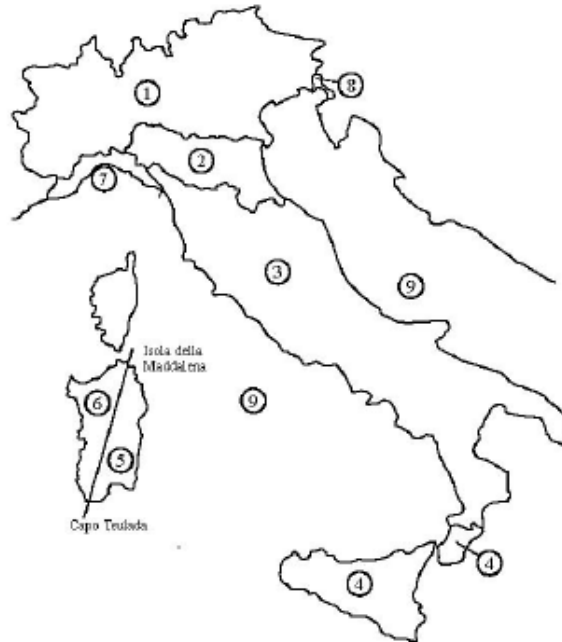


Fig. 3.3.1 - Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Figura 19 - Zone caratterizzate da diversi valori della velocità di riferimento

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

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_z
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	Sardegnna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegnna (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 Sardegnna) e mare aperto	31	500	0,32

Tabella 13 - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 e k_a per le diverse zone italiane

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	72

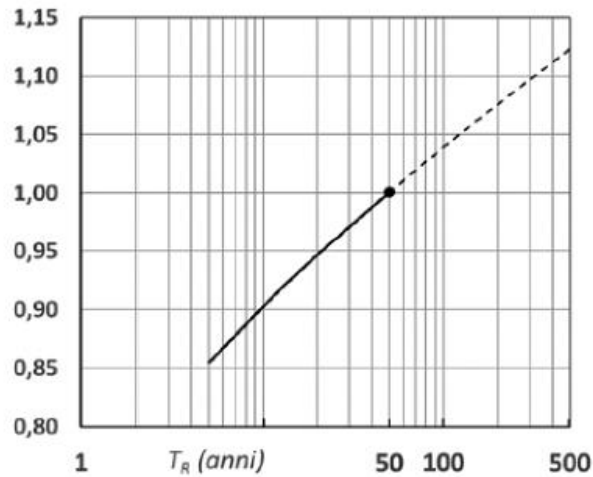


Figura C3.3.1 – Valori del coefficiente α_R in funzione del periodo di ritorno T_R (asse in scala logaritmica),

Figura 20 - Diagramma del coefficiente di ritorno α_r in funzione del periodo di ritorno TR

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dall'azione del vento vengono valutati secondo una lunghezza di influenza di mezza campata, distribuendo rigidamente alla Courbon le azioni torcenti in prossimità degli appoggi trave, i quali determinano delle reazioni verticali che equilibrano le azioni sollecitanti torcenti generate dai carichi orizzontali.

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	73

NOME: CAMPATA L=25 m		CALCOLO AZIONE VENTO IMPALCATO (CNR DT207/2008)						Rev. 00
PARAMETRI VENTO DI PROGETTO			DATI GEOMETRICI IMPALCATO			AZIONI TOTALI IMPALCATO		
Zona	3	(Tab.3.I)	h_{tot} (m)	7,80	Altezza impalcato	L influenza (m)	12,50	
$v_{b,0}$ (m/s)	27,00	Velocità base liv. mare (Tab.3.I)	d (m)	13,70	Larghezza impalcato	F_x (kN)	234,6	
c_a	1,00	Coeff. altitudine	d/ h_{tot}	1,76	(§G.10.3)	F_y (kN)	206,3	
v_b (m/s)	27,00	Velocità base riferimento vento	z (m)	20,00	Altezza dal suolo impalcato	M_z (kNm)	645,6	
T_R (anni)	75	Tempo ritorno vento	c_e	2,81	Coeff. esposizione			
c_r	1,037	Coeff. tempo ritorno	ρ (kg/m ³)	1,25	Massa specifica aria			
v_r (m/s)	27,99	Velocità riferimento vento	q_p (Pa)	1376	Pressione cinetica picco			
k_a	0,02	Fattore altitudine (Tab.3.I)	c_{fx}	1,749				
a_s (m s.l.m.)	500	Altitudine sito	c_{fy}	0,876				
a_0 (m s.l.m.)	500	Altitudine base (Tab.3.I)	c_{mz}	0,20				
Categoria	2	(Tab. 3.II - 3.III)	f_x (kN/m)	18,77	(§G.10.3)			
k_r	0,19	Fattore terreno (Tab.3.II)	f_y (kN/m)	16,51	(§G.11.1)			
z_{min} (m)	4,00	Altezza minima (Tab.3.II)	m_z (kNm/m)	51,65	(§G.11.1)			
z_0 (m)	0,05	Altezza rugosità (Tab.3.II)						
c_t	1,00	Coeff. topografico						

$f_x(z) = q_p(z) \cdot l \cdot c_{fx}$
 $f_y(z) = q_p(z) \cdot l \cdot c_{fy}$
 $m_z(z) = q_p(z) \cdot l^2 \cdot c_{mz}$

NOME: IMPALCATO L=25 m		RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)										Rev. 00			
GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI Q6 (vento)											
L (m)	L_{sx} (m)	L_{dx} (m)	Int (m)	N	N°	$-M_Z/F_Y/2$	$M_Z/F_Y/2$	F_Y	-	-	-	-	-	-	-
13,70	3,25	3,25	2,40	4	Q_i (kN)	-206,32	206,32	206,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	206,32
					e_i (m)	-1,56	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
DATI TRAVI				COEFFICIENTI INFLUENZA CARICHI TRAVI											
Trave N°	b_i (m)	I_i (cm ⁴)	$b_i \cdot I_i^2$ (m ³)	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	Q_{trave} (kN)	
1	-3,60	1	0,000	0,446	0,054	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	-29,12	
2	-1,20	1	0,000	0,315	0,185	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	24,68	
3	1,20	1	0,000	0,185	0,315	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	78,48	
4	3,60	1	0,000	0,054	0,446	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	132,28	
		0	0,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	206,32	

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	74

NOME: IMPALCATO L=70m		CALCOLO AZIONE VENTO IMPALCATO (CNR DT207/2008)				Rev. 00	
PARAMETRI VENTO DI PROGETTO		DATI GEOMETRICI IMPALCATO				AZIONI TOTALI IMPALCATO	
Zona	3 (Tab.3.I)	h_{tot} (m)	11,20	Altezza impalcato	L influenza (m)	35,00	
$v_{b,0}$ (m/s)	27,00	Velocità base liv. mare (Tab.3.I)	d (m)	14,00	Larghezza impalcato	F_x (kN)	1073,9
c_a	1,00	Coeff. altitudine	d/h_{tot}	1,25	(§G.10.3)	F_y (kN)	556,2
v_b (m/s)	27,00	Velocità base riferimento vento	z (m)	20,00	Altezza dal suolo impalcato	M_z (kNm)	1887,8
T_R (anni)	75	Tempo ritorno vento	c_e	2,81	Coeff. esposizione		
c_r	1,037	Coeff. tempo ritorno	ρ (kg/m ³)	1,25	Massa specifica aria		
v_r (m/s)	27,99	Velocità riferimento vento	q_p (Pa)	1376	Pressione cinetica picco		
k_a	0,37	Fattore altitudine (Tab.3.I)	c_{fx}	1,99			
a_s (m s.l.m.)	20	Altitudine sito	c_{fy}	0,83			
a_0 (m s.l.m.)	500	Altitudine base (Tab.3.I)	c_{mz}	0,20			
Categoria	2 (Tab. 3.II - 3.III)		f_x (kN/m)	30,68	(§G.10.3)		
k_r	0,19	Fattore terreno (Tab.3.II)	f_y (kN/m)	15,89	(§G.11.1)		
z_{min} (m)	4,00	Altezza minima (Tab.3.II)	m_z (kNm/m)	53,94	(§G.11.1)		
z_0 (m)	0,05	Altezza rugosità (Tab.3.II)					
c_t	1,00	Coeff. topografico					

$$f_x(z) = q_p(z) \cdot l \cdot c_{fx}$$

$$f_y(z) = q_p(z) \cdot l \cdot c_{fy}$$

$$m_z(z) = q_p(z) \cdot l^2 \cdot c_{mz}$$

NOME: IMPALCATO L=70 m		RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)										Rev. 00							
GEOMETRIA IMPALCATO		CARICHI Q6 (vento)																	
L (m)	L_{sx} (m)	L_{dx} (m)	Int (m)	N	N°	$-M_z/FY/2$	$M_z/FY/2$	FY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10,15	0,00	0,00	10,15	2	Q_i (kN)	-556,22	556,22	556,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	556,22
					e_i (m)	-1,70	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
DATI TRAVI		COEFFICIENTI INFLUENZA CARICHI TRAVI										Q_{trave} (kN)							
Trave N°	b_i (m)	I_i (cm ⁴)	$b_i \cdot I_i^2$ (m ³)	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}						
1	5,08	1	0,000	0,667	0,333	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	92,12					
2	5,08	1	0,000	0,333	0,667	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	464,10					
		0	0,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	556,22					

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	75

6.8 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	-	-	-

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, che costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica del sito è definita in termini di:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

L’accelerazione orizzontale massima attesa a_g è riferita in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R per ogni stato limite considerato.

I valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell’intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell’ALLEGATO B delle NTC.

6.8.1 Stati limite di progetto sismici

L’opera in questione rientra in particolare nell’ambito del Progetto di Raddoppio della tratta Ferroviaria “Linea Pescara - Bari - Raddoppio Termoli - Lesina”, che si sviluppa per circa 25Km, attraversando il territorio di diverse località, tra cui Termoli (CB), Campomarino (CB), Campomarino – Santa Monica (CB), Marina di Chieuti / Chieuti (FG), Serracapriola- Loc.SS16 (FG).

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	76

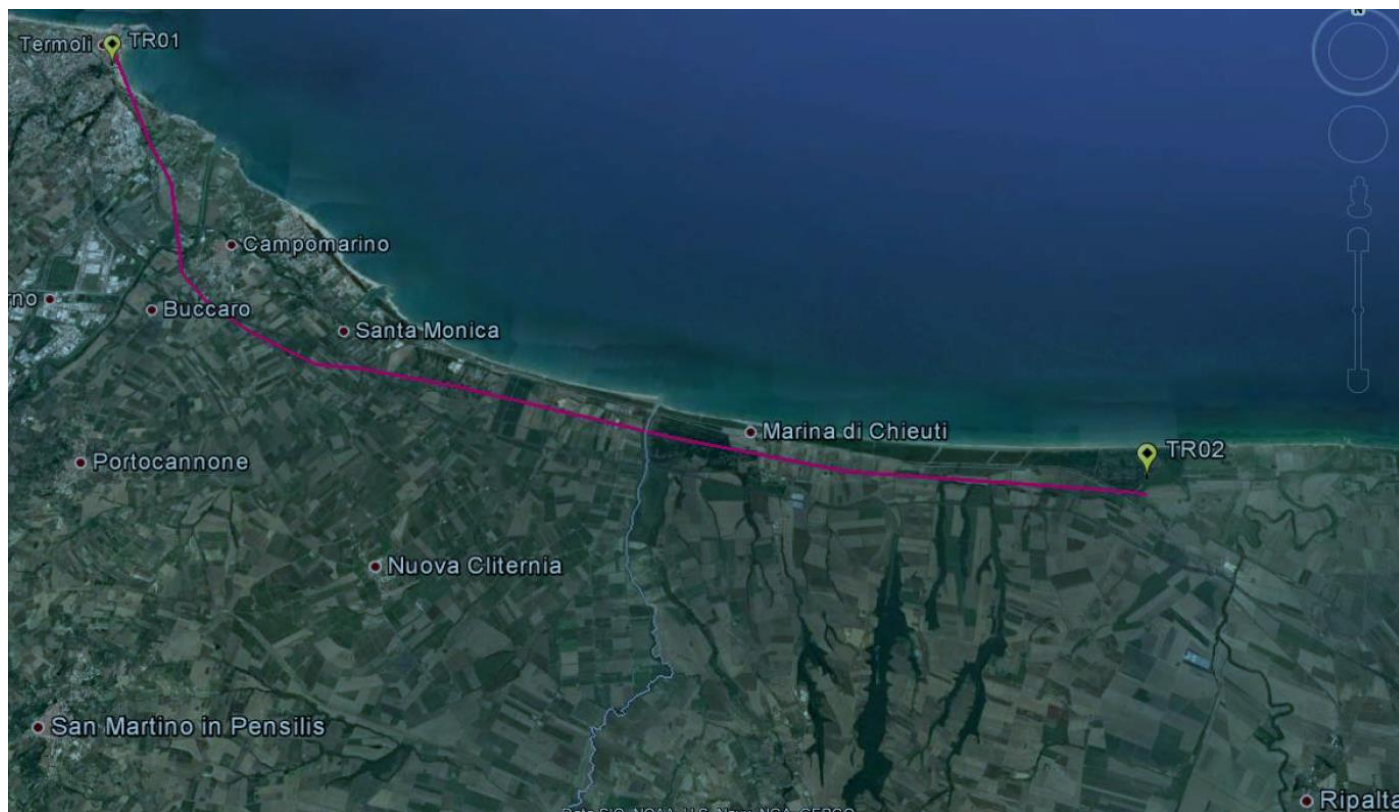



Figura 21- Configurazione planimetrica tracciato

In considerazione della variabilità dei parametri di pericolosità sismica con la localizzazione geografica del sito, ed allo scopo di individuare dei tratti omogenei nell'ambito dei quali assumere costanti detti parametri, si è provveduto a suddividere il tracciato in quattro sottozone simiche, a seguito di un esame generale del livello pericolosità sismica dell'area che evidenzia un graduale incremento dell'intensità sismica da nord verso sud; nella fattispecie le zone sismiche "omogenee" individuate, sono quelle di seguito elencate:

Progr. Inizio	Progr. Fine	Località di Riferimento Azioni Sismiche	Zona sismica Locale
0	5.250,00	Campomarino(CB)	S1
5.250,00	10.000,00	Campomarino - Santa Monica (CB)	S2
10.000,00	18.650,00	Marina di Chieuti /Chieuti (FG)	S3
18.650,00	24.200,00	Serracapriola- Loc.SS16 (FG)	S4

Tabella 14 - Tabella di riepilogo località di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche per il progetto delle opere

La vita nominale V_N delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella:

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	77

TIPO DI COSTRUZIONE ⁽¹⁾	Vita Nominale V _N [Anni] ⁽¹⁾
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14.01.2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE (V<250 Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ V<250 Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ V ≥ 250 km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 ⁽²⁾
(1) – La stessa V _N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere. (2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

Per le opere definitive e tenendo conto delle indicazioni precedenti, si ha il periodo di riferimento della struttura $V_R = 112.5$ anni, si possono pertanto individuare i seguenti stati limite:

SLATO LIMITE	T _R [anni]	a _g [g]	F _o [-]	T _c [*] [s]
SLO	68	0,066	2,494	0,324
SLD	113	0,082	2,548	0,332
SLV	1068	0,195	2,532	0,375
SLC	2193	0,253	2,507	0,382

Tabella 15 - Parametri sismici per i vari stati limite di progetto

Con riferimento al §7 delle NTC 2008, le costruzioni caratterizzate nei confronti dello SLV, da $a_g S \leq 0.075g$, possono essere progettate e verificate con la sola verifica nei confronti dello SLV.

Con riferimento alle caratteristiche dell'opera, si sono analizzati i seguenti stati limite di progetto:

- *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



Probabilità di superamento

$$P_{VR} = 63\%$$

Tempo di ritorno

$$T_R = -V_R / \ln(1-P_{VR}) = -112.5 / \ln(1-0.63) = 113 \text{ anni}$$

- *Stato limite ultimo 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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	78

invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali

Probabilità di superamento $P_{VR} = 10\%$

Tempo di ritorno $T_R = -V_R / \ln(1-P_{VR}) = -112.5 / \ln(1-0.10) = 1068$ anni

6.8.2 Spettri di risposta

Per il sito in esame, in base alle caratteristiche geotecniche di riferimento e dalla morfologia del terreno descritti nei capitoli precedenti, il sottosuolo può essere classificato come:

Categoria sottosuolo "D"

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s

Categoria topografica "T1"

Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Lo spettro di risposta elastico orizzontale $S_e(T)$ del sisma è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T_D \cdot T_C}{T^2} \right]$$

T periodo di vibrazione orizzontale [s]

$S_e(T)$ accelerazione spettrale orizzontale [m/s^2]

$S = S_S \cdot S_T$ coefficiente della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche

S_S coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi tabella seguente)

S_T coefficiente di amplificazione topografica (vedi tabella seguente)

$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$ fattore che altera lo spettro elastico per smorzamento viscosi diversi dal 5%

ξ coefficiente di smorzamento viscoso [%]

F_0 fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro

C_C coefficiente definito nella tabella seguente

$T_B = T_C/3$ periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante

$T_D = 4 \cdot a_g/g + 1,6$ periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1.00	1.00

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	79

B	$1.0 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$
C	$1.0 \leq 1.70 - 0.6 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.50}$
E	$1.0 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$

Tabella 16 - Coefficienti di amplificazione stratigrafica orizzontale

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S _T
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Tabella 17 - Coefficienti di amplificazione topografica

Lo spettro di risposta elastico verticale $S_{ve}(T)$ del sisma è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T_D \cdot T_C}{T^2} \right]$$

T periodo di vibrazione verticale [s]

$S_{ve}(T)$ accelerazione spettrale verticale [m/s²]


$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot (a_g/g)^{0.5}$ fattore che quantifica l'accelerazione spettrale massima

I parametri S_s , T_B , T_C e T_D per la definizione dello spettro verticale sono indipendenti dalla categoria di suolo e assumono i valori riportati nella tabella seguente.

Categoria sottosuolo	S _s	T _B	T _C	T _D
A, B, C, D, E	1.0	0.05 s	0.15 s	1.0 s

Tabella 18 - Coefficienti di amplificazione stratigrafica verticale

Le capacità dissipative della struttura possono essere considerate nella fase di analisi attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovrarresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	80

In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare è lo spettro elastico ridotto sostituendo nelle formule corrispondenti η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. Si assume comunque $S_d(T) \geq 0,2a_g$.

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

q_0 valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto α_u/α_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione

K_R fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione

Il valore di q utilizzato per la componente verticale dell'azione sismica allo SLV, a meno di adeguate analisi giustificative, è $q = 1.50$ per qualunque tipologia strutturale e di materiale, tranne che per i ponti per i quali è $q = 1.00$.

6.8.2.0 *Pile e spalle da ponte*



Le capacità dissipative delle singole sottostrutture sono variabili a seconda di che si tratti delle pile o delle spalle.

Nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, la capacità delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole di cui al Capitolo 4, senza nessun requisito aggiuntivo, a condizione che: per le strutture di calcestruzzo armato, nessuna sezione superi la curvatura convenzionale di prima plasticizzazione, come definita al § 7.4.4.1.2; per le strutture di calcestruzzo armato precompresso e per le strutture in carpenteria metallica, nessun materiale superi la deformazione di snervamento di progetto.

Nel caso di comportamento strutturale dissipativo, la struttura del ponte deve essere concepita e dimensionata in modo tale che, sotto l'azione sismica relativa allo SLV, essa dia luogo alla formazione di un meccanismo dissipativo stabile nel quale la dissipazione sia limitata alle pile.

Ai soli fini del progetto dei pali di fondazione, con riferimento al §7.2.5, è possibile considerare una limitata capacità dissipativa, dividendo per 1.50 le sollecitazioni sismiche sui pali derivanti dall'analisi strutturale con comportamento non dissipativo. In questo caso, per una lunghezza pari a 10 diametri dalla sommità del palo, devono applicarsi i dettagli costruttivi di cui al §7.9.6.1 relativi alla CD"B".

Gli elementi ai quali non è mai richiesta capacità dissipativa devono mantenere un comportamento sostanzialmente elastico; essi sono: gli elementi progettati per avere un comportamento non dissipativo, le porzioni esterne alle zone dissipative delle pile, l'impalcato, gli apparecchi di appoggio, le strutture di fondazione, le spalle, le pile che non scambiano azioni orizzontali con l'impalcato.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	81

Per le due componenti orizzontali dell'azione sismica, nel caso di comportamento strutturale non dissipativo $q_0 = 1.00$, mentre per comportamento strutturale dissipativo i valori di q_0 sono quelli di Tab. 7.3.II con le seguenti:

$$\lambda(\alpha) = 1.00 \quad \alpha \geq 3.00$$

$$(\alpha/3)^{0.5} \quad 3.00 > \alpha \geq 1.00$$

$$\alpha = L/H$$

L distanza della sezione di cerniera plastica dalla sezione di momento nullo

H dimensione della sezione nel piano di inflessione della cerniera plastica

Per gli elementi duttili di calcestruzzo armato si ha che per la scelta dei valori di q_0 si ha:

$$v_k < 0.30$$

$q_0 =$ valori di Tab. 7.3.II

$$0.30 < v_k < 0.60$$

$$q_0(v_k) = q_0(v_k=0.3) - (v_k / 0.3 - 1) * (q_0(v_k=0.3) - 1)$$

$$v_k = N_{Ed} / (A_c * f_{ck}) < 0.30$$

sollecitazione di compressione normalizzata

N_{Ed}

sforzo di progetto

$A_c * f_{ck}$

resistenza a compressione semplice della sezione

In accordo al §7.9.2 delle NTC 2008, per le verifiche strutturali delle pile si considera classe di duttilità CD“B” e coefficiente di struttura $q_0 = 1.50$, per le spalle si considera coefficiente di struttura $q_0 = 1.50$.

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	82

L'opera in questione rientra nella zona sismica denominata S1 di cui nel seguito si riportano i parametri sismici di calcolo e lo spettro elastico di risposta:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,178 g
F_0	2,561
T_C	0,393 s
S_S	1,715
C_C	1,995
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,715
η	1,000
T_B	0,261 s
T_C	0,783 s
T_D	2,314 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,306
0,261	0,783
0,783	0,783
0,856	0,717
0,929	0,661
1,002	0,613
1,075	0,571
1,148	0,535
1,221	0,503
1,293	0,474
1,366	0,449
1,439	0,426
1,512	0,406
1,585	0,387
1,658	0,370
1,731	0,355
1,804	0,340
1,877	0,327
1,949	0,315
2,022	0,303
2,095	0,293
2,168	0,283
2,241	0,274
2,314	0,265
2,394	0,248
2,474	0,232
2,555	0,218
2,635	0,205
2,715	0,193
2,796	0,182
2,876	0,172
2,956	0,162
3,036	0,154
3,117	0,146
3,197	0,139
3,277	0,132
3,358	0,126
3,438	0,120
3,518	0,115
3,599	0,110
3,679	0,105
3,759	0,100
3,839	0,096
3,920	0,092
4,000	0,089

Tabella 19 - Opere definitive - Parametri dello spettro di risposta orizzontale allo SLV

VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	83

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{SLV}	0,102 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,460
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,102
T_B	0,050	0,174
T_C	0,150	0,174
	0,235	0,111
	0,320	0,081
	0,405	0,064
	0,490	0,053
	0,575	0,045
	0,660	0,039
	0,745	0,035
	0,830	0,031
	0,915	0,028
T_D	1,000	0,026
	1,094	0,022
	1,188	0,018
	1,281	0,016
	1,375	0,014
	1,469	0,012
	1,563	0,011
	1,656	0,009
	1,750	0,009
	1,844	0,008
	1,938	0,007
	2,031	0,006
	2,125	0,006
	2,219	0,005
	2,313	0,005
	2,406	0,005
	2,500	0,004
	2,594	0,004
	2,688	0,004
	2,781	0,003
	2,875	0,003
	2,969	0,003
	3,063	0,003
	3,156	0,003
	3,250	0,002
	3,344	0,002
	3,438	0,002
	3,531	0,002
	3,625	0,002
	3,719	0,002
	3,813	0,002
	3,906	0,002
	4,000	0,002

Tabella 20 - Opere definitive - Parametri dello spettro di risposta verticale allo SLV

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	84

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

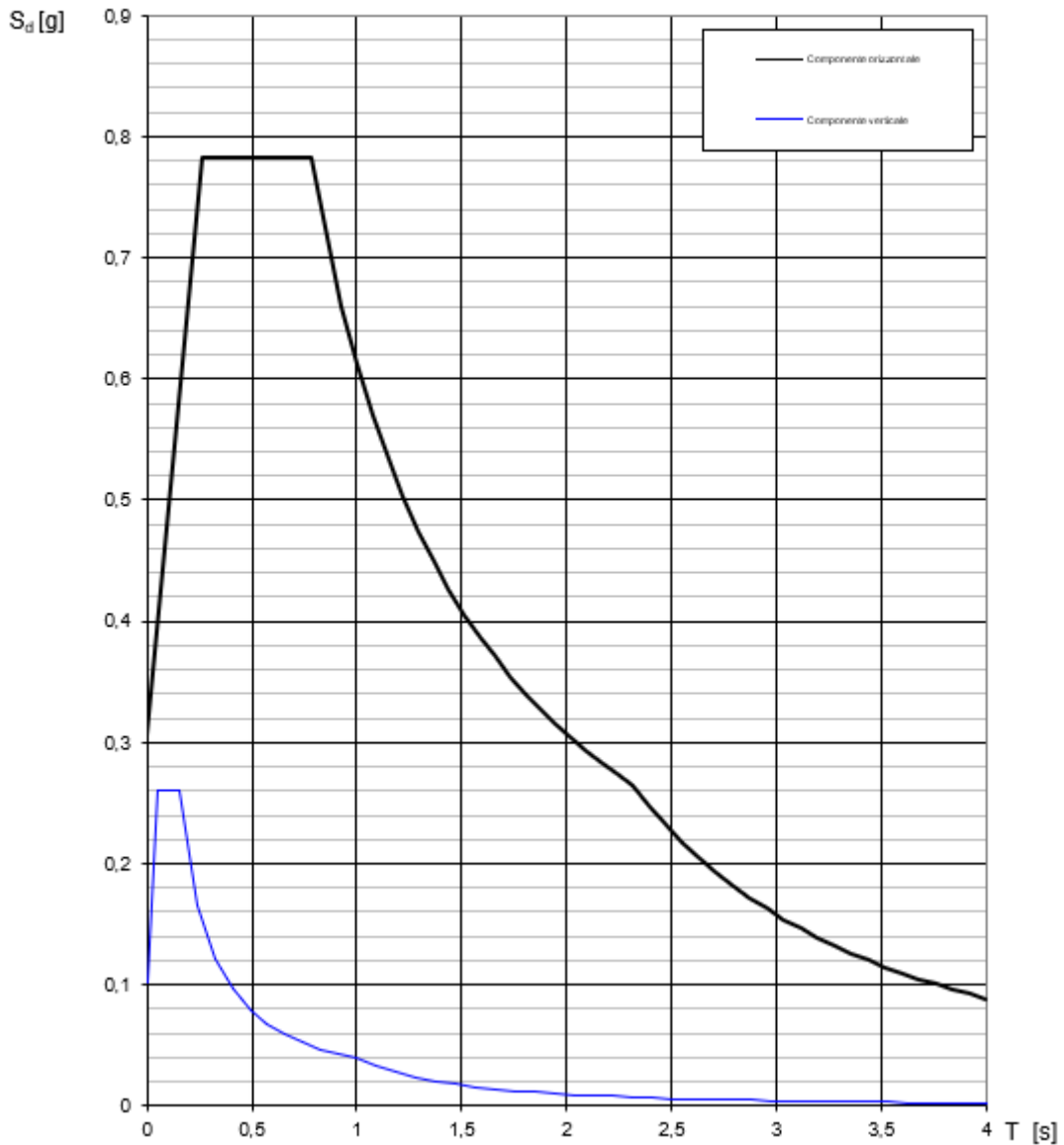


Figura 22 – Spettri di risposta elastici (componente orizzontale e verticale)

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	85

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

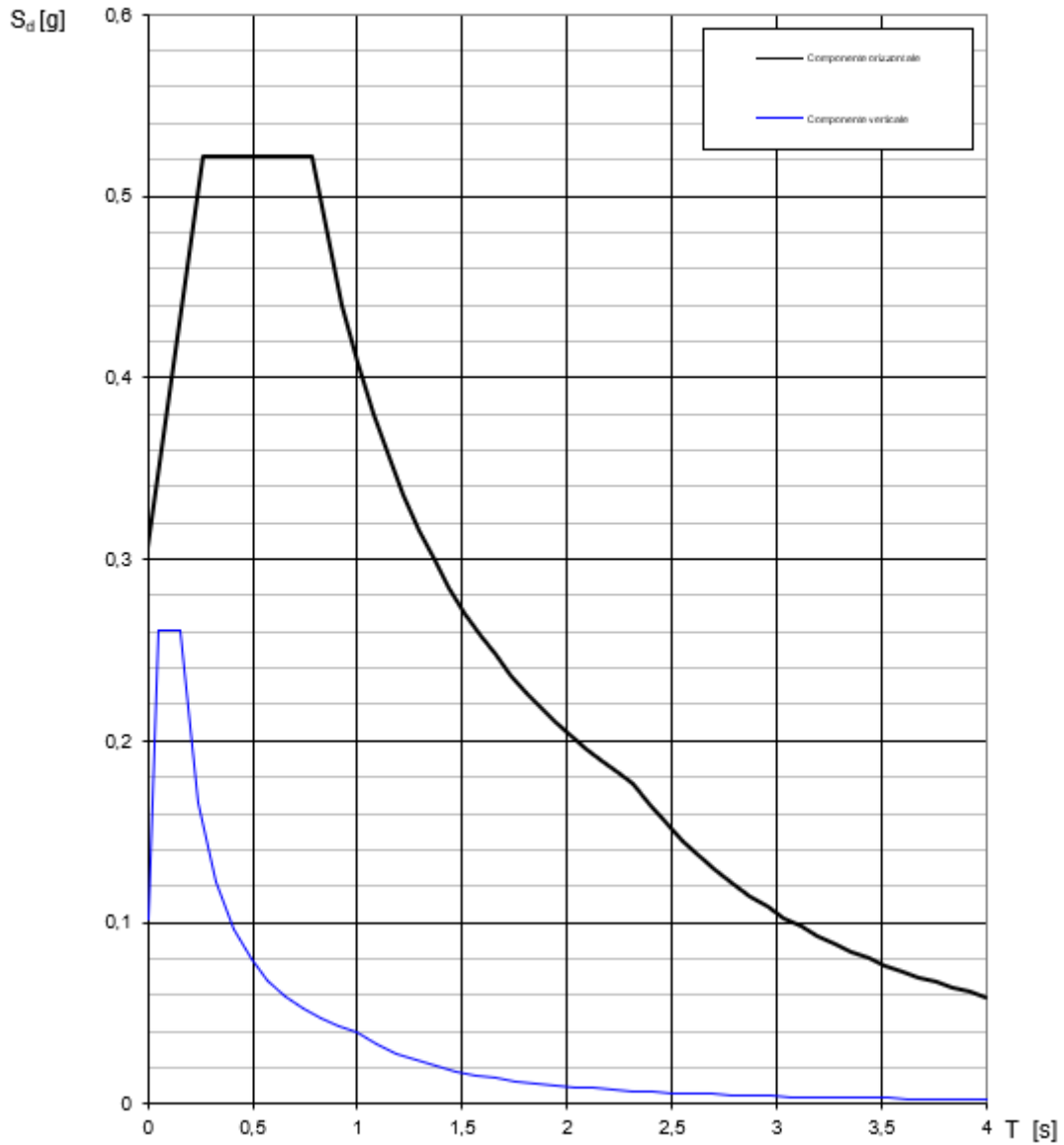



Figura 23 - Spettri di risposta di progetto (componente orizzontale e verticale)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	86

6.8.3 Amplificazione sismica di progetto

6.8.3.0 Metodo dinamico per strutture generiche

Le azioni inerziali E_h e E_v associate alle masse degli elementi strutturali dei carichi permanenti strutturali e non strutturali sono determinati incrementando le masse schematizzate nel modello di calcolo secondo gli spettri di progetto secondo le seguenti relazioni:

$$E_h = G \cdot S_e(T) \quad \text{azione inerziale orizzontale}$$

$$E_v = G \cdot S_{ve}(T) \quad \text{azione inerziale verticale}$$

Si è tenuto conto della variabilità del moto sismico orizzontale considerando le due direzioni principali di oscillazione, in accordo con il §7.3.5 delle NTC, secondo le seguenti relazioni:

$$E_1 = E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

$$E_2 = 0.30 \cdot E_x + E_y + 0.30 \cdot E_z$$

$$E_3 = 0.30 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + E_z$$

6.8.3.1 Azioni inerziali masse

Con riferimento a §3.2.4 delle NTC 2008, si considera in fase sismica il contributo delle azioni accidentali come previsto per i ponti ferroviari, pari al 20% del sovraccarico nominale:

$$G = G_1 + G_2 + \sum \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

G massa totale efficace

G_1 masse dei pesi propri strutturali

G_2 masse dei carichi permanenti non strutturali (permanenti, terreno)

Q_{kj} masse dei carichi accidentali

$\Psi_{2j} = 0.2$ se ponti ferroviari (§5.2.2.8) o ponti stradali alto traffico (§5.1.3.12)

Le azioni inerziali orizzontali E_x e verticali E_y delle masse efficaci sono determinate incrementando i pesi propri G con accelerazioni verticali e orizzontali definite dai coefficienti di amplificazione dinamica k_h e k_v :

$$E_x = G \cdot k_h \quad \text{azione inerziale orizzontale}$$

$$E_y = G \cdot k_v \quad \text{azione inerziale verticale}$$

$$G = G_1 + G_2 + \Psi_{2j} \cdot Q \quad \text{masse efficaci sismiche}$$

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	87

6.9 VARIAZIONI TERMICHE (Q₇)

Nome	Tipo	γ_Q (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
TEMP (ponti ferroviari)	Variabili	EQU 0.00 / 1.50 (A1) 0.00 / 1.50 (A2) 0.00 / 1.30	0.60	0.60	0.50

Essendo le campate isostatiche, tale azione non rientra direttamente nel calcolo delle sottostrutture, ma viene inclusa indirettamente nelle valutazioni sulle azioni agli appoggi (escursioni ed attriti meccanici).

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.

La variazione termica uniforme volumetrica da considerare per l’impalcato risulta $\pm 20^\circ$, ai fini della valutazione delle escursioni dei giunti e degli appoggi mobili viene incrementata del 50% per una variazione totale di calcolo di $\pm 30^\circ\text{C}$.

6.10 ATTRITO (Q₈)

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 $f = 3\%$.

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

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

Per le forze orizzontali associate ubicate ai singoli appoggi, vedi tabella scarichi impalcato.

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							
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B

6.11 AZIONE IDRODINAMICA (Q₉)

Nome	Tipo	γ _Q (Fav / Sfav)	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
IDRODINAMICA	Variabile	EQU 0.00 / 1.50 (A1) 0.00 / 1.50 (A2) 0.00 / 1.30	0.60	0.50	0.00

Si sono verificate due condizioni di applicazione delle azioni idrodinamiche dell'acqua:

- condizione SLU ECC di scalzamento delle pile con livello idrico di piena TR=300 anni, dove il terreno nell'intorno della sottostruttura è completamente rimosso fino a -3.50 m dalla testa palo (rivestimento di massi di fondo scalzati)
- condizione di servizio SLU/SLE con livello idrico di piena TR=200 anni in assenza di scalzamento del fondo alveo (rivestimento in massi del fondo presenti)

In accordo a quanto riportato al §4.9 della UNI EN 1991-1-6:2005, l'azione idrodinamica sulle pile può essere calcolata secondo lo schema seguente.

$$F_{wa} = \frac{1}{2} k \rho_{wa} h b v_{wa}^2$$

where:

- v_{wa} is the mean speed of the water averaged over the depth, in m/s;
- ρ_{wa} is the density of water, in kg/m³;
- h is the water depth, but not including local scour depth, in m;
- b is the width of the object, in m;
- k is the shape factor, where

$k = 1,44$ for an object of square or rectangular horizontal cross-section, and
 $k = 0,70$ for an object of circular horizontal cross-section.

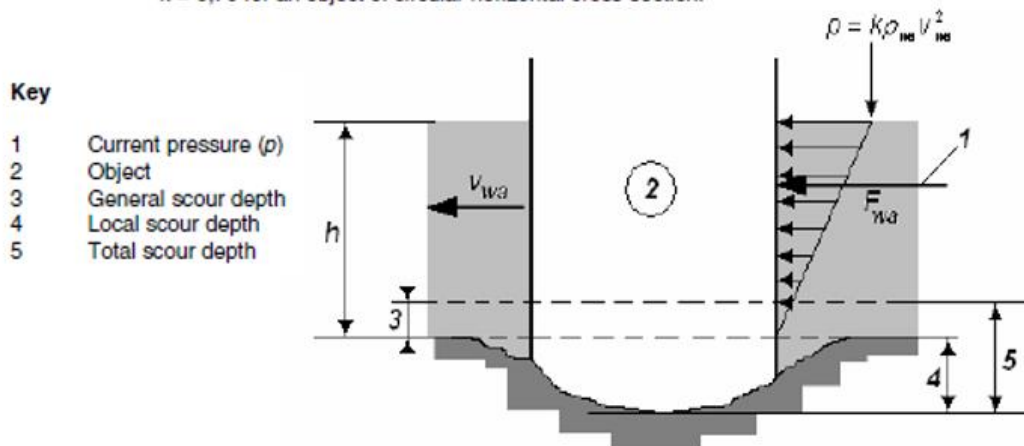


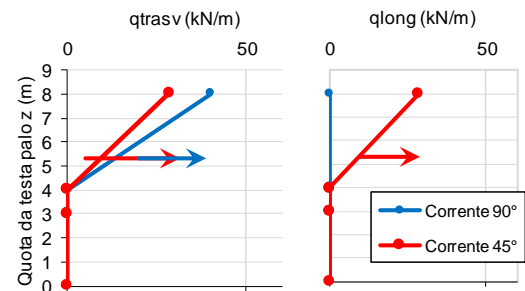
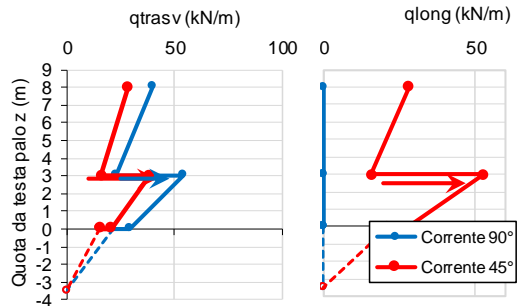
Figura 24 – UNI EN 1991-1-6 – Schema di calcolo delle azioni idrodinamiche

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	89



Si sono considerati uno scenario di corrente in direzione trasversale a 90° e uno a corrente inclinata di 45° rispetto all'asse longitudinale, cautelativamente si è inoltre adottato un coefficiente di drag pari a 2.0 secondo quanto indicato in: "Table 3.3 Publication No. FHWA-HIF-12-018 April 2012. Hydraulic Design Series Number 7 "Hydraulic Design of Safe Bridge"".

NOME: PILA P55		CALCOLO SPINTA IDRAULICA SULLE PILE (UNI EN 1991-1-6:2005)						Rev. 00		
Cd	2,00	coefficiente di drag		h (m)	4,00	livello dell'acqua (sopra reinterro)		Note: - livello z=0 coincidente a testa palo		
v _{m,a} (m/s)	2,00	velocità media sull'altezza		hs (m)	3,50	scalzamento pali (da z=0)		- le pressioni idrodinamiche al di sotto		
ρ _w (kg/m ³)	1000	densità dell'acqua		hpc (m)	1,00	altezza reinterro sopra plinto (p.c)		del plinto sono da applicare ai pali		
				hpl (m)	3,00	altezza plinto				
CONDIZIONE ECCEZIONALE - PILA SCALZATA										
					Corrente 90°			Corrente 45°		
	z	ρ	B _{trasv}	B _{long}	θ	q _{trasv}	q _{long}	θ	q _{trasv}	q _{long}
	(m)	(kN*m)	(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(kN/m)	(°)	(kN/m)	(kN/m)
Fusto	8,00	8,0	5,00	5,00	90	40,0	0,0	45	28,3	28,3
Pila	3,00	4,5	5,00	5,00	90	22,6	0,0	45	16,0	16,0
Plinto	3,00	4,5	12,00	16,50	90	54,3	0,0	45	38,4	52,8
	0,00	2,4	12,00	16,50	90	29,2	0,0	45	20,7	28,4
Pali	0,00	2,4	8,90	12,50	90	21,7	0,0	45	15,3	21,5
	-3,50	0,0	8,90	12,50	90	0,0	0,0	45	0,0	0,0
					F _{wd} (kN)	319,7	0,0	F _{wd} (kN)	226,0	270,1
					z _{wd} (m)	2,83	2,44	z _{wd} (m)	2,83	2,44
CONDIZIONE ESERCIZIO - PILA NON SCALZATA										
					Corrente 90°			Corrente 45°		
	z	ρ	B _{trasv}	B _{long}	θ	q _{trasv}	q _{long}	θ	q _{trasv}	q _{long}
	(m)	(kN*m)	(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(kN/m)	(°)	(kN/m)	(kN/m)
Fusto	8,00	8,0	5,00	5,00	90	40,0	0,0	45	28,3	28,3
Pila	4,00	0,0	5,00	5,00	90	0,0	0,0	45	0,0	0,0
Reinterro	4,00	0,0	0,00	0,00	90	0,0	0,0	45	0,0	0,0
	3,00	0,0	0,00	0,00	90	0,0	0,0	45	0,0	0,0
Plinto	3,00	0,0	0,00	0,00	90	0,0	0,0	45	0,0	0,0
	0,00	0,0	0,00	0,00	90	0,0	0,0	45	0,0	0,0
					F _{wd} (kN)	80,0	0,0	F _{wd} (kN)	56,6	56,6
					z _{wd} (m)	5,33	5,33	z _{wd} (m)	5,33	5,33



6.11.1.9 Effetti sulla sottostruttura

Le condizioni di carico più gravose (condizione con scalzamento al piede della pila) sono da considerarsi solo per le verifiche eccezionali SLU ECC con coefficiente unitario. Dato che tali combinazioni di azioni sollecitano la sottostruttura all'interno del campo di esercizio delle combinazioni SLU (le azioni dimensionanti sono prevalentemente quelle da traffico), si sono riportate nei calcoli di dimensionamento le sole combinazioni con scenari di servizio SLU/SLE (piena TR=200 anni senza scalzamento al piede).

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	90

6.12 SCARICHI AGLI APPOGGI

Dalle valutazioni sui carichi derivanti dagli impalcati in appoggio, effettuate mediante metodi semplificati e riportate nei capitoli precedenti per le varie tipologie di azione, si sono considerati i valori nominali degli scarichi riepilogati nella tabella seguente.

Tali scarichi sono stati confrontati rispetto alle calcolazioni di dettaglio effettuate mediante analisi FEM sui singoli impalcati, alle cui relazioni di calcolo si rimanda per ulteriori verifiche di confronto.


IMPALCATO ACCIAIO L=70m	Lato Appoggi Fissi						Lato Appoggi Scorrevoli					
	Appoggio 1 (F)			Appoggio 2 (UT)			Appoggio 3 (UL)			Appoggio 4 (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]
Perm. strutturali												
G1 (peso proprio)	0	0	2848	0	0	2848	0	0	2848	0	0	2848
Ballast												
G2,1 (ballast)	0	0	2366	0	0	2366	0	0	2366	0	0	2366
Perm. non strutturali												
G2,2 (velette)	0	0	105	0	0	105	0	0	105	0	0	105
G2,3 (arredi)	0	0	210	0	0	210	0	0	210	0	0	210
G2,4 (barriere)	0	0	560	0	0	560	0	0	560	0	0	560
Q8 Fa,G (attrito)	183	0	0	183	0	0	183	0	0	183	0	0
Accidentali da traffico												
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	1060	0	0	2532	0	0	1060	0	0	2532
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	2532	0	0	1060	0	0	2532	0	0	1060
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	1323	0	0	3045	0	0	1323	0	0	3045
Q3,a B1-SW2 (avv)	303	0	12	697	0	27	0	0	12	0	0	27
Q3,a B1-LM71 (avv)	333	0	13	767	0	29	0	0	13	0	0	29
Q3,a B2-LM71 (avv)	767	0	29	333	0	13	0	0	29	0	0	13
Q3,f B1-SW2 (fren)	742	0	28	1708	0	65	0	0	28	0	0	65
Q3,f B1-LM71 (fren)	467	0	18	1073	0	41	0	0	18	0	0	41
Q3,f B2-LM71 (fren)	1073	0	41	467	0	18	0	0	41	0	0	18
Q4 B1-SW2 (centr)	0	143	-37	0	0	37	0	143	-37	0	0	37
Q4 B1-LM71 (centr)	0	286	-73	0	0	73	0	286	-73	0	0	73
Q4 B2-LM71 (centr)	0	286	-73	0	0	73	0	286	-73	0	0	73
Q5 B1-SW2 (serp)	0	100	-26	0	0	26	0	100	-26	0	0	26
Q5 B1-LM71 (serp)	0	110	-28	0	0	28	0	110	-28	0	0	28
Q5 B2-LM71 (serp)	0	110	-28	0	0	28	0	110	-28	0	0	28
Q8 Fa,Q (attrito)	76	0	0	91	0	0	76	0	0	91	0	0
Effetti ambientali												
Q6 (vento)	0	1074	92	0	0	464	0	1074	92	0	0	464

Tabella 21 – Scarichi caratteristici appoggi fissi e mobili – Campata L=70 m

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	91

IMPALCATO CAP L=25m	Lato Appoggi Fissi											
	Appoggio 1 (M)			Appoggio 2 (F)			Appoggio 3 (F)			Appoggio 4 (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]
Perm. strutturali												
G1 (peso proprio)	0	0	1075	0	0	475	0	0	475	0	0	1075
Ballast												
G2,1 (ballast)	0	0	325	0	0	500	0	0	500	0	0	325
Perm. non strutturali												
G2,2 (velette)	0	0	225	0	0	-138	0	0	-138	0	0	225
G2,3 (arredi)	0	0	425	0	0	-225	0	0	-225	0	0	425
G2,4 (barriere)	0	0	575	0	0	-325	0	0	-325	0	0	575
Q8 Fa,G (atrito)	79	0	0	9	0	0	9	0	0	79	0	0
Accidentali da traffico												
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-15	0	0	253	0	0	520	0	0	788
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	0	0	520	0	0	253	0	0	-15
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	0	0	283	0	0	565	0	0	848
Q3,a B1-SW2 (avv)	0	0	0	-275	0	-20	1100	0	-40	0	0	-60
Q3,a B1-LM71 (avv)	0	0	0	-303	0	-22	1210	0	-44	0	0	-66
Q3,a B2-LM71 (avv)	0	0	-66	1210	0	-44	-303	0	-22	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	-292	0	-21	1167	0	-42	0	0	-63
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-183	0	-13	733	0	-27	0	0	-40
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-40	733	0	-27	-183	0	-13	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-23	0	28	-8	0	28	8	0	0	23
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-58	0	70	-19	0	70	19	0	0	58
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-58	0	70	-19	0	70	19	0	0	58
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	0	50	-14	0	50	14	0	0	41
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	0	55	-15	0	55	15	0	0	45
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	0	55	-15	0	55	15	0	0	45
Q8 Fa,Q (atrito)	24	0	0	16	0	0	17	0	0	25	0	0
Effetti ambientali												
Q6 (vento)	0	0	-29	0	117	25	0	117	78	0	0	132

Tabella 22 – Scarichi caratteristici appoggi fissi – Campata L=25 m - Raggio forza centrifuga R=2400m

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	92

IMPALCATO CAP L=25m	Lato Appoggi Scorrevoli											
	Appoggio 5 (M)			Appoggio 6 (UL)			Appoggio 7 (M)			Appoggio 8 (M)		
Perm. strutturali	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]
G1 (peso proprio)	0	0	1075	0	0	475	0	0	475	0	0	1075
Ballast												
G2,1 (ballast)	0	0	325	0	0	500	0	0	500	0	0	325
Perm. non strutturali												
G2,2 (velette)	0	0	225	0	0	-138	0	0	-138	0	0	225
G2,3 (arredi)	0	0	425	0	0	-225	0	0	-225	0	0	425
G2,4 (barriere)	0	0	575	0	0	-325	0	0	-325	0	0	575
Q8 Fa,G (atrito)	79	0	0	9	0	0	9	0	0	79	0	0
Accidentali da traffico												
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-15	0	0	253	0	0	520	0	0	788
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	0	0	520	0	0	253	0	0	-15
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	0	0	283	0	0	565	0	0	848
Q3,a B1-SW2 (avv)	0	0	0	0	0	20	0	0	40	0	0	60
Q3,a B1-LM71 (avv)	0	0	0	0	0	22	0	0	44	0	0	66
Q3,a B2-LM71 (avv)	0	0	66	0	0	44	0	0	22	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	0	0	21	0	0	42	0	0	63
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	0	0	13	0	0	27	0	0	40
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	40	0	0	27	0	0	13	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-23	0	56	-8	0	0	8	0	0	23
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-58	0	140	-19	0	0	19	0	0	58
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-58	0	140	-19	0	0	19	0	0	58
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	0	100	-14	0	0	14	0	0	41
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	0	110	-15	0	0	15	0	0	45
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	0	110	-15	0	0	15	0	0	45
Q8 Fa,Q (atrito)	24	0	0	16	0	0	17	0	0	25	0	0
Effetti ambientali												
Q6 (vento)	0	0	-29	0	234	25	0	0	78	0	0	132

Tabella 23 – Scarichi caratteristici appoggi mobili – Campata L=25 m - Raggio forza centrifuga R=2400m

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	93

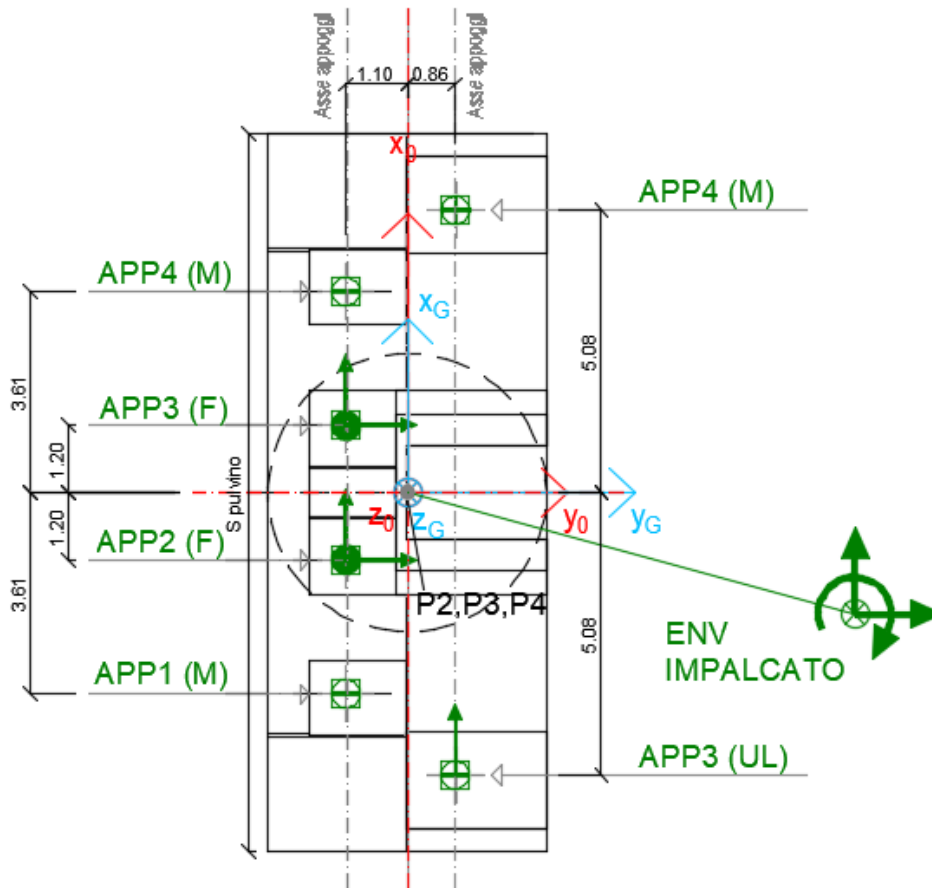



Figura 25 - Schema dei vincoli a terra impalcato

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	94

7. COMBINAZIONI DI CARICO

Le singole azioni elementari vengono combinate utilizzando i coefficienti parziali di sicurezza γ_i e i coefficienti di combinazione ψ_i di seguito riportati:

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti 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⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

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 ⁽²⁾	0,0
	gr ₂	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	-
	gr ₃	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	0,0
	gr ₄	1,00	1,00 ⁽²⁾	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.

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGGIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	95

7.1 COMBINAZIONI DI CARICO ADOTTATE

Per la determinazione degli effetti delle azioni da traffico si fa riferimento ai gruppi di carico da 1 a 4 secondo la tabella riportata di seguito:

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

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

Nel caso in esame, le azioni agenti sull'impalcato sono state combinate secondo i gruppi 1 e 3 che comportano le maggiori sollecitazioni per le strutture in elevazione e in fondazione.

Nella figura successiva vengono esplicitate le tipologie di combinazioni utilizzate:

- Tipo Comb
- 1 $1,35^*Gk1+1,50^*Gk2b+1,35^*Gk2v+0,73^*Qk3a,i+0,73^*Qk3f,i+1,45^*Qk4,i+1,45^*Qk5,i+0,9^*Qk6+1,45^*Qk1,i+1,35^*Qk2g+1,45^*Qk2q$
 - 2 $1,35^*Gk1+1,50^*Gk2b+1,35^*Gk2v+1,45^*Qk3a,i+1,45^*Qk3f,i+0,73^*Qk4,i+0,73^*Qk5,i+0,9^*Qk6+1,45^*Qk1,i+1,35^*Qk2g+1,45^*Qk2q$
 - 3 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v+0,73^*Qk3a,i+0,73^*Qk3f,i+1,45^*Qk4,i+1,45^*Qk5,i+0,9^*Qk6+1,45^*Qk1,i+1,35^*Qk2g+1,45^*Qk2q$
 - 4 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v+1,45^*Qk3a,i+1,45^*Qk3f,i+0,73^*Qk4,i+0,73^*Qk5,i+0,9^*Qk6+1,45^*Qk1,i+1,35^*Qk2g+1,45^*Qk2q$
 - 5 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v+1,45^*Qk6+1,00^*Qk2g$
 - 6 $1,35^*Gk1+1,50^*Gk2b+1,35^*Gk2v+1,45^*Qk6+1,35^*Qk2g$
 - 7 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v+0,9^*Qk6+1,35^*Qk2g$
 - 8 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v+0,9^*Qk6+1,00^*Qk2g$
 - 9 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v+1,00^*Qk2g+1,00^*E1+0,3^*E2+0,3^*E3$
 - 10 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v+0,8^*Qk3a,i+0,8^*Qk3f,i+1,00^*Qk4+1,00^*Qk5+0,6^*Qk6+1,00^*Qk1+1,00^*Qk2g+1,00^*Qk2q$
 - 11 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v+1,00^*Qk3a,i+1,00^*Qk3f,i+0,8^*Qk4+0,8^*Qk5+0,6^*Qk6+1,00^*Qk1+1,00^*Qk2g+1,00^*Qk2q$
 - 12 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v+1,00^*Qk6+1,00^*Qk2g$
 - 13 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v+0,4^*Qk3a,i+0,4^*Qk3f,i+0,8^*Qk4+0,8^*Qk5+0,6^*Qk6+0,6^*Qk1+1,00^*Qk2g+1,00^*Qk2q$
 - 14 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v+0,4^*Qk3a,i+0,4^*Qk3f,i+0,8^*Qk4+0,8^*Qk5+0,6^*Qk6+0,8^*Qk1+1,00^*Qk2g+1,00^*Qk2q$
 - 15 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v+0,8^*Qk3a,i+0,8^*Qk3f,i+0,4^*Qk4+0,4^*Qk5+0,6^*Qk6+0,6^*Qk1+1,00^*Qk2g+1,00^*Qk2q$
 - 16 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v+0,8^*Qk3a,i+0,8^*Qk3f,i+0,4^*Qk4+0,4^*Qk5+0,6^*Qk6+0,8^*Qk1+1,00^*Qk2g+1,00^*Qk2q$
 - 17 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v$
 - 18 $1,00^*Gk1+1,00^*Gk2b+1,00^*Gk2v+1,00^*Qk2g$

Figura 26 - Tipologie di combinazioni di carico

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	97

8. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

8.1 ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO

8.1.1 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

8.1.1.0 Verifica a presso/tenso flessione

Come previsto al §4.1.2.1.2.4 delle [12] 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

8.1.1.1 Verifica a taglio

Secondo quanto previsto §4.1.2.1.3 delle [12], 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

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

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

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

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

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

d Altezza utile della sezione (mm)

b_w Larghezza minima della sezione (mm)

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	98

Elementi provvisti di armature resistenti a taglio

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

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 $0.50 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} < f_{cd}$

8.1.1.2 Verifica a punzonamento

In corrispondenza del collegamento tra setti, pilastri o pali di fondazione ed elementi piani (plinti, solette) si hanno sollecitazioni concentrate, con meccanismo resistente a taglio in condizioni di rottura SLU dipendente dalla geometria locale tra i due elementi e le loro condizioni al contorno.

Le verifiche a taglio-punzonamento vengono eseguite in accordo con le UNI EN 1992-1-1: 2005, dove il taglio sollecitante unitario v_{Ed} si assume distribuito sul perimetro u_i del cono di rottura:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d}$$

β coeff. posizioni reciproche tra aree di carico (pilastro interno 1.15, spigolo 1.50, bordo 1.40)

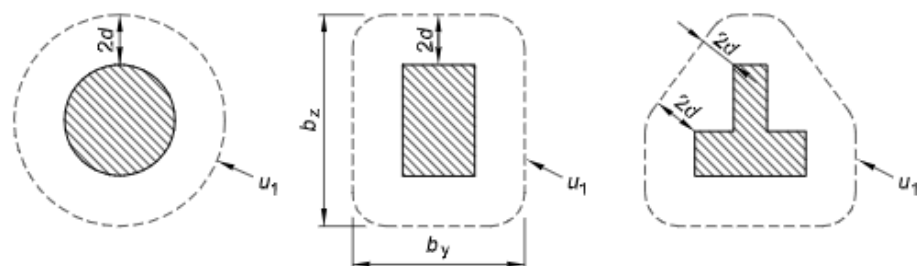
V_{Ed} azione sollecitante di progetto

u_i perimetro della sezione di verifica

$d = \frac{d_y + d_z}{2}$ altezza utile della sezione

d_y, d_z altezze utili delle armature disposte nelle due direzioni principali

figura 6.13 Perimetri di verifica di base tipici intorno ad aree caricate



VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	99

figura 6.15 Perimetro di verifica di base per aree caricate in prossimità di bordi o di angoli

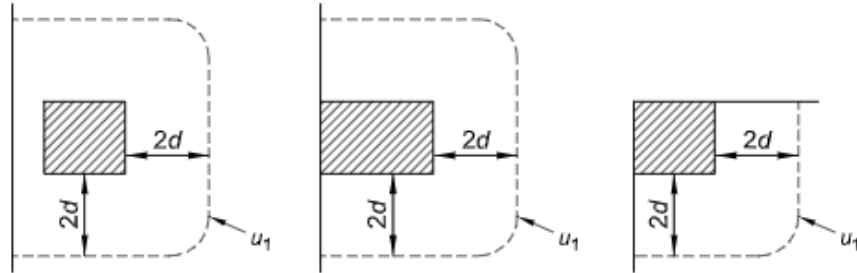


Figura 27 - Schemi aree di carico per diverse geometrie

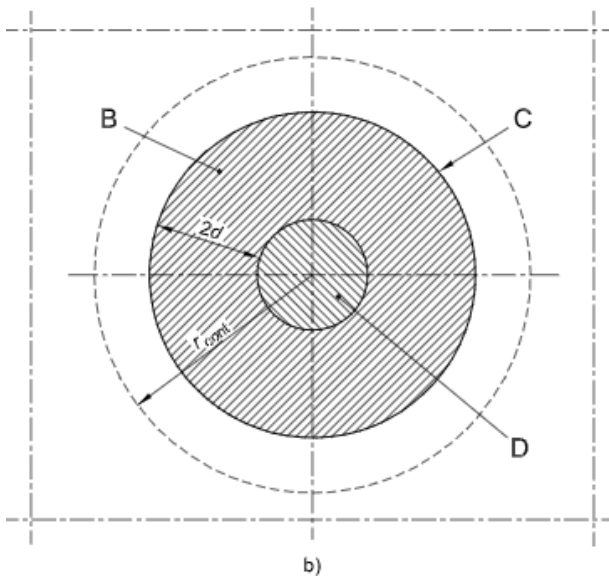
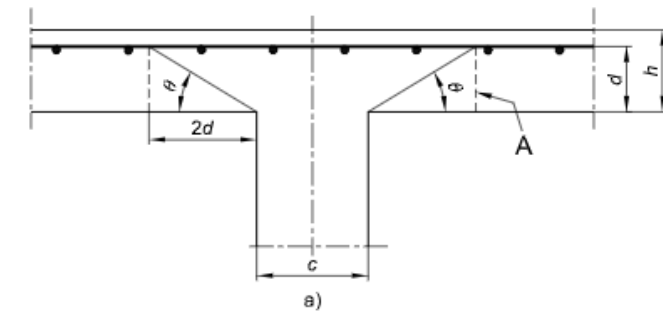


figura 6.12 Modello di verifica a punzonamento allo stato limite ultimo

Legenda

- a) Sezione
- b) Pianta
- A Sezione di base per la verifica
- B Area di verifica di base A_{cont}
- C Perimetro di verifica di base, u_1
- D Area caricata A_{load}
- r_{cont} Ulteriore perimetro di verifica
- $\theta = \arctan(1/2)$
 $= 26,6^\circ$

Figura 28 – Modello di verifica a punzonamento SLU

Per un elemento a piastra e lungo le sezioni di verifica considerate, si definiscono le seguenti resistenze di progetto a taglio-punzonamento:

$$V_{Rd,c} = \max \left(C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}; v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \quad \text{per piastra senza armature a punzonamento}$$

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	100

$$V_{Rd,cs} = 0.75 \cdot V_{Rd,c} + 1.5 \cdot \left(\frac{d}{s_r}\right) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,ef} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha$$

per piastra con armature a punzonamento

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot V \cdot f_{cd}$$

valore massimo assoluto

$$C_{Rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c}$$

$$k = \min \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}}; 2 \right)$$

$$\rho_1 = \min \left(\sqrt{\rho_{1y} \cdot \rho_{1z}}; 0.02 \right)$$

percentuale di armatura longitudinale nelle due direzioni principali

ρ_{1y}, ρ_{1z}

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cy} + \sigma_{cz}}{2}$$

tensioni normali nelle due direzioni principali

$$\sigma_{c,y} = \frac{N_{Ed,y}}{A_{cy}}, \quad \sigma_{c,z} = \frac{N_{Ed,z}}{A_{cz}}$$

azioni normali nelle due direzioni principali

$N_{Ed,y}, N_{Ed,z}$

A_{cy}, A_{cz}

aree delle due direzioni principali

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

$$k_1 = 0.1$$

(annesso italiano all'Eurocodice)

s_r

passo radiale perimetri di armatura a taglio-punzonamento

A_{sw}

area armatura a taglio-punzonamento all'interno del perimetro di verifica

$$f_{ywd,ef} = \min(f_{ywd}; 250 + 0.25 \cdot d)$$

resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento

α

angolo compreso tra l'armatura a taglio e il piano della piastra

La verifica da effettuare lungo il perimetro del pilastro u_0 , descritto dall'area caricata A_{load} , è la seguente:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

u_0

= sviluppo del perimetro pilastro

pilastro interno

$$= c_2 + 3d \leq c_2 + 2 \cdot c_1$$

pilastro di bordo

$$= 3d \leq c_1 + c_2$$

pilastro d'angolo

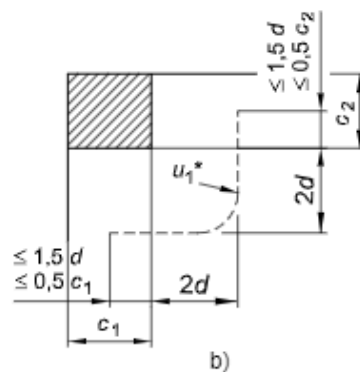
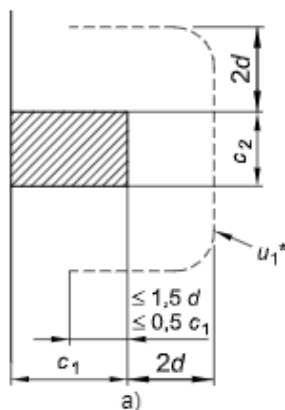


figura 6.20


Perimetro di verifica equivalente u_1

Legenda

a) Pilastro di bordo

b) Pilastro d'angolo

Figura 29 – Geometria dei perimetri pilastri per elementi d'angolo e di bordo

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	101

Le verifiche da effettuare lungo il perimetro di base u_1 sono le seguenti:

$V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$ piastra senza armature a taglio-punzonamento

$V_{Ed} \leq V_{Rd,cs}$ piastra con armature a taglio-punzonamento

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

8.1.2.9 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:

$$E_d \leq C_d$$

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

$C_d = C(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d)$ 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 limiti di normativa:

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	$\sigma_s < 0.75 \cdot f_{yk}$

8.1.2.10 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	Frequente (FR) Quasi Permanente (QP)
Condizioni ambientali	Ordinarie (Gruppo A) Aggressive (Gruppo B) 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	$w_1 = 0.20 \text{ mm}$ $w_2 = 0.30 \text{ mm}$

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	102

$$w_3 = 0.40 \text{ mm}$$

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 25 - 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 26 - Stati limite di fessurazione secondo NTC 2008

Il calcolo, condotto con riferimento alla procedura analitica prevista al §C4.1.2.2.4 del [15], 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).

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.

Elemento strutturale	Classi di esposizione	Gruppo di esigenza	Condizioni ambientali	Combinaz. di azioni	Stato limite	w_k
Elevazioni	XC4-XS1	B	Aggressive	RA	AF	$\leq w_1 = 0.20 \text{ mm}$
Fondazioni	XC2	A	Ordinarie	RA	AF	$\leq w_2 = 0.30 \text{ mm}$

Tabella 27 – Riepilogo stati limite di fessurazione di verifica

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	103

9. MODELLO DI CALCOLO

9.1 ANALISI STATICA

Le sollecitazioni di verifica della pila sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio.

Le sollecitazioni a base pila sono quindi state ricavate adottando uno schema a mensola. Le azioni derivanti dall'impalcato sono state applicate in corrispondenza dell'estremo superiore della mensola per le singole condizioni di carico e successivamente combinate in funzione delle combinazioni prescritte dalla normativa attraverso un apposito foglio di calcolo.

9.2 ANALISI SISMICA

In accordo con la normativa, per ponti a travate semplicemente appoggiate è possibile applicare l'analisi statica lineare per entrambe le direzioni longitudinale e trasversale quando la massa efficace di ciascuna pila non risulta superiore ad 1/5 della massa dell'impalcato da essa portata, in accordo con quanto prescritto al §7.9.4.1 delle NTC2008 e delle successive NTC2018.

Lo schema statico adottato permette di analizzare la pila da un punto di vista sismico schematizzandola come un oscillatore semplice con incastro alla base ad estradosso plinto.

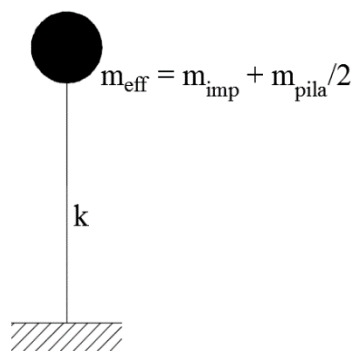


Figura 30 - Modello ad oscillatore semplice

Il periodo fondamentale T_1 in corrispondenza del quale valutare la risposta spettrale in accelerazione $S_d(T_1)$ è dato in entrambi i casi dall'espressione:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{m/k}$$

dove m è la massa efficace di impalcato e pila e k è la rigidezza laterale della pila.

Secondo NTC2008, la determinazione della forza statica equivalente sismica avviene considerando una massa efficace in testa pila pari ad 1/2 della massa fusto pila più la massa del pulvino. Secondo NTC2018, la determinazione della forza statica equivalente sismica avviene considerando una massa efficace in testa pila pari ad 1/3 della massa fusto pila più la massa del pulvino.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	104

Nel caso della pila in oggetto, è possibile ricondursi all'analisi statica lineare se sono valide le seguenti condizioni.

VERIFICA CONDIZIONI APPLICABILITA' ANALISI LINEARE (NTC2008-NTC2018)					
W_{imp} (kN)	18003	Peso impalcati	W_{fusto} (kN)	4906	Peso fusto pila
$1/5 W_{imp}$ (kN)	3601	$1/5$ Peso impalcati (NTC2008-NTC2018)	$W_{pulvino}$ (kN)	3053	Peso pulvino+ritegni
			$W_{eff,pila}$ (kN)	5506	Peso efficace pila (NTC2008)
$W_{eff,pila} < 1/5 W_{imp}$	NON VERIFICATO		$W_{eff,pila}$ (kN)	4688	Peso efficace pila (NTC2018)

Per la pila in esame, il criterio di applicabilità dell'analisi statica lineare non risulta soddisfatto. Pertanto, è stata eseguita un'analisi sismica con spettro di risposta nell'ambito di un modello agli elementi finiti implementato per la pila.

Per tener conto dell'influenza della fessurazione sulla rigidità, in accordo con il §7.2.6 del D.M. 14/01/2008, si è considerato sia il caso di sezione fessurata con un abbattimento del modulo elastico pari al 50% rispetto al valore iniziale $E=E_{cm}$, sia il caso di sezione non fessurata con $E=E_{cm}$.

La valutazione degli effetti dell'azione sismica viene effettuata considerando lo spettro di progetto, ossia riducendo lo spettro elastico mediante un fattore di struttura pari a q in modo da tener conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura.

Ai fini della scelta delle azioni da utilizzare per il dimensionamento delle opere di fondazione, adottando il criterio di gerarchia delle resistenze (GR), vedi quanto descritto nel capitolo precedente di analisi dei carichi per la quantificazione dell'azione sismica E , le sollecitazioni derivanti dall'analisi sismica con gli spettri elastici ($q=1.00$) verranno utilizzati solo nel caso in cui le sollecitazioni delle elevazioni, amplificate secondo i coefficienti di sovraresistenza, γ_{Rd} , risultino superiori alle prime.

Nel paragrafo dedicato alla verifica delle pile sono riportati tutti i calcoli effettuati per studiare il comportamento strutturale in condizioni sismiche, con riferimento allo spettro elastico ($q=1.00$) o di progetto ($q>1.00$) e sezione elastica $E=E_{cm}$ o fessurata $E=0.50 \cdot E_{cm}$.

In accordo con il D.M. 14/01/2008 §3.2.4, per la valutazione delle masse sismiche nel caso di ponti, oltre alla massa efficace dell'impalcato e della pila, è stata considerata anche un'aliquota pari al 20% del carico dovuto al transito dei mezzi ferroviari nelle combinazioni di carico associata alla direzione di analisi in esame.

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									
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 005

10. ANALISI PILA H=9.5 M – IDRODINAMICA

10.1 MODELLO DI CALCOLO

Per le motivazioni sopra riportate, sono stati sviluppati due modelli agli elementi finiti per la pila da 9.50m: uno per la pila in non fessurata, l'altro per la pila fessurata.

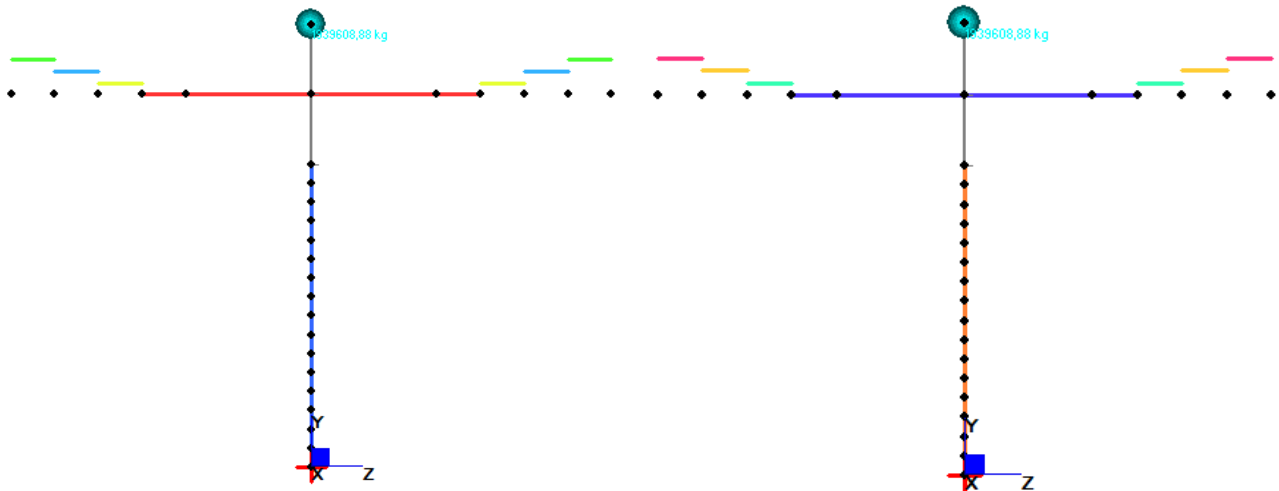


Figura 31 - Modello pila 9.50m - Pila e pila fessurata

Si riportano nel seguito i risultati dell'analisi modale, con particolare riferimento ai modi principali, e i risultati dell'analisi spettrale condotta su entrambi i modelli.

FREQUENZE E PERIODI NATURALI					
n. modo	direzione	Pila non fess.	Pila fess.	f [Hz]	T [s]
2	x		X	4,37338	0,2287
2	x	X		6,1849	0,1617
1	z		X	4,2554	0,2350
1	z	X		6,0180	0,1662
4	y		X	21,6904	0,0461
4	y	X		30,6748	0,0326

SPETTRO ELASTICO	Pila non fessurata			Pila fessurata		
direzione	x	z	y	x	z	y
Med (kNm)	129556,37	133874,93		141349,8	143743,5	
Ved (kN)	14059,92	14181,51	4889,9	15339,47	15226,78	5910,61
SPETTRO PROGETTO	Pila non fessurata			Pila fessurata		
direzione	x	z	y	x	z	y
Med (kNm)	88887,73	91356,31		94226,73	95823,89	
Ved (kN)	9648,38	9652,09		10227,57	10155,24	

Spettro Elastico

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:**
Relazione di calcolo Pila P55

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	106

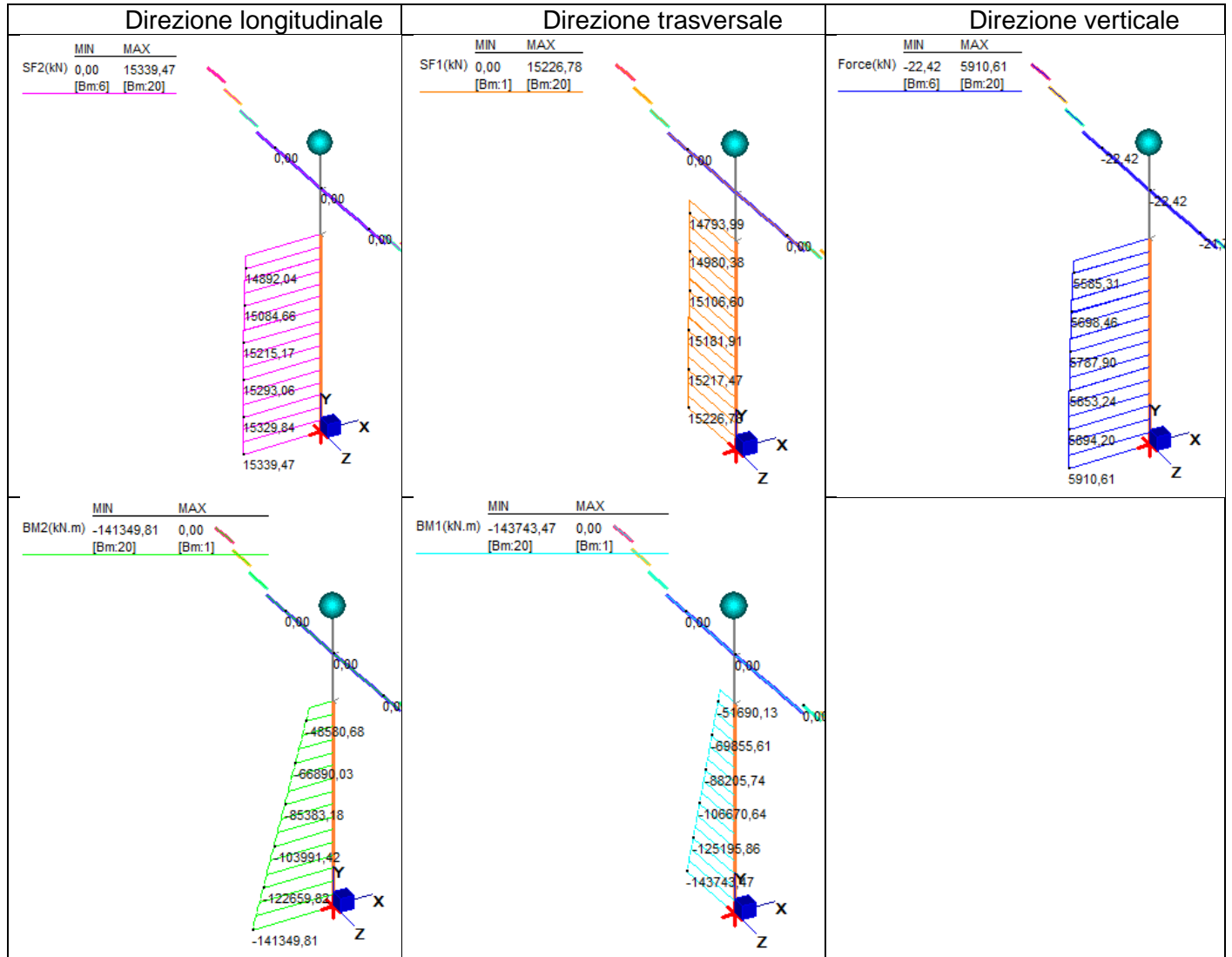


Tabella 28 - Pila fessurata - Riepilogo Taglio e Momento da analisi con spettro elastico

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	107

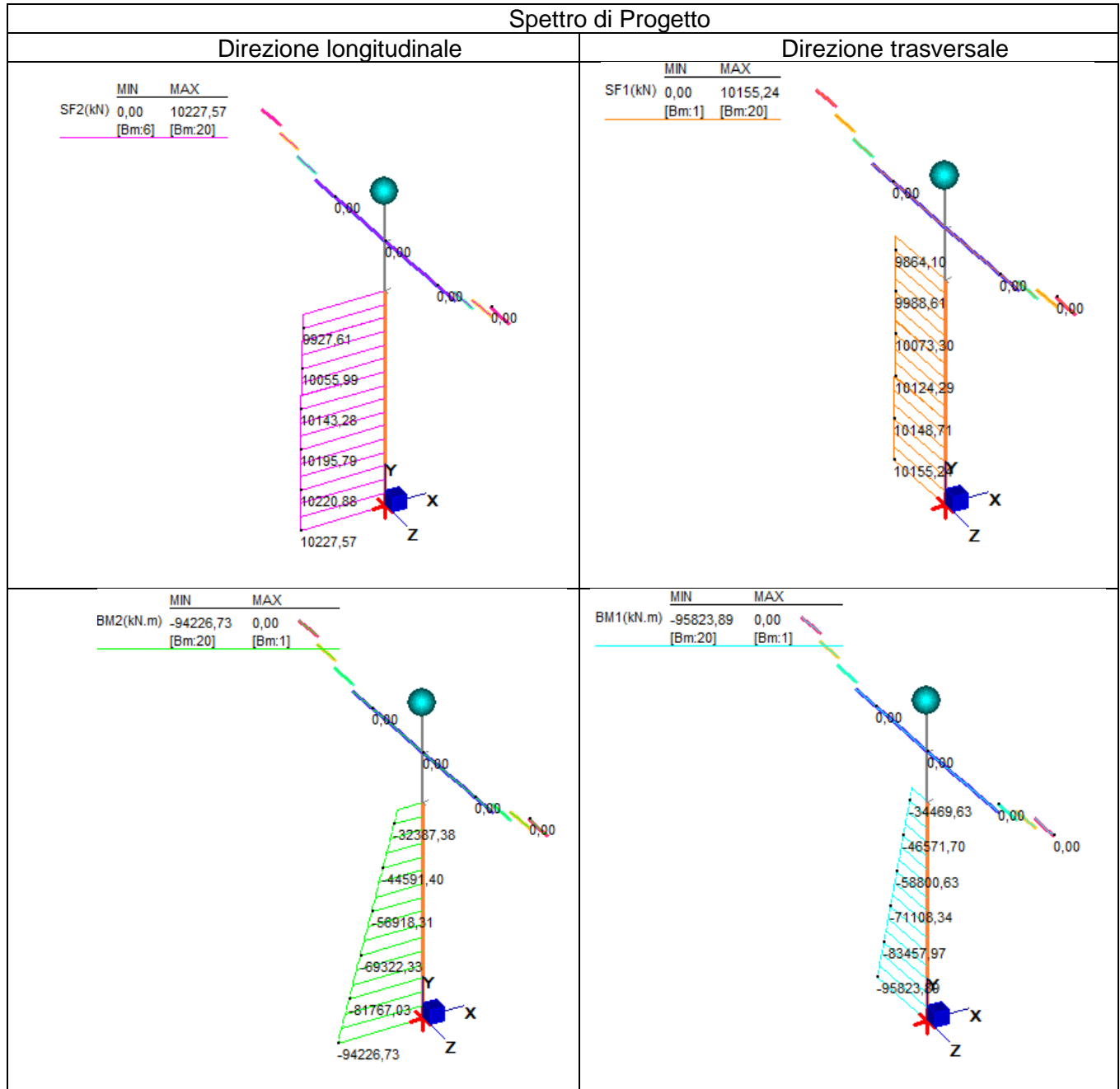


Tabella 29 - Pila fessurata - Riepilogo Taglio e Momento analisi con spettro di progetto

Le azioni sollecitanti considerate ai fini della verifica fanno riferimento alla condizione più gravosa per la pila in esame, coincidenti con le sollecitazioni di taglio e momento associate alla condizione di pila fessurata.

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	108

10.2 AZIONI IMPALCATI

Mediante l'ausilio di un foglio di calcolo, si sono valutate le singole azioni caratteristiche permanenti strutturali (G_{k1}), non strutturali (G_{k2}) e accidentali (Q_{ki}) derivanti dagli scarichi degli impalcati in appoggio, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi.

Tutte le azioni elementari caratteristiche, accorpate per gruppi omogenei dello stesso tipo, sono state valutate come forze F_x (trasversali), F_y (longitudinali), F_z (verticali) e momenti M_x (longitudinali), M_y (trasversali), M_z (torcenti) rispetto al punto G, posto al centro della elevazione pila a quota estradosso pulvino, e i rispettivi assi x, y, z come riportato nella figura seguente.

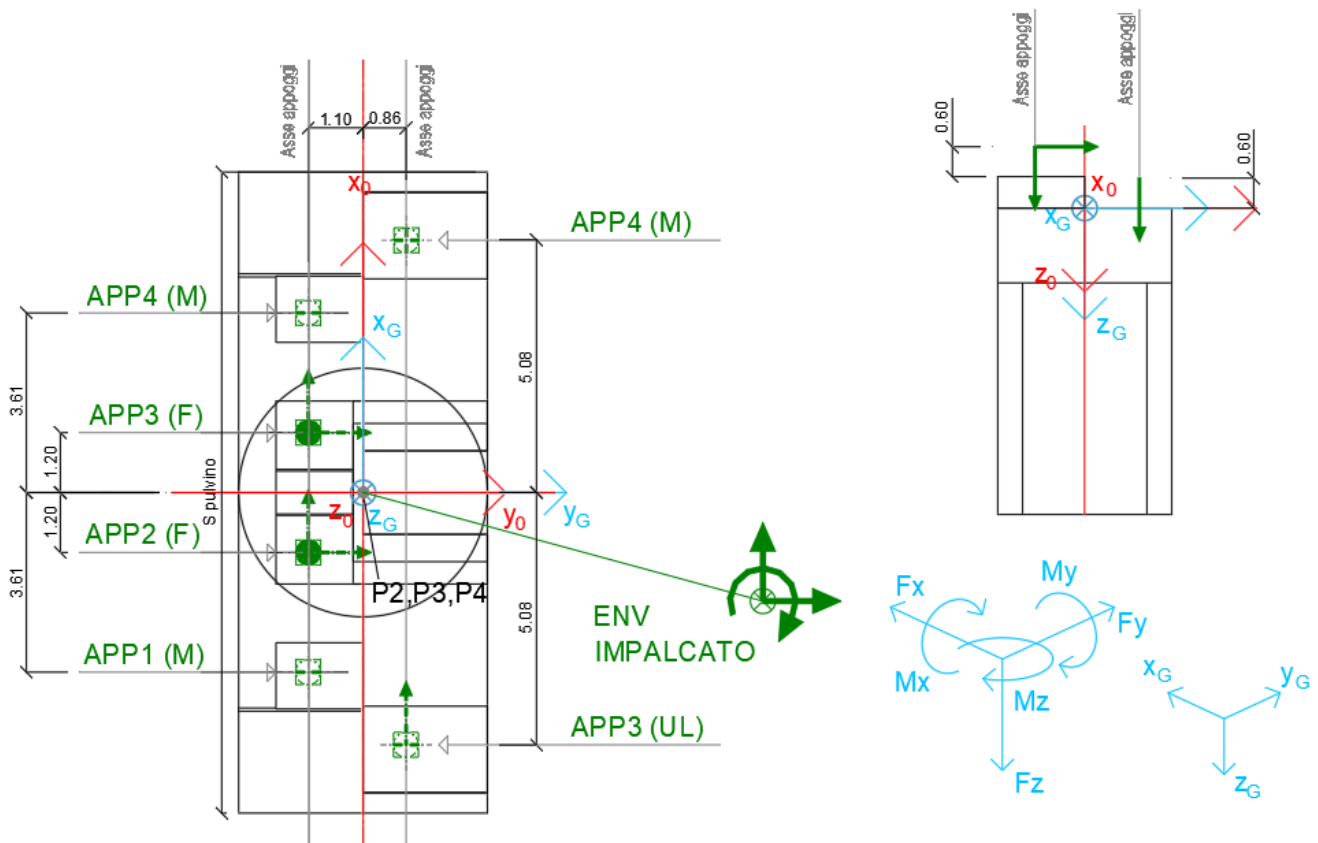


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	109

NOME: PILA P55 H=9.5m		CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO													
LATO APPOGGI FISSI (IMPALCATO CAP L=25m)															
APPOGGIO 1 (M)	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	1075	-3,62	1,10	-0,60	1183	3887	0	0	0	1075	1183	4048	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	-3,62	1,10	-0,60	358	1175	0	0	0	325	358	1224	0
G2,2 (velette)	0	0	225	-3,62	1,10	-0,60	248	813	0	0	0	225	248	847	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	-3,62	1,10	-0,60	468	1536	0	0	0	425	468	1600	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	-3,62	1,10	-0,60	633	2079	0	0	0	575	633	2165	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	0	-3,62	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	0	-3,62	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-66	-3,62	1,10	-0,60	-72	-237	0	0	0	-66	-72	-247	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	-3,62	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-3,62	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-40	-3,62	1,10	-0,60	-44	-144	0	0	0	-40	-44	-150	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-23	-3,62	1,10	-0,60	-25	-83	0	0	0	-23	-25	-86	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-58	-3,62	1,10	-0,60	-63	-208	0	0	0	-58	-63	-217	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-58	-3,62	1,10	-0,60	-63	-208	0	0	0	-58	-63	-217	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	-3,62	1,10	-0,60	-45	-149	0	0	0	-41	-45	-155	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	1,10	-0,60	-50	-164	0	0	0	-45	-50	-171	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	1,10	-0,60	-50	-164	0	0	0	-45	-50	-171	0
Q6 (vento)	0	0	-29	-3,62	1,10	-0,60	-32	-106	0	0	0	-29	-32	-110	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-15	-3,62	1,10	-0,60	-17	-56	0	0	0	-15	-17	-58	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	-3,62	1,10	-0,60	867	2850	0	0	0	788	867	2968	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	-3,62	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	-3,62	1,10	-0,60	47	0	-285	0	79	0	47	0	-297
Q8 Fa,Q (attrito)	0	24	0	-3,62	1,10	-0,60	14	0	-85	0	24	0	14	0	-89
APPOGGIO 2 (F)	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	475	-1,21	1,10	-0,60	523	573	0	0	0	475	523	644	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	-1,21	1,10	-0,60	550	603	0	0	0	500	550	678	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	-1,21	1,10	-0,60	-151	-166	0	0	0	-138	-151	-186	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	-1,21	1,10	-0,60	-248	-271	0	0	0	-225	-248	-305	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	-1,21	1,10	-0,60	-358	-392	0	0	0	-325	-358	-440	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	-275	-20	-1,21	1,10	-0,60	-187	-24	331	0	-275	-20	-187	-27	373
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	-303	-22	-1,21	1,10	-0,60	-206	-26	365	0	-303	-22	-206	-30	410
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	1210	-44	-1,21	1,10	-0,60	678	-53	-1458	0	1210	-44	678	-59	-1640
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	-292	-21	-1,21	1,10	-0,60	-198	-25	351	0	-292	-21	-198	-29	395
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	-183	-13	-1,21	1,10	-0,60	-125	-16	221	0	-183	-13	-125	-18	248
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	733	-27	-1,21	1,10	-0,60	411	-32	-884	0	733	-27	411	-36	-994
Q4 B1-SW2 (centr)	28	0	-8	-1,21	1,10	-0,60	-8	-26	-31	28	0	-8	-8	-27	-31
Q4 B1-LM71 (centr)	70	0	-19	-1,21	1,10	-0,60	-21	-65	-77	70	0	-19	-21	-68	-77
Q4 B2-LM71 (centr)	70	0	-19	-1,21	1,10	-0,60	-21	-65	-77	70	0	-19	-21	-68	-77
Q5 B1-SW2 (serp)	50	0	-14	-1,21	1,10	-0,60	-15	-47	-55	50	0	-14	-15	-49	-55
Q5 B1-LM71 (serp)	55	0	-15	-1,21	1,10	-0,60	-17	-51	-61	55	0	-15	-17	-54	-61
Q5 B2-LM71 (serp)	55	0	-15	-1,21	1,10	-0,60	-17	-51	-61	55	0	-15	-17	-54	-61
Q6 (vento)	117	0	25	-1,21	1,10	-0,60	27	-40	-129	117	0	25	27	-37	-129
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	253	-1,21	1,10	-0,60	278	304	0	0	0	253	278	342	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	520	-1,21	1,10	-0,60	572	627	0	0	0	520	572	705	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	283	-1,21	1,10	-0,60	311	340	0	0	0	283	311	383	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	-1,21	1,10	-0,60	5	0	-10	0	9	0	5	0	-12
Q8 Fa,Q (attrito)	0	16	0	-1,21	1,10	-0,60	9	0	-19	0	16	0	9	0	-21
APPOGGIO 3 (F)	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	475	1,21	1,10	-0,60	523	-573	0	0	0	475	523	-501	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	1,21	1,10	-0,60	550	-603	0	0	0	500	550	-528	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	1,21	1,10	-0,60	-151	166	0	0	0	-138	-151	145	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	1,21	1,10	-0,60	-248	271	0	0	0	-225	-248	237	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	1,21	1,10	-0,60	-358	392	0	0	0	-325	-358	343	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	1100	-40	1,21	1,10	-0,60	616	48	1326	0	1100	-40	616	42	1161
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	1210	-44	1,21	1,10	-0,60	678	53	1458	0	1210	-44	678	46	1277
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	-303	-22	1,21	1,10	-0,60	-206	26	-365	0	-303	-22	-206	23	-319
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	1167	-42	1,21	1,10	-0,60	654	51	1406	0	1167	-42	654	45	1231
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	733	-27	1,21	1,10	-0,60	411	32	884	0	733	-27	411	28	774
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	-183	-13	1,21	1,10	-0,60	-125	16	-221	0	-183	-13	-125	14	-193
Q4 B1-SW2 (centr)	28	0	8	1,21	1,10	-0,60	8	-26	-31	28	0	8	8	-25	-31
Q4 B1-LM71 (centr)	70	0	19	1,21	1,10	-0,60	21	-65	-77	70	0	19	21	-62	-77
Q4 B2-LM71 (centr)	70	0	19	1,21	1,10	-0,60	21	-65	-77	70	0	19	21	-62	-77
Q5 B1-SW2 (serp)	50	0	14	1,21	1,10	-0,60	15	-47	-55	50	0	14	15	-45	-55
Q5 B1-LM71 (serp)	55	0	15	1,21	1,10	-0,60	17	-51	-61	55	0	15	17	-49	-61
Q5 B2-LM71 (serp)	55	0	15	1,21	1,10	-0,60	17	-51	-61	55	0	15	17	-49	-61
Q6 (vento)	117	0	78	1,21	1,10	-0,60	86	-165	-129	117	0	78	86	-153	-129
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	520	1,21	1,10	-0,60	572	-627	0	0	0	520	572	-549	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	253	1,21	1,10	-0,60	278	-304	0	0	0	253	278	-266	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	565	1,21	1,10	-0,60	622	-681	0	0	0	565	622	-596	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	1,21	1,10	-0,60	5	0	10	0	9	0	5	0	9
Q8 Fa,Q (attrito)	0	17	0	1,21	1,10	-0,60	10	0	20	0	17	0	10	0	18

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	110

APPOGGIO 4 (M)	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	1075	3,62	1,10	-0,60	1183	-3887	0	0	0	1075	1183	-3726	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	3,62	1,10	-0,60	358	-1175	0	0	0	325	358	-1126	0
G2,2 (velette)	0	0	225	3,62	1,10	-0,60	248	-813	0	0	0	225	248	-780	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	3,62	1,10	-0,60	468	-1536	0	0	0	425	468	-1473	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	3,62	1,10	-0,60	633	-2079	0	0	0	575	633	-1992	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-60	3,62	1,10	-0,60	-66	216	0	0	0	-60	-66	207	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-66	3,62	1,10	-0,60	-72	237	0	0	0	-66	-72	227	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	0	3,62	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-63	3,62	1,10	-0,60	-70	229	0	0	0	-63	-70	219	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-40	3,62	1,10	-0,60	-44	144	0	0	0	-40	-44	138	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	0	3,62	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	23	3,62	1,10	-0,60	25	-83	0	0	0	23	25	-79	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	58	3,62	1,10	-0,60	63	-208	0	0	0	58	63	-200	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	58	3,62	1,10	-0,60	63	-208	0	0	0	58	63	-200	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	41	3,62	1,10	-0,60	45	-149	0	0	0	41	45	-143	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	1,10	-0,60	50	-164	0	0	0	45	50	-157	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	1,10	-0,60	50	-164	0	0	0	45	50	-157	0
Q6 (vento)	0	0	132	3,62	1,10	-0,60	146	-478	0	0	0	132	146	-458	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	788	3,62	1,10	-0,60	867	-2850	0	0	0	788	867	-2732	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	-15	3,62	1,10	-0,60	-17	56	0	0	0	-15	-17	53	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	848	3,62	1,10	-0,60	932	-3064	0	0	0	848	932	-2937	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	3,62	1,10	-0,60	47	0	285	0	79	0	47	0	273
Q8 Fa,Q (attrito)	0	25	0	3,62	1,10	-0,60	15	0	92	0	25	0	15	0	88

LATO APPOGGI SCORREVOLI (IMPALCATO ACCIAIO L=70m)

APPOGGIO 3 (UL)	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	2848	-5,08	-0,88	-1,20	-2506	14466	0	0	0	2848	-2506	14893	0
G2,1 (ballast)	0	0	2366	-5,08	-0,88	-1,20	-2082	12019	0	0	0	2366	-2082	12374	0
G2,2 (velette)	0	0	105	-5,08	-0,88	-1,20	-92	533	0	0	0	105	-92	549	0
G2,3 (arredi)	0	0	210	-5,08	-0,88	-1,20	-185	1067	0	0	0	210	-185	1098	0
G2,4 (barriere)	0	0	560	-5,08	-0,88	-1,20	-493	2845	0	0	0	560	-493	2929	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	12	-5,08	-0,88	-1,20	-10	59	0	0	0	12	-10	60	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	13	-5,08	-0,88	-1,20	-11	64	0	0	0	13	-11	66	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	29	-5,08	-0,88	-1,20	-26	148	0	0	0	29	-26	153	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	28	-5,08	-0,88	-1,20	-25	144	0	0	0	28	-25	148	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	18	-5,08	-0,88	-1,20	-16	90	0	0	0	18	-16	93	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	41	-5,08	-0,88	-1,20	-36	208	0	0	0	41	-36	214	0
Q4 B1-SW2 (centr)	143	0	-37	-5,08	-0,88	-1,20	32	-358	126	143	0	-37	32	-364	126
Q4 B1-LM71 (centr)	286	0	-73	-5,08	-0,88	-1,20	65	-716	252	286	0	-73	65	-727	252
Q4 B2-LM71 (centr)	286	0	-73	-5,08	-0,88	-1,20	65	-716	252	286	0	-73	65	-727	252
Q5 B1-SW2 (serp)	100	0	-26	-5,08	-0,88	-1,20	23	-250	88	100	0	-26	23	-254	88
Q5 B1-LM71 (serp)	110	0	-28	-5,08	-0,88	-1,20	25	-275	97	110	0	-28	25	-279	97
Q5 B2-LM71 (serp)	110	0	-28	-5,08	-0,88	-1,20	25	-275	97	110	0	-28	25	-279	97
Q6 (vento)	1074	0	92	-5,08	-0,88	-1,20	-81	-821	945	1074	0	92	-81	-807	945
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	1060	-5,08	-0,88	-1,20	-933	5384	0	0	0	1060	-933	5543	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	2532	-5,08	-0,88	-1,20	-2228	12862	0	0	0	2532	-2228	13241	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	1323	-5,08	-0,88	-1,20	-1165	6723	0	0	0	1323	-1165	6921	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	183	0	-5,08	-0,88	-1,20	219	0	-928	0	183	0	219	0	-955
Q8 Fa,Q (attrito)	0	76	0	-5,08	-0,88	-1,20	91	0	-386	0	76	0	91	0	-397

APPOGGIO 4 (M)	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	2848	5,08	-0,88	-1,20	-2506	-14466	0	0	0	2848	-2506	-14038	0
G2,1 (ballast)	0	0	2366	5,08	-0,88	-1,20	-2082	-12019	0	0	0	2366	-2082	-11664	0
G2,2 (velette)	0	0	105	5,08	-0,88	-1,20	-92	-533	0	0	0	105	-92	-518	0
G2,3 (arredi)	0	0	210	5,08	-0,88	-1,20	-185	-1067	0	0	0	210	-185	-1035	0
G2,4 (barriere)	0	0	560	5,08	-0,88	-1,20	-493	-2845	0	0	0	560	-493	-2761	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	27	5,08	-0,88	-1,20	-23	-135	0	0	0	27	-23	-131	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	29	5,08	-0,88	-1,20	-26	-148	0	0	0	29	-26	-144	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	13	5,08	-0,88	-1,20	-11	-64	0	0	0	13	-11	-63	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	65	5,08	-0,88	-1,20	-57	-330	0	0	0	65	-57	-321	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	41	5,08	-0,88	-1,20	-36	-208	0	0	0	41	-36	-202	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	18	5,08	-0,88	-1,20	-16	-90	0	0	0	18	-16	-88	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	37	5,08	-0,88	-1,20	-32	-186	0	0	0	37	-32	-181	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	73	5,08	-0,88	-1,20	-65	-372	0	0	0	73	-65	-361	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	73	5,08	-0,88	-1,20	-65	-372	0	0	0	73	-65	-361	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	26	5,08	-0,88	-1,20	-23	-130	0	0	0	26	-23	-126	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	28	5,08	-0,88	-1,20	-25	-143	0	0	0	28	-25	-139	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	28	5,08	-0,88	-1,20	-25	-143	0	0	0	28	-25	-139	0
Q6 (vento)	0	0	464	5,08	-0,88	-1,20	-408	-2358	0	0	0	464	-408	-2288	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	2532	5,08	-0,88	-1,20	-2228	-12862	0	0	0	2532	-2228	-12482	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	1060	5,08	-0,88	-1,20	-933	-5384	0	0	0	1060	-933	-5225	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	3045	5,08	-0,88	-1,20	-2679	-15467	0	0	0	3045	-2679	-15011	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	183	0	5,08	-0,88	-1,20	219	0	928	0	183	0	219	0	900
Q8 Fa,Q (attrito)	0	91	0	5,08	-0,88	-1,20	110	0	464	0	91	0	110	0	450

Tabella 30 – Riepilogo azioni elementari derivanti dagli scarichi degli impalcati

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	111

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv}		V _{long}		N _{vert}		M _{long}		M _{trasv}		M _{torc}		
		F _x [kN]	F _y [kN]	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	M _x [kNm]	M _y [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	0	0	8796	-1601	1319	0	0	0	0	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	0	0	0	6382	-2349	957	0	0	0	0	0	
Gk2v	G2,2 (arredi vari)	0	0	0	0	2825	-358	424	0	0	0	0	0	
Qk3a Avviamento	Traffico 1	0	908	0	0	-131	400	244	1686	0	0	0	0	
	Traffico 2	0	825	0	0	-119	364	222	1533	0	0	0	0	
	Traffico 3	0	908	0	0	-89	363	166	1686	0	0	0	0	
	Traffico 4	0	825	0	0	-81	330	151	1533	0	0	0	0	
Qk3f Frenatura	Traffico 1	0	550	0	0	-80	242	-172	-1187	0	0	0	0	
	Traffico 2	0	550	0	0	-80	242	-172	-1187	0	0	0	0	
	Traffico 3	0	550	0	0	-21	191	39	1022	0	0	0	0	
	Traffico 4	0	875	0	0	-33	304	62	1626	0	0	0	0	
Qk4 Centrifuga	Traffico 1	279	0	0	0	0	0	-1094	-307	0	0	0	0	
	Traffico 2	195	0	0	0	0	0	-765	-215	0	0	0	0	
	Traffico 3	426	0	0	0	0	0	-1635	98	0	0	0	0	
	Traffico 4	199	0	0	0	0	0	-763	65	0	0	0	0	
Qk5 Serpeggio	Traffico 1	220	0	0	0	0	0	-861	-242	0	0	0	0	
	Traffico 2	210	0	0	0	0	0	-822	-231	0	0	0	0	
	Traffico 3	220	0	0	0	0	0	-849	-24	0	0	0	0	
	Traffico 4	200	0	0	0	0	0	-772	-22	0	0	0	0	
Qk6 vento	Q6 (vento)	1308	0	0	0	762	-263	-3853	688	0	0	0	0	
Qk1 Treno	Traffico 1	0	0	0	0	3092	3401	464	0	0	0	0	0	
	Traffico 2	0	0	0	0	3241	3565	310	0	0	0	0	0	
	Traffico 3	0	0	0	0	5138	-1460	-9935	0	0	0	0	0	
	Traffico 4	0	0	0	0	6063	-1979	-11240	0	0	0	0	0	
Qk2g attrito	Q8 Fa,G (attrito)	0	175	0	0	0	105	0	-26	0	0	0	0	
Qk2q Attrito	Traffico 1	0	82	0	0	0	49	0	-4	0	0	0	0	
	Traffico 2	0	82	0	0	0	49	0	-4	0	0	0	0	
	Traffico 3	0	115	0	0	0	115	0	-507	0	0	0	0	
	Traffico 4	0	115	0	0	0	115	0	-507	0	0	0	0	

Tabella 31 – Risultanti azioni elementari al centro dell'elevazione G (quota estradosso pulvino)

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	112

NomeEnv.	TipoComb.	NumComb.	Comb.	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2v-G2,2 (arredi vari)	Gk3a-Traffico 1	Gk3a-Traffico 2	Gk3a-Traffico 3	Gk3a-Traffico 4	Gk3f-Traffico 1	Gk3f-Traffico 2	Gk3f-Traffico 3	Gk3f-Traffico 4	Gk4-Traffico 1	Gk4-Traffico 2	Gk4-Traffico 3	Gk4-Traffico 4	Gk5-Traffico 1	Gk5-Traffico 2	Gk5-Traffico 3	Gk5-Traffico 4	Gk6 vento-Q6 (vento)	Gk1-Traffico 1	Gk1-Traffico 2	Gk1-Traffico 3	Gk1-Traffico 4	Gk2g attrito-Q8 Fa,G (attrito)	Gk2q-Traffico 1	Gk2q-Traffico 2	Gk2q-Traffico 3	Gk2q-Traffico 4		
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,35	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00		
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00		
SLU	1	3	SLU3	1,35	1,50	1,35	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	2	4	SLU4	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	1	5	SLU5	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	2	6	SLU6	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	1	7	SLU7	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
SLU	2	8	SLU8	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
SLU	3	9	SLU9	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	4	10	SLU10	1,00	1,00	1,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	3	11	SLU11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	4	12	SLU12	1,00	1,00	1,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	3	13	SLU13	1,00	1,00	1,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00
SLU	4	14	SLU14	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00
SLU	3	15	SLU15	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
SLU	4	16	SLU16	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
SLU	5	17	SLU17	1,00	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	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	5	18	SLU18	1,00	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	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	5	19	SLU19	1,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	5	20	SLU20	1,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	6	21	SLU21	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	6	22	SLU22	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	6	23	SLU23	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	6	24	SLU24	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	7	25	SLU25	1,00	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	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	8	26	SLU26	1,00	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	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	7	27	SLU27	1,00	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	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	8	28	SLU28	1,00	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	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	7	29	SLU29	1,00	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	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	8	30	SLU30	1,00	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	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	7	31	SLU31	1,00	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	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	8	32	SLU32	1,00	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	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	9	33	RA1	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	10	34	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	9	35	RA3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	10	36	RA4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	9	37	RA5	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00																								

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	113

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLU7	34656	1756	-18045	1636	-8506	2200
N _{vert} Min	SLU19	16859	-1962	8480	175	-3808	-1058
V _{trasv} Max	SLU13	26059	2114	-18625	1460	-5951	1919
V _{trasv} Min	SLU23	24118	-1962	9569	236	-5632	-1067
M _{trasv} Max	SLU23	24118	-1962	9569	236	-5632	-1067
M _{trasv} Min	SLU15	27398	1756	-19134	1636	-6646	2200
V _{long} Max	SLU16	27315	1466	-17867	2868	-6187	4460
V _{long} Min	SLU32	17317	-1177	6168	175	-3966	-645
M _{long} Max	SLU12	23100	1471	-1395	2348	1717	756
M _{long} Min	SLU7	34656	1756	-18045	1636	-8506	2200
M _{torc} Max	SLU16	27315	1466	-17867	2868	-6187	4460
M _{torc} Min	SLU23	24118	-1962	9569	236	-5632	-1067

Tabella 33 – ENV SLU - Azioni totali inviluppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	RA7	23975	399	-9902	1616	-5626	2540
N _{vert} Min	RA12	17241	-1308	6553	175	-3940	-714
V _{trasv} Max	RA9	18766	1308	-1152	175	-4465	661
V _{trasv} Min	RA12	17241	-1308	6553	175	-3940	-714
M _{trasv} Max	RA12	17241	-1308	6553	175	-3940	-714
M _{trasv} Min	RA7	23975	399	-9902	1616	-5626	2540
V _{long} Max	RA8	23952	319	-9553	1956	-5499	3163
V _{long} Min	RA12	17241	-1308	6553	175	-3940	-714
M _{long} Max	RA4	21045	324	1792	1631	18	-41
M _{long} Min	RA7	23975	399	-9902	1616	-5626	2540
M _{torc} Max	RA8	23952	319	-9553	1956	-5499	3163
M _{torc} Min	RA12	17241	-1308	6553	175	-3940	-714
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	QP3	18003	0	2700	175	-4202	-26
N _{vert} Min	QP1	18003	0	2700	0	-4307	0
V _{trasv} Max	QP3	18003	0	2700	175	-4202	-26
V _{trasv} Min	QP1	18003	0	2700	0	-4307	0

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	114

M _{trav} Max	QP3	18003	0	2700	175	-4202	-26
M _{trav} Min	QP1	18003	0	2700	0	-4307	0
V _{long} Max	QP3	18003	0	2700	175	-4202	-26
V _{long} Min	QP1	18003	0	2700	0	-4307	0
M _{long} Max	QP3	18003	0	2700	175	-4202	-26
M _{long} Min	QP1	18003	0	2700	0	-4307	0
M _{torc} Max	QP1	18003	0	2700	0	-4307	0
M _{torc} Min	QP3	18003	0	2700	175	-4202	-26

Tabella 34 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali involuppo

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	115

10.3 SOLLECITAZIONI ELEVAZIONE

In analogia con quanto svolto per gli scarichi di impalcato, sempre mediante foglio di calcolo, si sono valutate le singole azioni caratteristiche permanenti strutturali (G_{k1}), non strutturali (G_{k2}) e accidentali (Q_{ki}) applicate all'elevazione del fusto pila, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi, combinandole opportunamente con gli involuipi di azioni totali ricavate a testa pulvino.

Tutte le azioni elementari caratteristiche sopra descritte, accorpate per gruppi omogenei dello stesso tipo, sono state valutate come forze F_x (trasversali), F_y (longitudinali), F_z (verticali) e momenti M_x (longitudinali), M_y (trasversali), M_z (torcenti) rispetto al punto G, posto al centro della elevazione pila a quota estradosso fondazione, e i rispettivi assi x, y, z come riportato nella figura seguente.

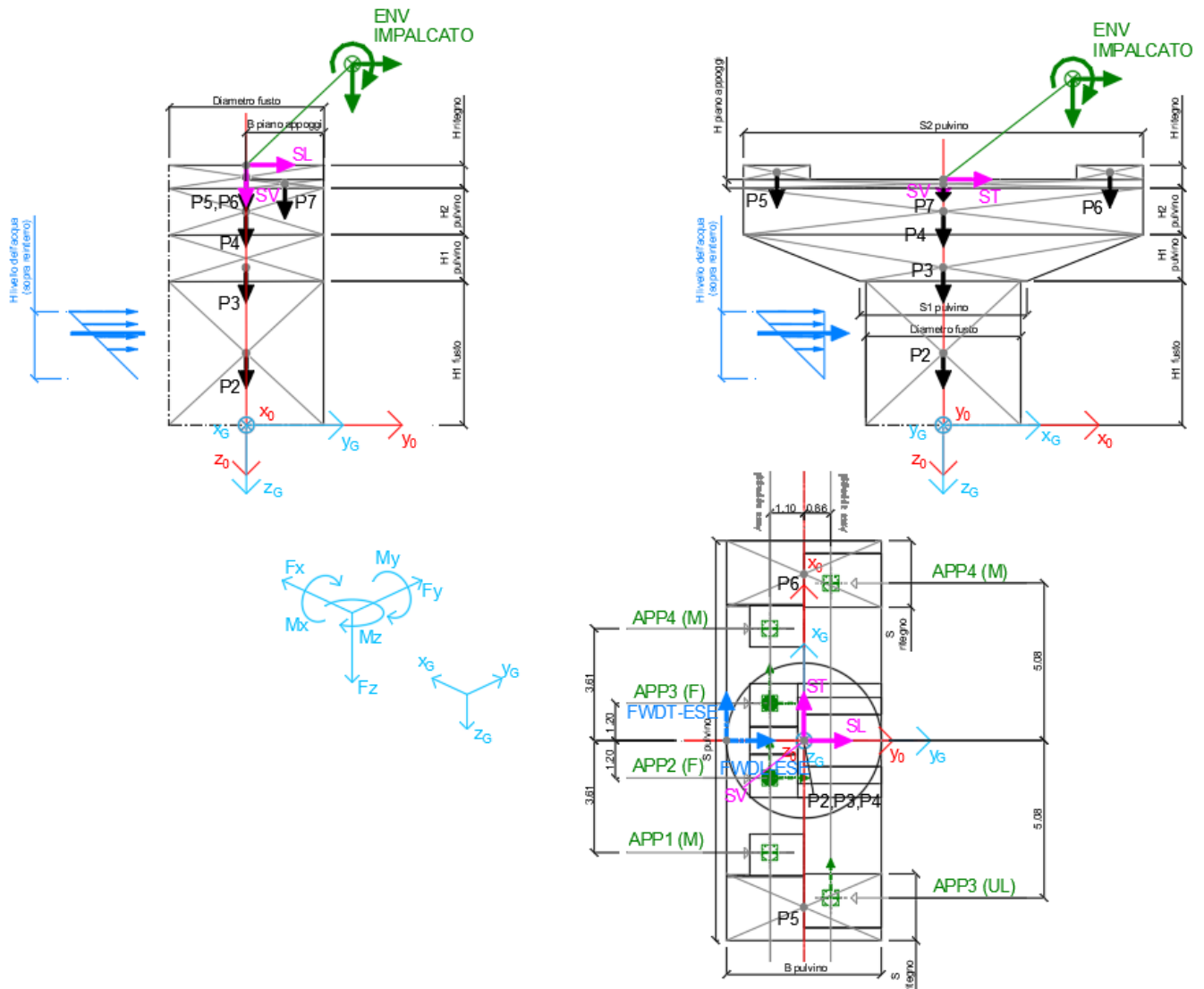




Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 005	REV B	FOGLIO 116

10.3.1 Analisi statica (SLU, SLE) e sismica (SLV)

Nel seguito vengono riportati i dettagli dei calcoli effettuati per la valutazione delle risultanti delle combinazioni statiche SLU / SLE e sismiche SLV, secondo le combinazioni di carico descritte nei capitoli precedenti. Il calcolo dei periodi fondamentali di vibrazione, in condizione fessurata e non fessurata come descritto all'inizio del capitolo, dei coefficienti di sovrarresistenza γ_{Rd} e i fattori di struttura q , utili a valutare gli spettri di risposta di progetto S_d in direzione longitudinale, trasversale e verticale, sono riportati nel seguito.

NOME: ELEVAZIONE PILA P55 H=9.5m		CALCOLO SPETTRO SISMICO ELASTICO (ANALISI DINAMICA LINEARE)														
CARATTERISTICHE PILA H _{pila} (m) 9,50 Altezza pila E (MPa) 33346 Modulo di elasticità sezione non fessurata (E=Em) E _f (MPa) 16673 Modulo di elasticità sez. fessurata (E=0.50*Em)																
DIREZIONE LONGITUDINALE (campata fissa: peso impalcato + Traffico 2)				DIREZIONE TRASVERSALE (campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)				DIREZIONE VERTICALE (campata fissa + mobile: peso imp. + Traffico 4)								
W _{imp,long} (kN)	18003	Peso impalcato		W _{imp,trasv} (kN)	18003			W _{imp,vert} (kN)	18003							
W _{treno,long} (kN)	3241	Traffico 2		W _{treno,trasv} (kN)	6063	Traffico 4		W _{vert} (kg)	6063	Traffico 4						
W _{eff,long} (kN)	18651	Peso eff. impalcato + 20% Traffico		W _{eff,trasv} (kN)	19216			W _{eff,vert} (kN)	19216							
m _{long} (kg)	1901250	Massa efficace portata		m _{trasv} (kg)	1958789			m _{vert} (kg)	1958789							
T _{1,long} (s)	0,162	Periodo di vibrazione (da calcolo FEM)		T _{1,trasv} (s)	0,166			T _{1,vert} (s)	0,033							
T _{1f,long} (s)	0,229	Periodo di vibrazione fessurata (da calcolo FEM)		T _{1f,trasv} (s)	0,235			T _{1f,vert} (s)	0,046							
T _B (s)	0,187			q (-)	1,50			a _g (g)	0,102	PGA verticale						
T _C (s)	0,561							S	1,000							
a _g (g)	0,178	PGA orizzontale						F _v	1,460							
S	1,426							q (-)	1,00							
F ₀	2,561															
q (-)	1,50															
NOME: ELEVAZIONE PILA P55 H=9.5m		CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO PILA														
		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
Sisma	SL	0	10228	0	0,00	0,00	0,00	94227	0	0						
masse		0	10228	0				94227	0	0	0	10228	0	94227	0	0
efficaci	ST	10155	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-95824	0						
		10155	0	0				0	-95824	0	10155	0	0	0	-95824	0
	SV	0	0	5911	0,00	0,00	0,00	0	0	0						
		0	0	5911				0	0	0	0	0	5911	0	0	0

Tabella 35 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	117

NOME: ELEVAZIONE PILA P55 H=9.5m				PARAMETRI DI CALCOLO ELEVAZIONE												
H1 fusto (m)	6,50	S2 pulvino (m)	12,90	H ritegno (m)	0,46	H piano appoggi (m)	0,48	XG elevazione	0,00							
Diametro fusto (m)	5,00	H1 pulvino (m)	1,50	S ritegno (m)	2,15	B piano appoggi (m)	2,50	YG elevazione	0,00							
S1 pulvino (m)	5,40	H2 pulvino (m)	1,50	ZG elevazione	0,00											
NOME: ELEVAZIONE PILA P55 H=9.5m				CALCOLO AZIONI CORPO PILA												
	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)	
Peso proprio	P2	0	0	3191	0,00	0,00	-3,25	0	0	0	0	0	7959	484	0	
	P3	0	0	1716	0,00	0,00	-7,35	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P4	0	0	2419	0,00	0,00	-8,75	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P5	0	0	124	5,38	0,00	-9,73	0	-664	0	0	0	0	0	0	
	P6	0	0	124	-5,38	0,00	-9,73	0	664	0	0	0	0	0	0	
	P7	0	0	387	0,00	1,25	-9,74	484	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	7959	0	0	0	484	0	0	0	0	7959	484	0	
Spinta idraulica long (45°)	FWDL ESE	0	57	0	0,00	0,00	-5,33	302	0	0	0	0	0	0	0	
	FWDT ESE	57	0	0	0,00	0,00	-5,33	0	-302	0	0	0	0	0	0	
Spinta idraulica trasv (90°)	FWDL ESE	0	0	0	0,00	0,00	-5,33	0	0	0	57	57	0	302	-302	
	FWDT ESE	80	0	0	0,00	0,00	-5,33	0	-426	0	0	0	0	0	0	
		80	0	0	0	0	0	0	-426	0	80	0	0	0	-426	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NOME: ELEVAZIONE PILA P55 H=9.5m				CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO												
	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)	
ENV SLU	Nvert Max	1756	1636	34656	0,00	0,00	-9,50	-8506	-18045	2200	1756	1636	34656	7031	-34724	
	Nvert Min	-1962	175	16859	0,00	0,00	-9,50	-3808	8480	-1058	-1962	175	16859	-2148	27119	
	Vtrasv Max	2114	1460	26059	0,00	0,00	-9,50	-5951	-18625	1919	2114	1460	26059	7916	-38706	
	Vtrasv Min	-1962	236	24118	0,00	0,00	-9,50	-5632	9569	-1067	-1962	236	24118	-3390	28208	
	Mtrasv Max	-1962	236	24118	0,00	0,00	-9,50	-5632	9569	-1067	-1962	236	24118	-3390	28208	
	Mtrasv Min	1756	1636	27398	0,00	0,00	-9,50	-6646	-19134	2200	1756	1636	27398	8891	-35812	
	Vlong Max	1466	2868	27315	0,00	0,00	-9,50	-6187	-17867	4460	1466	2868	27315	21059	-31798	
	Vlong Min	-1177	175	17317	0,00	0,00	-9,50	-3966	6168	-645	-1177	175	17317	-2306	17352	
	Mlong Max	1471	2348	23100	0,00	0,00	-9,50	1717	-1395	756	1471	2348	23100	24024	-15370	
	Mlong Min	1756	1636	34656	0,00	0,00	-9,50	-8506	-18045	2200	1756	1636	34656	7031	-34724	
	Mtorc Max	1466	2868	27315	0,00	0,00	-9,50	-6187	-17867	4460	1466	2868	27315	21059	-31798	
	Mtorc Min	-1962	236	24118	0,00	0,00	-9,50	-5632	9569	-1067	-1962	236	24118	-3390	28208	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ENV SLE RA	Nvert Max	399	1616	23975	0,00	0,00	-9,50	-5626	-9902	2540	399	1616	23975	9730	-13692	
	Nvert Min	-1308	175	17241	0,00	0,00	-9,50	-3940	6553	-714	-1308	175	17241	-2279	18979	
	Vtrasv Max	1308	175	18766	0,00	0,00	-9,50	-4465	-1152	661	1308	175	18766	-2805	-13578	
	Vtrasv Min	-1308	175	17241	0,00	0,00	-9,50	-3940	6553	-714	-1308	175	17241	-2279	18979	
	Mtrasv Max	-1308	175	17241	0,00	0,00	-9,50	-3940	6553	-714	-1308	175	17241	-2279	18979	
	Mtrasv Min	399	1616	23975	0,00	0,00	-9,50	-5626	-9902	2540	399	1616	23975	9730	-13692	
	Vlong Max	319	1956	23952	0,00	0,00	-9,50	-5499	-9553	3163	319	1956	23952	13087	-12584	
	Vlong Min	-1308	175	17241	0,00	0,00	-9,50	-3940	6553	-714	-1308	175	17241	-2279	18979	
	Mlong Max	324	1631	21045	0,00	0,00	-9,50	18	1792	-41	324	1631	21045	15516	-1289	
	Mlong Min	399	1616	23975	0,00	0,00	-9,50	-5626	-9902	2540	399	1616	23975	9730	-13692	
	Mtorc Max	319	1956	23952	0,00	0,00	-9,50	-5499	-9553	3163	319	1956	23952	13087	-12584	
	Mtorc Min	-1308	175	17241	0,00	0,00	-9,50	-3940	6553	-714	-1308	175	17241	-2279	18979	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ENV SLE QP	Nvert Max	0	175	18003	0,00	0,00	-9,50	-4202	2700	-26	0	175	18003	-2542	2700	
	Nvert Min	0	0	18003	0,00	0,00	-9,50	-4307	2700	0	0	0	18003	-4307	2700	
	Vtrasv Max	0	175	18003	0,00	0,00	-9,50	-4202	2700	-26	0	175	18003	-2542	2700	
	Vtrasv Min	0	0	18003	0,00	0,00	-9,50	-4307	2700	0	0	0	18003	-4307	2700	
	Mtrasv Max	0	175	18003	0,00	0,00	-9,50	-4202	2700	-26	0	175	18003	-2542	2700	
	Mtrasv Min	0	0	18003	0,00	0,00	-9,50	-4307	2700	0	0	0	18003	-4307	2700	
	Vlong Max	0	175	18003	0,00	0,00	-9,50	-4202	2700	-26	0	175	18003	-2542	2700	
	Vlong Min	0	0	18003	0,00	0,00	-9,50	-4307	2700	0	0	0	18003	-4307	2700	
	Mlong Max	0	175	18003	0,00	0,00	-9,50	-4202	2700	-26	0	175	18003	-2542	2700	
	Mlong Min	0	0	18003	0,00	0,00	-9,50	-4307	2700	0	0	0	18003	-4307	2700	
	Mtorc Max	0	0	18003	0,00	0,00	-9,50	-4307	2700	0	0	0	18003	-4307	2700	
	Mtorc Min	0	175	18003	0,00	0,00	-9,50	-4202	2700	-26	0	175	18003	-2542	2700	

Tabella 36 – Riepilogo azioni elementari statiche

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	118

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv}		V _{long}		N _{vert}		M _{long}		M _{trasv}		M _{torc}	
		Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]						
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	7959	484	0	0						
SLU Impalcato	Nvert Max	1756	1636	34656	7031	-34724	2200						
	Nvert Min	-1962	175	16859	-2148	27119	-1058						
	Vtrasv Max	2114	1460	26059	7916	-38706	1919						
	Vtrasv Min	-1962	236	24118	-3390	28208	-1067						
	Mtrasv Max	-1962	236	24118	-3390	28208	-1067						
	Mtrasv Min	1756	1636	27398	8891	-35812	2200						
	Vlong Max	1466	2868	27315	21059	-31798	4460						
	Vlong Min	-1177	175	17317	-2306	17352	-645						
	Mlong Max	1471	2348	23100	24024	-15370	756						
	Mlong Min	1756	1636	34656	7031	-34724	2200						
	Mtorc Max	1466	2868	27315	21059	-31798	4460						
	Mtorc Min	-1962	236	24118	-3390	28208	-1067						
SLE RA Impalcato	Nvert Max	399	1616	23975	9730	-13692	2540						
	Nvert Min	-1308	175	17241	-2279	18979	-714						
	Vtrasv Max	1308	175	18766	-2805	-13578	661						
	Vtrasv Min	-1308	175	17241	-2279	18979	-714						
	Mtrasv Max	-1308	175	17241	-2279	18979	-714						
	Mtrasv Min	399	1616	23975	9730	-13692	2540						
	Vlong Max	319	1956	23952	13087	-12584	3163						
	Vlong Min	-1308	175	17241	-2279	18979	-714						
	Mlong Max	324	1631	21045	15516	-1289	-41						
	Mlong Min	399	1616	23975	9730	-13692	2540						
	Mtorc Max	319	1956	23952	13087	-12584	3163						
	Mtorc Min	-1308	175	17241	-2279	18979	-714						
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	175	18003	-2542	2700	-26						
	Nvert Min	0	0	18003	-4307	2700	0						
	Vtrasv Max	0	175	18003	-2542	2700	-26						
	Vtrasv Min	0	0	18003	-4307	2700	0						
	Mtrasv Max	0	175	18003	-2542	2700	-26						
	Mtrasv Min	0	0	18003	-4307	2700	0						
	Vlong Max	0	175	18003	-2542	2700	-26						
	Vlong Min	0	0	18003	-4307	2700	0						
	Mlong Max	0	175	18003	-2542	2700	-26						
	Mlong Min	0	0	18003	-4307	2700	0						
	Mtorc Max	0	0	18003	-4307	2700	0						

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	120

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLU10	45401	1841	-35176	1720	8137	2200
N _{vert} Min	SLU38	24819	-1842	26479	175	-1664	-1058
V _{trasv} Max	SLU15	36804	2234	-39346	1460	8569	1919
V _{trasv} Min	SLU28	32077	-1877	27755	321	-2454	-1067
M _{trasv} Max	SLU4	34863	-1877	27755	321	-2285	-1067
M _{trasv} Min	SLU39	34018	2234	-39346	1460	8399	1919
V _{long} Max	SLU7	38060	1551	-32250	2953	22165	4460
V _{long} Min	SLU44	25276	-1057	16712	175	-1822	-645
M _{long} Max	SLU9	33845	1556	-15822	2433	25129	756
M _{long} Min	SLU48	32077	-1842	27568	236	-2906	-1067
M _{torc} Max	SLU7	38060	1551	-32250	2953	22165	4460
M _{torc} Min	SLU48	32077	-1842	27568	236	-2906	-1067
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLV5	31873	3047	-26047	3243	26210	-26
N _{vert} Min	SLV6	20052	3047	-26047	3243	26210	-26
V _{trasv} Max	SLV3	27736	10155	-93123	3243	26210	-26
V _{trasv} Min	SLV6	20052	3047	-26047	3243	26210	-26
M _{trasv} Max	SLV1	27736	3047	-26047	10402	92169	-26
M _{trasv} Min	SLV3	27736	10155	-93123	3243	26210	-26
V _{long} Max	SLV1	27736	3047	-26047	10402	92169	-26
V _{long} Min	SLV5	31873	3047	-26047	3243	26210	-26
M _{long} Max	SLV1	27736	3047	-26047	10402	92169	-26
M _{long} Min	SLV5	31873	3047	-26047	3243	26210	-26
M _{torc} Max	SLV5	31873	3047	-26047	3243	26210	-26
M _{torc} Min	SLV6	20052	3047	-26047	3243	26210	-26

Tabella 39 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	121

INVILUPPO: SLE RA		N_{vert}	V_{trasv}	M_{trasv}	V_{long}	M_{long}	M_{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	RA1	31934	456	-13993	1673	10516	2540
N _{vert} Min	RA24	25200	-1228	18553	175	-1796	-714
V _{trasv} Max	RA15	26725	1388	-14005	175	-2321	661
V _{trasv} Min	RA2	25200	-1251	18678	231	-1494	-714
M _{trasv} Max	RA2	25200	-1251	18678	231	-1494	-714
M _{trasv} Min	RA13	31934	479	-14118	1616	10214	2540
V _{long} Max	RA7	31911	376	-12886	2013	13872	3163
V _{long} Min	RA16	25200	-1228	18553	175	-1796	-714
M _{long} Max	RA9	29004	381	-1590	1688	16302	-41
M _{long} Min	RA15	26725	1388	-14005	175	-2321	661
M _{torc} Max	RA7	31911	376	-12886	2013	13872	3163
M _{torc} Min	RA24	25200	-1228	18553	175	-1796	-714
INVILUPPO: SLE QP		N_{vert}	V_{trasv}	M_{trasv}	V_{long}	M_{long}	M_{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	QP1	25962	57	2399	231	-1757	-26
N _{vert} Min	QP24	25962	80	2274	175	-2058	-26
V _{trasv} Max	QP24	25962	80	2274	175	-2058	-26
V _{trasv} Min	QP2	25962	57	2399	57	-3522	0
M _{trasv} Max	QP1	25962	57	2399	231	-1757	-26
M _{trasv} Min	QP14	25962	80	2274	0	-3823	0
V _{long} Max	QP1	25962	57	2399	231	-1757	-26
V _{long} Min	QP14	25962	80	2274	0	-3823	0
M _{long} Max	QP1	25962	57	2399	231	-1757	-26
M _{long} Min	QP14	25962	80	2274	0	-3823	0
M _{torc} Max	QP2	25962	57	2399	57	-3522	0
M _{torc} Min	QP24	25962	80	2274	175	-2058	-26

Tabella 40 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	122

10.4 SOLLECITAZIONI IN FONDAZIONE

In analogia con quanto svolto per le elevazioni, sempre mediante foglio di calcolo si sono valutate le azioni risultanti rispetto al punto G posto al centro palificata a quota testa pali.

Il calcolo è stato suddiviso per le azioni statiche SLU / SLE e sismiche SLV EL, queste ultime adottando uno spettro di progetto elastico con $q=1.00$ per tutte le direzioni, e sismiche SLV GR, adottando uno spettro di progetto con $q>1.00$, secondo le valutazioni sulle sezioni strutturali come descritto nell'analisi dei carichi per le azioni sismiche e nell'analisi delle elevazioni.

Le SLV EL, rappresentando il limite superiore delle azioni sismiche che le sovrastrutture possono trasmettere alle fondazioni secondo le norme tecniche, sono valutate nell'ipotesi di spettri elastici $q=1.00$.

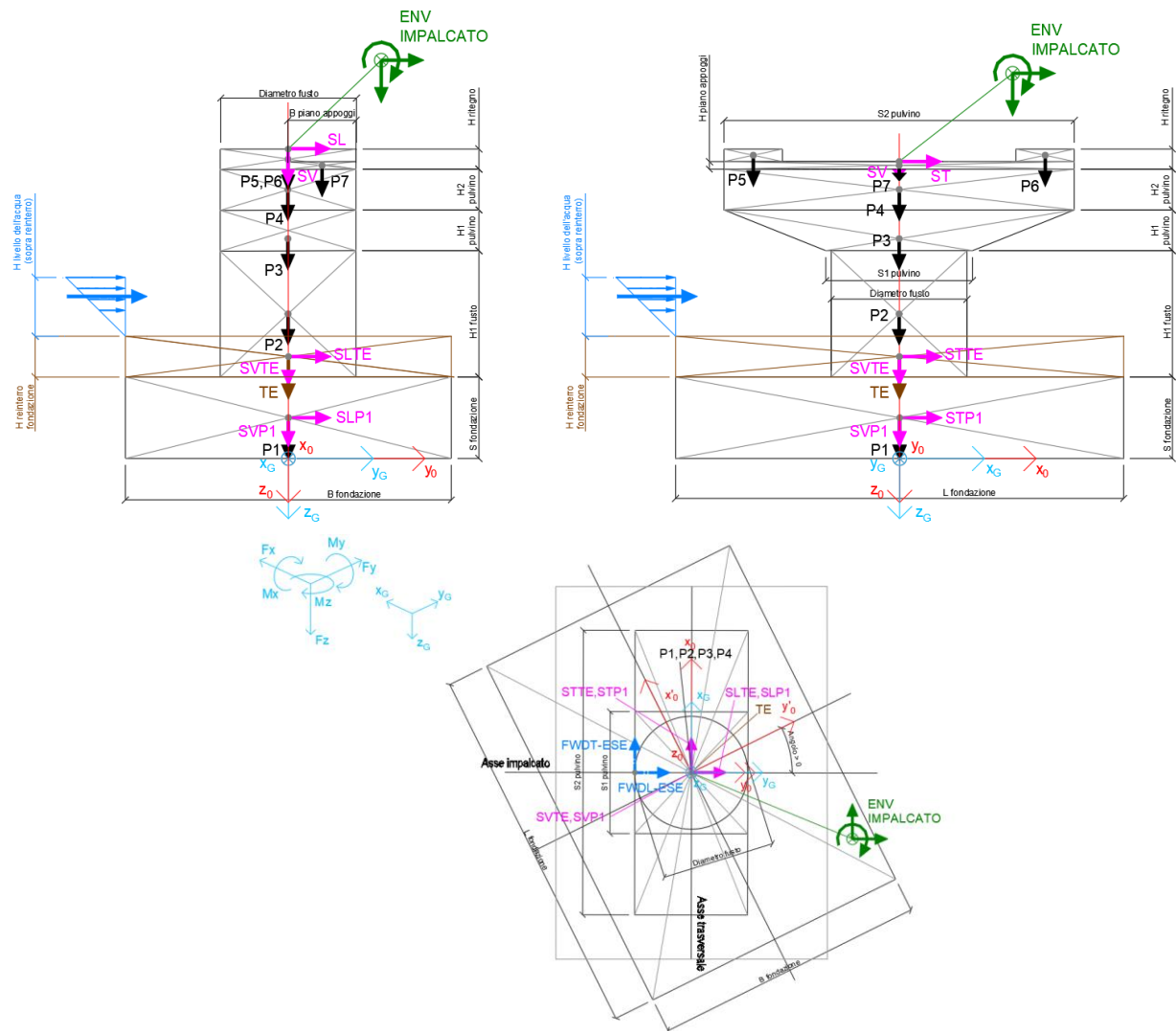


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

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									
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 005

10.4.1 Analisi statica (SLU, SLE) e sismica (SLV EL)

Nel seguito vengono riportati i dettagli dei calcoli effettuati per la valutazione delle risultanti delle combinazioni statiche SLU / SLE e sismiche SLV EL, secondo le combinazioni di carico descritte nei capitoli precedenti, considerando gli inviluppi totali delle azioni derivanti dal calcolo delle elevazioni.

Il calcolo dei periodi fondamentali di vibrazione, in condizione fessurata e non fessurata come descritto all'inizio del capitolo, sono riportati nel seguito.

NOME: FONDAZIONE PILA P55 H=9.5m		CALCOLO SPETTRO SISMICO ELASTICO (ANALISI DINAMICA LINEARE)														
CARATTERISTICHE PILA																
H _{pila} (m)	9,50	Altezza pila														
E (MPa)	33346	Modulo di elasticità sezione non fessurata (E=Em)														
E _f (MPa)	16673	Modulo di elasticità sez. fessurata (E=0.50*Em)														
DIREZIONE LONGITUDINALE					DIREZIONE TRASVERSALE					DIREZIONE VERTICALE						
(campata fissa: peso impalcato + Traffico 2)					(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)					(campata fissa + mobile: peso imp. + Traffico 4)						
W _{imp,long} (kN)	18003	Peso impalcato			W _{imp,trasv} (kN)	18003				W _{imp,vert} (kN)	18003					
W _{treno,long} (kN)	3241	Traffico 2			W _{treno,trasv} (kN)	6063	Traffico 4			W _{vert} (kg)	6063	Traffico 4				
W _{eff,long} (kN)	18651	Peso eff. impalcato + 20% Traffico			W _{eff,trasv} (kN)	19216				W _{eff,vert} (kN)	19216					
m _{long} (kg)	1901250	Massa efficace portata			m _{trasv} (kg)	1958789				m _{vert} (kg)	1958789					
T _{1,long} (s)	0,162	Periodo di vibrazione (da calcolo FEM)			T _{1,trasv} (s)	0,166				T _{1,vert} (s)	0,033					
T _{1f,long} (s)	0,229	Periodo di vibrazione fessurata (da calcolo FEM)			T _{1f,trasv} (s)	0,235				T _{1f,vert} (s)	0,046					
T _B (s)	0,187				q (-)	1,00				a _g (g)	0,102	PGA verticale				
T _C (s)	0,561									S	1,000					
a _g (g)	0,178	PGA orizzontale								F _v	1,460					
S	1,426									q (-)	1,00					
F ₀	2,561															
q (-)	1,00															
NOME: FONDAZIONE PILA P55 H=9.5m		CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO PILA														
		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
Sisma masse efficaci	SL	0	15339	0	0,00	0,00	-3,00	187368	0	0	0	15339	0	187368	0	0
	ST	15227	0	0	0,00	0,00	-3,00	0	-189424	0	0	0	0	-189424	0	0
	SV	0	0	5911	0,00	0,00	-3,00	0	0	0	0	0	5911	0	0	0
Sisma long	SLP1	0	9653	0	0,00	0,00	-1,50	14480	0	0	0	0	0	0	0	0
	SLTE	0	2574	0	0,00	0,00	-3,50	9010	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma trasv	STP1	9653	0	0	0,00	0,00	-1,50	0	-14480	0	12228	0	0	0	0	-23490
	STTE	2574	0	0	0,00	0,00	-3,50	0	-9010	0	0	0	0	0	0	0
Sisma vert	SVP1	0	0	2211	0,00	0,00	-1,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SVTE	0	0	590	0,00	0,00	-3,50	0	0	0	0	0	2801	0	0	0
		0	0	2801				0	0	0	0	0	2801	0	0	0

Tabella 41 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	124

NOME: FONDAZIONE PILA P55 H=9.5m			PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE													
S fondazione (m)	3,00	Diametro fusto (m)	5,00	H2 pulvino (m)	1,50	H piano appoggi (m)	0,48	X _G fondazione	0,00	Y _G fondazione	0,00	Z _G fondazione	0,00			
L fondazione (m)	16,50	S1 pulvino (m)	5,40	H ritegno (m)	0,46	B piano appoggi (m)	2,50									
B fondazione (m)	12,00	S2 pulvino (m)	12,90	S ritegno (m)	2,15	Peso terreno (kN/m ³)	20,00									
H1 fusto (m)	6,50	H1 pulvino (m)	1,50			H reinterro fondazione (m)	1,00									
NOME: FONDAZIONE PILA P55 H=9.5m			CALCOLO AZIONI CORPO PILA													
	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)	
Peso proprio	P1	0	0	14850	0,00	0,00	-1,50	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P2	0	0	3191	0,00	0,00	-6,25	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P3	0	0	1716	0,00	0,00	-10,35	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P4	0	0	2419	0,00	0,00	-11,75	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P5	0	0	124	5,38	0,00	-12,73	0	-664	0	0	0	0	0	0	
	P6	0	0	124	-5,38	0,00	-12,73	0	664	0	0	0	0	0	0	
	P7	0	0	387	0,00	1,25	-12,74	484	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	22809				484	0	0	0	22809	484	0	0	
Peso terreno	TE	0	0	3960	0,00	0,00	-3,50	0	0	0	0	3960	0	0	0	
		0	0	3960				0	0	0	0	3960	0	0	0	
Spinta idraulica long (45°)	FWDL ESE	0	57	0	0,00	0,00	-8,33	471	0	0	0	57	57	0	471	-471
	FWDT ESE	57	0	0	0,00	0,00	-8,33	0	-471	0	0	0	0	0	0	0
Spinta idraulica trasv (90°)	FWDL ESE	0	0	0	0,00	0,00	-8,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FWDT ESE	80	0	0	0,00	0,00	-8,33	0	-666	0	0	0	0	0	0	-666
		80	0	0				0	-666	0	0	0	0	0	0	-666
NOME: FONDAZIONE PILA P55 H=9.5m			CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO													
	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)	
ENV SLU	Nvert Max	1756	1636	34656	0,00	0,00	-12,50	-8506	-18045	2200	1756	1636	34656	11938	-39990	2200
	Nvert Min	-1962	175	16859	0,00	0,00	-12,50	-3808	8480	-1058	-1962	175	16859	-1624	33005	-1058
	Vtrasv Max	2114	1460	26059	0,00	0,00	-12,50	-5951	-18625	1919	2114	1460	26059	12295	-45047	1919
	Vtrasv Min	-1962	236	24118	0,00	0,00	-12,50	-5632	9569	-1067	-1962	236	24118	-2682	34094	-1067
	Mtrasv Max	-1962	236	24118	0,00	0,00	-12,50	-5632	9569	-1067	-1962	236	24118	-2682	34094	-1067
	Mtrasv Min	1756	1636	27398	0,00	0,00	-12,50	-6646	-19134	2200	1756	1636	27398	13798	-41079	2200
	Vlong Max	1466	2868	27315	0,00	0,00	-12,50	-6187	-17867	4460	1466	2868	27315	29663	-36197	4460
	Vlong Min	-1177	175	17317	0,00	0,00	-12,50	-3966	6168	-645	-1177	175	17317	-1781	20883	-645
	Mlong Max	1471	2348	23100	0,00	0,00	-12,50	1717	-1395	756	1471	2348	23100	31068	-19783	756
	Mlong Min	1756	1636	34656	0,00	0,00	-12,50	-8506	-18045	2200	1756	1636	34656	11938	-39990	2200
	Mtorc Max	1466	2868	27315	0,00	0,00	-12,50	-6187	-17867	4460	1466	2868	27315	29663	-36197	4460
	Mtorc Min	-1962	236	24118	0,00	0,00	-12,50	-5632	9569	-1067	-1962	236	24118	-2682	34094	-1067
ENV SLE RA	Nvert Max	399	1616	23975	0,00	0,00	-12,50	-5626	-9902	2540	399	1616	23975	14579	-14888	2540
	Nvert Min	-1308	175	17241	0,00	0,00	-12,50	-3940	6553	-714	-1308	175	17241	-1755	22903	-714
	Vtrasv Max	1308	175	18766	0,00	0,00	-12,50	-4465	-1152	661	1308	175	18766	-2280	-17502	661
	Vtrasv Min	-1308	175	17241	0,00	0,00	-12,50	-3940	6553	-714	-1308	175	17241	-1755	22903	-714
	Mtrasv Max	-1308	175	17241	0,00	0,00	-12,50	-3940	6553	-714	-1308	175	17241	-1755	22903	-714
	Mtrasv Min	399	1616	23975	0,00	0,00	-12,50	-5626	-9902	2540	399	1616	23975	14579	-14888	2540
	Vlong Max	319	1956	23952	0,00	0,00	-12,50	-5499	-9553	3163	319	1956	23952	18956	-13542	3163
	Vlong Min	-1308	175	17241	0,00	0,00	-12,50	-3940	6553	-714	-1308	175	17241	-1755	22903	-714
	Mlong Max	324	1631	21045	0,00	0,00	-12,50	18	1792	-41	324	1631	21045	20410	-2261	-41
	Mlong Min	399	1616	23975	0,00	0,00	-12,50	-5626	-9902	2540	399	1616	23975	14579	-14888	2540
	Mtorc Max	319	1956	23952	0,00	0,00	-12,50	-5499	-9553	3163	319	1956	23952	18956	-13542	3163
	Mtorc Min	-1308	175	17241	0,00	0,00	-12,50	-3940	6553	-714	-1308	175	17241	-1755	22903	-714
ENV SLE QP	Nvert Max	0	175	18003	0,00	0,00	-12,50	-4202	2700	-26	0	175	18003	-2018	2700	-26
	Nvert Min	0	0	18003	0,00	0,00	-12,50	-4307	2700	0	0	0	18003	-4307	2700	0
	Vtrasv Max	0	175	18003	0,00	0,00	-12,50	-4202	2700	-26	0	175	18003	-2018	2700	-26
	Vtrasv Min	0	0	18003	0,00	0,00	-12,50	-4307	2700	0	0	0	18003	-4307	2700	0
	Mtrasv Max	0	175	18003	0,00	0,00	-12,50	-4202	2700	-26	0	175	18003	-2018	2700	-26
	Mtrasv Min	0	0	18003	0,00	0,00	-12,50	-4307	2700	0	0	0	18003	-4307	2700	0
	Vlong Max	0	175	18003	0,00	0,00	-12,50	-4202	2700	-26	0	175	18003	-2018	2700	-26
	Vlong Min	0	0	18003	0,00	0,00	-12,50	-4307	2700	0	0	0	18003	-4307	2700	0
	Mlong Max	0	175	18003	0,00	0,00	-12,50	-4202	2700	-26	0	175	18003	-2018	2700	-26
	Mlong Min	0	0	18003	0,00	0,00	-12,50	-4307	2700	0	0	0	18003	-4307	2700	0
	Mtorc Max	0	0	18003	0,00	0,00	-12,50	-4307	2700	0	0	0	18003	-4307	2700	0
	Mtorc Min	0	175	18003	0,00	0,00	-12,50	-4202	2700	-26	0	175	18003	-2018	2700	-26

Tabella 42 – Riepilogo azioni elementari statiche

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	125

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv}	V _{long}	N _{vert}	M _{long}	M _{trasv}	M _{torc}
		Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	22809	484	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2 (terreno)	0	0	3960	0	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	1756	1636	34656	11938	-39990	2200
	Nvert Min	-1962	175	16859	-1624	33005	-1058
	Vtrasv Max	2114	1460	26059	12295	-45047	1919
	Vtrasv Min	-1962	236	24118	-2682	34094	-1067
	Mtrasv Max	-1962	236	24118	-2682	34094	-1067
	Mtrasv Min	1756	1636	27398	13798	-41079	2200
	Vlong Max	1466	2868	27315	29663	-36197	4460
	Vlong Min	-1177	175	17317	-1781	20883	-645
	Mlong Max	1471	2348	23100	31068	-19783	756
	Mlong Min	1756	1636	34656	11938	-39990	2200
	Mtorc Max	1466	2868	27315	29663	-36197	4460
	Mtorc Min	-1962	236	24118	-2682	34094	-1067
SLE RA Impalcato	Nvert Max	399	1616	23975	14579	-14888	2540
	Nvert Min	-1308	175	17241	-1755	22903	-714
	Vtrasv Max	1308	175	18766	-2280	-17502	661
	Vtrasv Min	-1308	175	17241	-1755	22903	-714
	Mtrasv Max	-1308	175	17241	-1755	22903	-714
	Mtrasv Min	399	1616	23975	14579	-14888	2540
	Vlong Max	319	1956	23952	18956	-13542	3163
	Vlong Min	-1308	175	17241	-1755	22903	-714
	Mlong Max	324	1631	21045	20410	-2261	-41
	Mlong Min	399	1616	23975	14579	-14888	2540
	Mtorc Max	319	1956	23952	18956	-13542	3163
	Mtorc Min	-1308	175	17241	-1755	22903	-714
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	175	18003	-2018	2700	-26
	Nvert Min	0	0	18003	-4307	2700	0
	Vtrasv Max	0	175	18003	-2018	2700	-26
	Vtrasv Min	0	0	18003	-4307	2700	0
	Mtrasv Max	0	175	18003	-2018	2700	-26
	Mtrasv Min	0	0	18003	-4307	2700	0
	Vlong Max	0	175	18003	-2018	2700	-26
	Vlong Min	0	0	18003	-4307	2700	0
	Mlong Max	0	175	18003	-2018	2700	-26
	Mlong Min	0	0	18003	-4307	2700	0
	Mtorc Max	0	0	18003	-4307	2700	0
	Mtorc Min	0	175	18003	-2018	2700	-26

LINEA PESCARA – BARI

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

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	126

E Sisma	Sisma long	0	27567	0	210858	0	0
	Sisma trasv	27454	0	0	0	-212913	0
	Sisma vert	0	0	8712	0	0	0

Tabella 43 – Risultanti azioni elementari al centro della palificata G (quota testa palo)

NomeEnv:	TipComb:	NunComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str-G1 (peso proprio)	Gk2 Perm. Non Str-G2 (tenere)	SU-Nvert Max	SU-Nvert Min	SU-Vtrasv Max	SU-Vtrasv Min	SU-Mtrasv Max	SU-Mtrasv Min	SU-Vlong Max	SU-Vlong Min	SU-Mlong Max	SU-Mlong Min	SU-Mtorc Max	SU-Mtorc Min	SLE RA-Nvert Max	SLE RA-Nvert Min	SLE RA-Vtrasv Max	SLE RA-Vtrasv Min	SLE RA-Mtrasv Max	SLE RA-Mtrasv Min	SLE RA-Vlong Max	SLE RA-Vlong Min	SLE RA-Mlong Max	SLE RA-Mlong Min	SLE RA-Mtorc Max	SLE RA-Mtorc Min	SLE OP-Nvert Max	SLE OP-Nvert Min	SLE OP-Vtrasv Max	SLE OP-Vtrasv Min	SLE OP-Mtrasv Max	SLE OP-Mtrasv Min	SLE OP-Vlong Max	SLE OP-Vlong Min	SLE OP-Mlong Max	SLE OP-Mlong Min	SLE OP-Mtorc Max	SLE OP-Mtorc Min	E-Sisma long	E-Sisma trasv	E-Sisma vert												
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									
SLU	1	2	SLU2	1,35	1,50	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
SLU	1	3	SLU3	1,35	1,50	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
SLU	1	4	SLU4	1,35	1,50	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
SLU	1	5	SLU5	1,35	1,50	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
SLU	1	6	SLU6	1,35	1,50	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
SLU	1	7	SLU7	1,35	1,50	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
SLU	1	8	SLU8	1,35	1,50	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
SLU	1	9	SLU9	1,35	1,50	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
SLU	1	10	SLU10	1,35	1,50	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
SLU	1	11	SLU11	1,35	1,50	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
SLU	1	12	SLU12	1,35	1,50	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
SLU	2	13	SLU13	1,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
SLU	2	14	SLU14	1,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
SLU	2	15	SLU15	1,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
SLU	2	16	SLU16	1,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
SLU	2	17	SLU17	1,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
SLU	2	18	SLU18	1,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
SLU	2	19	SLU19	1,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
SLU	2	20	SLU20	1,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
SLU	2	21	SLU21	1,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
SLU	2	22	SLU22	1,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
SLU	2	23	SLU23	1,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	2	24	SLU24	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00																																														

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	127

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx' (kN)	My' (kNm)	Fy' (kN)	Mx' (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLU10	71389	1841	-40698	1720	13298	2200
N _{vert} Min	SLU38	43629	-1842	32005	175	-1140	-1058
V _{trasv} Max	SLU15	62791	2234	-46047	1460	12948	1919
V _{trasv} Min	SLU28	50887	-1877	33386	321	-1491	-1067
M _{trasv} Max	SLU4	60850	-1877	33386	321	-1322	-1067
M _{trasv} Min	SLU39	52828	2234	-46047	1460	12779	1919
V _{long} Max	SLU7	64047	1551	-36904	2953	31024	4460
V _{long} Min	SLU44	44086	-1057	19884	175	-1298	-645
M _{long} Max	SLU9	59833	1556	-20490	2433	32428	756
M _{long} Min	SLU48	50887	-1842	33094	236	-2199	-1067
M _{torc} Max	SLU7	64047	1551	-36904	2953	31024	4460
M _{torc} Min	SLU48	50887	-1842	33094	236	-2199	-1067
INVILUPPO: SLV EL		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLV5	53484	8236	-61174	8445	61724	-26
N _{vert} Min	SLV6	36061	8236	-61174	8445	61724	-26
V _{trasv} Max	SLV3	47386	27454	-210213	8445	61724	-26
V _{trasv} Min	SLV6	36061	8236	-61174	8445	61724	-26
M _{trasv} Max	SLV1	47386	8236	-61174	27742	209324	-26
M _{trasv} Min	SLV3	47386	27454	-210213	8445	61724	-26
V _{long} Max	SLV1	47386	8236	-61174	27742	209324	-26
V _{long} Min	SLV5	53484	8236	-61174	8445	61724	-26
M _{long} Max	SLV1	47386	8236	-61174	27742	209324	-26
M _{long} Min	SLV5	53484	8236	-61174	8445	61724	-26
M _{torc} Max	SLV5	53484	8236	-61174	8445	61724	-26
M _{torc} Min	SLV6	36061	8236	-61174	8445	61724	-26

Tabella 45 – ENV SLU, SLV EL - Azioni totali involuppo

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	128

INVILUPPO: SLE RA		N_{vert}	V_{trasv}	M_{trasv}	V_{long}	M_{long}	M_{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx' (kN)	My' (kNm)	Fy' (kN)	Mx' (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	RA1	50744	456	-15360	1673	15535	2540
N _{vert} Min	RA12	44010	-1228	22237	175	-1271	-714
V _{trasv} Max	RA3	45535	1388	-18169	175	-1796	661
V _{trasv} Min	RA2	44010	-1251	22432	231	-800	-714
M _{trasv} Max	RA2	44010	-1251	22432	231	-800	-714
M _{trasv} Min	RA3	45535	1388	-18169	175	-1796	661
V _{long} Max	RA7	50721	376	-14013	2013	19911	3163
V _{long} Min	RA4	44010	-1228	22237	175	-1271	-714
M _{long} Max	RA9	47814	381	-2733	1688	21366	-41
M _{long} Min	RA3	45535	1388	-18169	175	-1796	661
M _{torc} Max	RA7	50721	376	-14013	2013	19911	3163
M _{torc} Min	RA12	44010	-1228	22237	175	-1271	-714
INVILUPPO: SLE QP		N_{vert}	V_{trasv}	M_{trasv}	V_{long}	M_{long}	M_{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	QP1	44772	57	2229	231	-1062	-26
N _{vert} Min	QP12	44772	80	2034	175	-1534	-26
V _{trasv} Max	QP12	44772	80	2034	175	-1534	-26
V _{trasv} Min	QP2	44772	57	2229	57	-3352	0
M _{trasv} Max	QP1	44772	57	2229	231	-1062	-26
M _{trasv} Min	QP2	44772	80	2034	0	-3823	0
V _{long} Max	QP1	44772	57	2229	231	-1062	-26
V _{long} Min	QP2	44772	80	2034	0	-3823	0
M _{long} Max	QP1	44772	57	2229	231	-1062	-26
M _{long} Min	QP2	44772	80	2034	0	-3823	0
M _{torc} Max	QP2	44772	57	2229	57	-3352	0
M _{torc} Min	QP12	44772	80	2034	175	-1534	-26

Tabella 46 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	129

10.4.2 Analisi sismica (SLV GR)

Nel seguito vengono riportati i dettagli dei calcoli effettuati per la valutazione delle risultanti delle combinazioni sismiche SLV GR, secondo le combinazioni di carico descritte nei capitoli precedenti.

Le azioni risultanti sismiche SLV GR della soprastruttura sono quelle ricavate dall'analisi sismica SLV delle elevazioni opportunamente amplificate per i coefficienti γ_{Rd} , secondo il Metodo della Gerarchia delle Resistenze descritto nei capitoli precedenti.

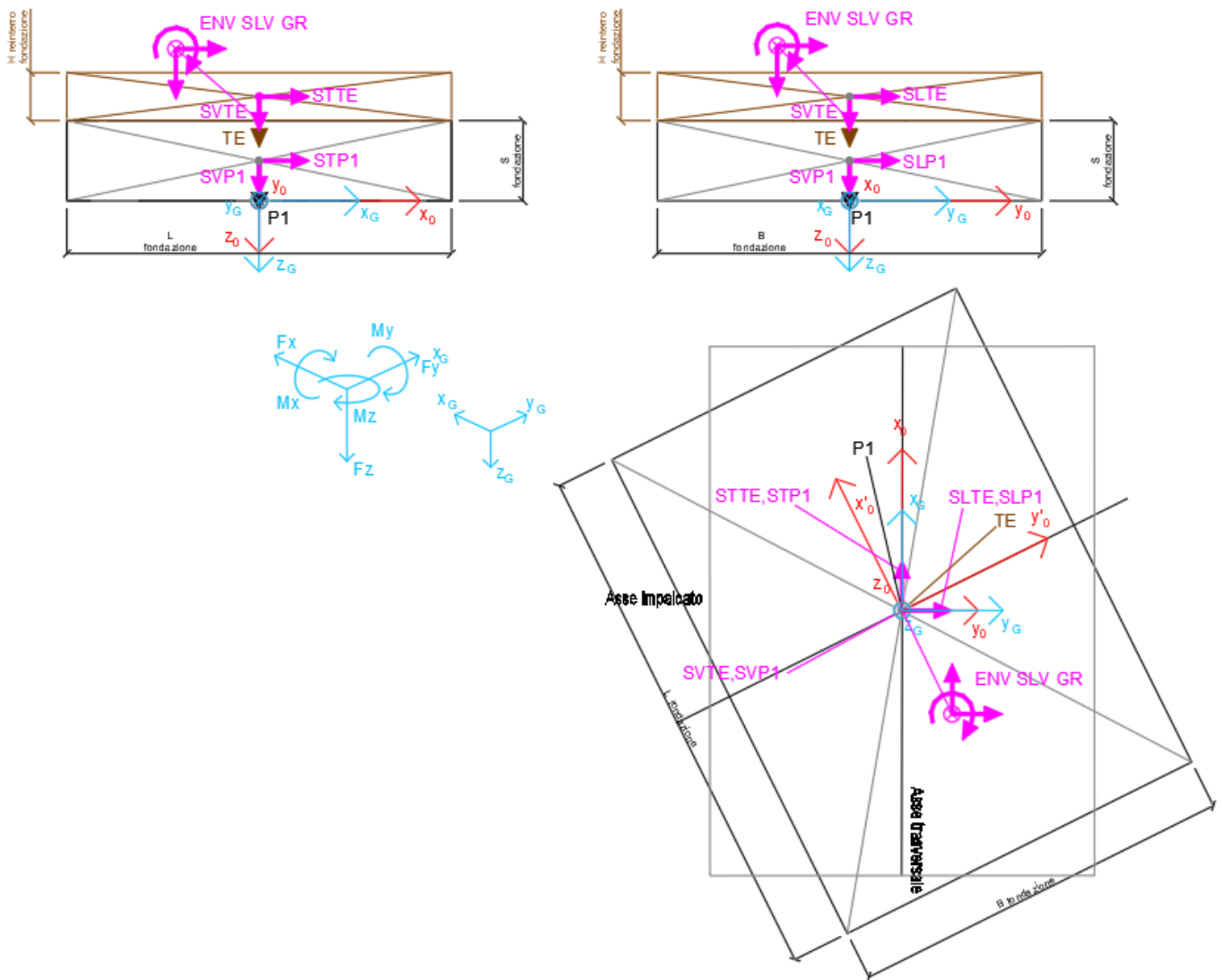


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	130

NOME: FONDAZIONE SISMA PILA P55 H=9.5m				PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE																			
S fondazione (m)	3,00	Y _{Rd} longitudinale	1,10	Peso terreno (kN/m ³)			20,00	X _G fondazione			0,00												
L fondazione (m)	16,50	Y _{Rd} trasversale	1,10	H reinterro fondazione (m)			1,00	Y _G fondazione			0,00												
B fondazione (m)	12,00				Z _G fondazione			0,00															
NOME: FONDAZIONE SISMA PILA P55 H=9.5m				CALCOLO AZIONI CORPO PILA																			
	F _{xO} (kN)	F _{yO} (kN)	F _{zO} (kN)	x _O (m)	y _O (m)	z _O (m)	M _{xO} (kNm)	M _{yO} (kNm)	M _{zO} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)								
Peso proprio	P1	0	0	14850	0,00	0,00	-1,50	0	0	0	0	0	14850	0	0								
Peso terreno	TE	0	0	3960	0,00	0,00	-3,50	0	0	0	0	0	3960	0	0								
NOME: FONDAZIONE SISMA PILA P55 H=9.5m				CALCOLO AZIONI SISMICHE DA ELEVAZIONE (GR)																			
	F _{xO} (kN)	F _{yO} (kN)	F _{zO} (kN)	x _O (m)	y _O (m)	z _O (m)	M _{xO} (kNm)	M _{yO} (kNm)	M _{zO} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)								
ENV	Nvert Max	3351	3567	31873	0,00	0,00	-3,00	28831	-28651	-26	3351	3567	31873	39533	-38705								
SLV	Nvert Min	3351	3567	20052	0,00	0,00	-3,00	28831	-28651	-26	3351	3567	20052	39533	-38705								
	Vtrasv Max	11171	3567	27736	0,00	0,00	-3,00	28831	-102436	-26	11171	3567	27736	39533	-135948								
	Vtrasv Min	3351	3567	20052	0,00	0,00	-3,00	28831	-28651	-26	3351	3567	20052	39533	-38705								
	Mtrasv Max	3351	11443	27736	0,00	0,00	-3,00	101385	-28651	-26	3351	11443	27736	135713	-38705								
	Mtrasv Min	11171	3567	27736	0,00	0,00	-3,00	28831	-102436	-26	11171	3567	27736	39533	-135948								
	Vlong Max	3351	11443	27736	0,00	0,00	-3,00	101385	-28651	-26	3351	11443	27736	135713	-38705								
	Vlong Min	3351	3567	31873	0,00	0,00	-3,00	28831	-28651	-26	3351	3567	31873	39533	-38705								
	Mlong Max	3351	11443	27736	0,00	0,00	-3,00	101385	-28651	-26	3351	11443	27736	135713	-38705								
	Mlong Min	3351	3567	31873	0,00	0,00	-3,00	28831	-28651	-26	3351	3567	31873	39533	-38705								
	Mtorc Max	3351	3567	31873	0,00	0,00	-3,00	28831	-28651	-26	3351	3567	31873	39533	-38705								
	Mtorc Min	3351	3567	20052	0,00	0,00	-3,00	28831	-28651	-26	3351	3567	20052	39533	-38705								
NOME: FONDAZIONE SISMA PILA P55 H=9.5m				CALCOLO SPETTRO SISMICO ELASTICO																			
SPETTRI RISPOSTA DI PROGETTO																							
a _g (g)				0,178				PGA orizzontale				a _g (g)				0,102				PGA verticale			
S				1,426								S				1,000							
Longitudinale				S _{d,long} (g)				0,2538				Trasversale				S _{d,trasv} (g)				0,2538			
Verticale				S _{d,vert} (g)				0,1020															
NOME: FONDAZIONE SISMA PILA P55 H=9.5m				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO PILA																			
Sisma long	SLP1	0	3769	0	0,00	0,00	-1,50	5654	0	0													
	SLTE	0	1005	0	0,00	0,00	-3,50	3518	0	0													
		0	4775	0				9172	0	0	0	4775	0	9172	0								
Sisma trasv	STP1	3769	0	0	0,00	0,00	-1,50	0	-5654	0													
	STTE	1005	0	0	0,00	0,00	-3,50	0	-3518	0													
		4775	0	0				0	-9172	0	4775	0	0	0	-9172								
Sisma vert	SVP1	0	0	1515	0,00	0,00	-1,50	0	0	0													
	SVTE	0	0	404	0,00	0,00	-3,50	0	0	0													
		0	0	1919				0	0	0	0	0	1919	0	0								

Tabella 47 – Riepilogo azioni elementari statiche e sismiche

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	131

Tipo azione	Descrizione azione	V_{trasv}	V_{long}	N_{vert}	M_{long}	M_{trasv}	M_{torc}
		Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	14850	0	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2 (terreno)	0	0	3960	0	0	0
E Sisma	Sisma long	0	4775	0	9172	0	0
	Sisma trasv	4775	0	0	0	-9172	0
	Sisma vert	0	0	1919	0	0	0
SLV Impalcato	Nvert Max	3351	3567	31873	39533	-38705	-26
	Nvert Min	3351	3567	20052	39533	-38705	-26
	Vtrasv Max	11171	3567	27736	39533	-135948	-26
	Vtrasv Min	3351	3567	20052	39533	-38705	-26
	Mtrasv Max	3351	11443	27736	135713	-38705	-26
	Mtrasv Min	11171	3567	27736	39533	-135948	-26
	Vlong Max	3351	11443	27736	135713	-38705	-26
	Vlong Min	3351	3567	31873	39533	-38705	-26
	Mlong Max	3351	11443	27736	135713	-38705	-26
	Mlong Min	3351	3567	31873	39533	-38705	-26
	Mtorc Max	3351	3567	31873	39533	-38705	-26
	Mtorc Min	3351	3567	20052	39533	-38705	-26

Tabella 48 – Risultanti azioni elementari al centro della palificata G (quota testa palo)

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	132

NomeEnv:	TipComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2 Perm. Non Str.-G2 (terreno)	E-Sistema long	E-Sistema trasv	E-Sistema vert	SLV-Nvert Max	SLV-Nvert Min	SLV-Vtrasv Max	SLV-Vtrasv Min	SLV-Mtrasv Max	SLV-Mtrasv Min	SLV-Vlong Max	SLV-Vlong Min	SLV-Mlong Max	SLV-Mlong Min	SLV-Mtorec Max	SLV-Mtorec Min
SLV GR	1	1	SLV1	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	2	SLV2	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	3	SLV3	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	4	SLV4	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	5	SLV5	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	6	SLV6	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	7	SLV7	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	8	SLV8	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	9	SLV9	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	10	SLV10	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	11	SLV11	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	12	SLV12	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	13	SLV13	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	14	SLV14	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	15	SLV15	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	16	SLV16	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	17	SLV17	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	18	SLV18	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	19	SLV19	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	20	SLV20	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	21	SLV21	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	22	SLV22	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	23	SLV23	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	24	SLV24	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	25	SLV25	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	26	SLV26	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	27	SLV27	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	28	SLV28	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	29	SLV29	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	30	SLV30	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	31	SLV31	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	32	SLV32	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	33	SLV33	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	34	SLV34	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	35	SLV35	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	36	SLV36	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	37	SLV37	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	38	SLV38	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	39	SLV39	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	40	SLV40	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	41	SLV41	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	42	SLV42	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	43	SLV43	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	44	SLV44	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	45	SLV45	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	46	SLV46	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	47	SLV47	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	48	SLV48	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	49	SLV49	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	50	SLV50	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	51	SLV51	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	52	SLV52	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	53	SLV53	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	54	SLV54	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	55	SLV55	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	56	SLV56	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	57	SLV57	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	58	SLV58	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	59	SLV59	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	60	SLV60	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	61	SLV61	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	62	SLV62	1.00	1.00															

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	133

INVILUPPO: SLV GR		N_{vert}	V_{trasv}	M_{trasv}	V_{long}	M_{long}	M_{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	F_z (kN)	$F_{x'}$ (kN)	$M_{y'}$ (kNm)	$F_{y'}$ (kN)	$M_{x'}$ (kNm)	M_z (kNm)
N_{vert} Max	SLV5	52602	4784	-41457	5000	42284	-26
N_{vert} Min	SLV72	36943	4784	-41457	5000	42284	-26
V_{trasv} Max	SLV15	47121	15945	-145120	5000	42284	-26
V_{trasv} Min	SLV72	36943	4784	-41457	5000	42284	-26
M_{trasv} Max	SLV25	47121	4784	-41457	16217	144885	-26
M_{trasv} Min	SLV15	47121	15945	-145120	5000	42284	-26
V_{long} Max	SLV25	47121	4784	-41457	16217	144885	-26
V_{long} Min	SLV71	40780	4784	-41457	5000	42284	-26
M_{long} Max	SLV25	47121	4784	-41457	16217	144885	-26
M_{long} Min	SLV71	40780	4784	-41457	5000	42284	-26
M_{torc} Max	SLV71	40780	4784	-41457	5000	42284	-26
M_{torc} Min	SLV72	36943	4784	-41457	5000	42284	-26

Tabella 50 – ENV SLV GR - Azioni totali inviluppo

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								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	134

10.5 VERIFICHE ELEVAZIONE

Nelle seguenti tabelle sono riportate le sollecitazioni a quota spiccato pila (estradosso plinto) per le combinazioni di carico allo SLU e la relativa verifica di resistenza a pressoflessione.

10.5.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

Il fusto è armato con un quantitativo di armatura longitudinale $160\Phi 24$ distribuito lungo il perimetro in due strati per un totale di 320 ferri. La verifica risulta soddisfatta e porge i seguenti risultati. I domini di resistenza M-N e i coefficienti di sicurezza a pressoflessione sono ottenuti attraverso il software SAX 10.0 distribuito da Aztec.

Il valore dei tagli resistenti è stato, invece, ricavato attraverso un apposito foglio di calcolo realizzato in accordo con il D.M. 14/01/2008 p.to 4.1.2.1.3.2, e considerando la sezione trasversale armata a taglio con staffe $4\phi 22/20$ in direzione longitudinale e trasversale. Tale armatura viene ridotta al di fuori della zona critica dell'elemento strutturale.

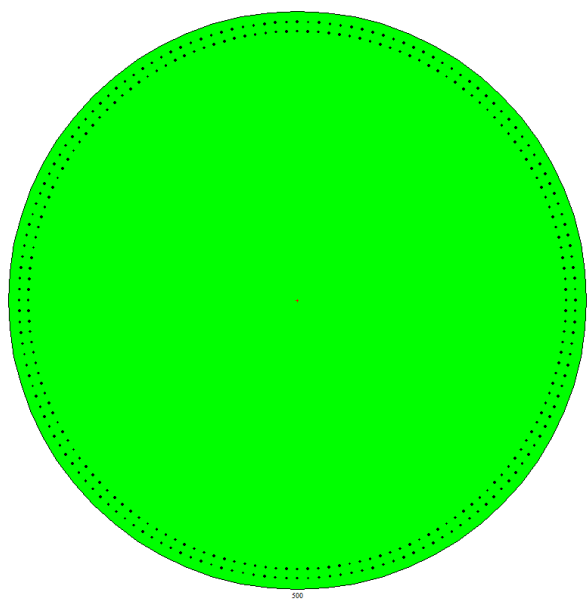


Figura 32 – Sezione trasversale base pila e relativa armatura

Dati

Nome sezione:	Pila Transizione
Tipo sezione	Circolare
Diametro	500,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	135

Area sezione	196034,28 [cmq]	
Inerzia in direzione X	3058119184,0	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	3058119184,0	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 250,00$	[cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 250,00$	[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	490,60	250,00	24	4,52
2	490,41	259,45	24	4,52
3	489,86	268,88	24	4,52
4	488,93	278,28	24	4,52
5	487,64	287,64	24	4,52
6	485,98	296,94	24	4,52
7	483,95	306,17	24	4,52
8	481,57	315,31	24	4,52
9	478,82	324,35	24	4,52
10	475,73	333,28	24	4,52
11	472,29	342,07	24	4,52
12	468,50	350,73	24	4,52
13	464,38	359,23	24	4,52
14	459,92	367,56	24	4,52
15	455,15	375,71	24	4,52
16	450,05	383,67	24	4,52
17	444,65	391,42	24	4,52
18	438,95	398,95	24	4,52
19	432,95	406,26	24	4,52
20	426,68	413,32	24	4,52
21	420,13	420,13	24	4,52
22	413,32	426,68	24	4,52
23	406,26	432,95	24	4,52
24	398,95	438,95	24	4,52
25	391,42	444,65	24	4,52
26	383,67	450,05	24	4,52
27	375,71	455,15	24	4,52
28	367,56	459,92	24	4,52
29	359,23	464,38	24	4,52
30	350,73	468,50	24	4,52
31	342,07	472,29	24	4,52
32	333,28	475,73	24	4,52
33	324,35	478,82	24	4,52
34	315,31	481,57	24	4,52
35	306,17	483,95	24	4,52
36	296,94	485,98	24	4,52
37	287,64	487,64	24	4,52
38	278,28	488,93	24	4,52
39	268,88	489,86	24	4,52
40	259,45	490,41	24	4,52

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	136

41	250,00	490,60	24	4,52
42	240,55	490,41	24	4,52
43	231,12	489,86	24	4,52
44	221,72	488,93	24	4,52
45	212,36	487,64	24	4,52
46	203,06	485,98	24	4,52
47	193,83	483,95	24	4,52
48	184,69	481,57	24	4,52
49	175,65	478,82	24	4,52
50	166,72	475,73	24	4,52
51	157,93	472,29	24	4,52
52	149,27	468,50	24	4,52
53	140,77	464,38	24	4,52
54	132,44	459,92	24	4,52
55	124,29	455,15	24	4,52
56	116,33	450,05	24	4,52
57	108,58	444,65	24	4,52
58	101,05	438,95	24	4,52
59	93,74	432,95	24	4,52
60	86,68	426,68	24	4,52
61	79,87	420,13	24	4,52
62	73,32	413,32	24	4,52
63	67,05	406,26	24	4,52
64	61,05	398,95	24	4,52
65	55,35	391,42	24	4,52
66	49,95	383,67	24	4,52
67	44,85	375,71	24	4,52
68	40,08	367,56	24	4,52
69	35,62	359,23	24	4,52
70	31,50	350,73	24	4,52
71	27,71	342,07	24	4,52
72	24,27	333,28	24	4,52
73	21,18	324,35	24	4,52
74	18,43	315,31	24	4,52
75	16,05	306,17	24	4,52
76	14,02	296,94	24	4,52
77	12,36	287,64	24	4,52
78	11,07	278,28	24	4,52
79	10,14	268,88	24	4,52
80	9,59	259,45	24	4,52
81	9,40	250,00	24	4,52
82	9,59	240,55	24	4,52
83	10,14	231,12	24	4,52
84	11,07	221,72	24	4,52
85	12,36	212,36	24	4,52
86	14,02	203,06	24	4,52
87	16,05	193,83	24	4,52
88	18,43	184,69	24	4,52
89	21,18	175,65	24	4,52
90	24,27	166,72	24	4,52
91	27,71	157,93	24	4,52
92	31,50	149,27	24	4,52
93	35,62	140,77	24	4,52
94	40,08	132,44	24	4,52
95	44,85	124,29	24	4,52
96	49,95	116,33	24	4,52
97	55,35	108,58	24	4,52
98	61,05	101,05	24	4,52

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	137

99	67,05	93,74	24	4,52
100	73,32	86,68	24	4,52
101	79,87	79,87	24	4,52
102	86,68	73,32	24	4,52
103	93,74	67,05	24	4,52
104	101,05	61,05	24	4,52
105	108,58	55,35	24	4,52
106	116,33	49,95	24	4,52
107	124,29	44,85	24	4,52
108	132,44	40,08	24	4,52
109	140,77	35,62	24	4,52
110	149,27	31,50	24	4,52
111	157,93	27,71	24	4,52
112	166,72	24,27	24	4,52
113	175,65	21,18	24	4,52
114	184,69	18,43	24	4,52
115	193,83	16,05	24	4,52
116	203,06	14,02	24	4,52
117	212,36	12,36	24	4,52
118	221,72	11,07	24	4,52
119	231,12	10,14	24	4,52
120	240,55	9,59	24	4,52
121	250,00	9,40	24	4,52
122	259,45	9,59	24	4,52
123	268,88	10,14	24	4,52
124	278,28	11,07	24	4,52
125	287,64	12,36	24	4,52
126	296,94	14,02	24	4,52
127	306,17	16,05	24	4,52
128	315,31	18,43	24	4,52
129	324,35	21,18	24	4,52
130	333,28	24,27	24	4,52
131	342,07	27,71	24	4,52
132	350,73	31,50	24	4,52
133	359,23	35,62	24	4,52
134	367,56	40,08	24	4,52
135	375,71	44,85	24	4,52
136	383,67	49,95	24	4,52
137	391,42	55,35	24	4,52
138	398,95	61,05	24	4,52
139	406,26	67,05	24	4,52
140	413,32	73,32	24	4,52
141	420,13	79,87	24	4,52
142	426,68	86,68	24	4,52
143	432,95	93,74	24	4,52
144	438,95	101,05	24	4,52
145	444,65	108,58	24	4,52
146	450,05	116,33	24	4,52
147	455,15	124,29	24	4,52
148	459,92	132,44	24	4,52
149	464,38	140,77	24	4,52
150	468,50	149,27	24	4,52
151	472,29	157,93	24	4,52
152	475,73	166,72	24	4,52
153	478,82	175,65	24	4,52
154	481,57	184,69	24	4,52
155	483,95	193,83	24	4,52
156	485,98	203,06	24	4,52

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	138

157	487,64	212,36	24	4,52
158	488,93	221,72	24	4,52
159	489,86	231,12	24	4,52
160	490,41	240,55	24	4,52
161	482,60	250,00	24	4,52
162	482,42	259,13	24	4,52
163	481,88	268,25	24	4,52
164	480,99	277,34	24	4,52
165	479,74	286,39	24	4,52
166	478,13	295,38	24	4,52
167	476,17	304,30	24	4,52
168	473,87	313,14	24	4,52
169	471,22	321,88	24	4,52
170	468,22	330,51	24	4,52
171	464,89	339,01	24	4,52
172	461,23	347,38	24	4,52
173	457,25	355,60	24	4,52
174	452,94	363,65	24	4,52
175	448,32	371,53	24	4,52
176	443,40	379,23	24	4,52
177	438,18	386,72	24	4,52
178	432,66	394,00	24	4,52
179	426,87	401,06	24	4,52
180	420,80	407,89	24	4,52
181	414,47	414,47	24	4,52
182	407,89	420,80	24	4,52
183	401,06	426,87	24	4,52
184	394,00	432,66	24	4,52
185	386,72	438,18	24	4,52
186	379,23	443,40	24	4,52
187	371,53	448,32	24	4,52
188	363,65	452,94	24	4,52
189	355,60	457,25	24	4,52
190	347,38	461,23	24	4,52
191	339,01	464,89	24	4,52
192	330,51	468,22	24	4,52
193	321,88	471,22	24	4,52
194	313,14	473,87	24	4,52
195	304,30	476,17	24	4,52
196	295,38	478,13	24	4,52
197	286,39	479,74	24	4,52
198	277,34	480,99	24	4,52
199	268,25	481,88	24	4,52
200	259,13	482,42	24	4,52
201	250,00	482,60	24	4,52
202	240,87	482,42	24	4,52
203	231,75	481,88	24	4,52
204	222,66	480,99	24	4,52
205	213,61	479,74	24	4,52
206	204,62	478,13	24	4,52
207	195,70	476,17	24	4,52
208	186,86	473,87	24	4,52
209	178,12	471,22	24	4,52
210	169,49	468,22	24	4,52
211	160,99	464,89	24	4,52
212	152,62	461,23	24	4,52
213	144,40	457,25	24	4,52
214	136,35	452,94	24	4,52

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	139

215	128,47	448,32	24	4,52
216	120,77	443,40	24	4,52
217	113,28	438,18	24	4,52
218	106,00	432,66	24	4,52
219	98,94	426,87	24	4,52
220	92,11	420,80	24	4,52
221	85,53	414,47	24	4,52
222	79,20	407,89	24	4,52
223	73,13	401,06	24	4,52
224	67,34	394,00	24	4,52
225	61,82	386,72	24	4,52
226	56,60	379,23	24	4,52
227	51,68	371,53	24	4,52
228	47,06	363,65	24	4,52
229	42,75	355,60	24	4,52
230	38,77	347,38	24	4,52
231	35,11	339,01	24	4,52
232	31,78	330,51	24	4,52
233	28,78	321,88	24	4,52
234	26,13	313,14	24	4,52
235	23,83	304,30	24	4,52
236	21,87	295,38	24	4,52
237	20,26	286,39	24	4,52
238	19,01	277,34	24	4,52
239	18,12	268,25	24	4,52
240	17,58	259,13	24	4,52
241	17,40	250,00	24	4,52
242	17,58	240,87	24	4,52
243	18,12	231,75	24	4,52
244	19,01	222,66	24	4,52
245	20,26	213,61	24	4,52
246	21,87	204,62	24	4,52
247	23,83	195,70	24	4,52
248	26,13	186,86	24	4,52
249	28,78	178,12	24	4,52
250	31,78	169,49	24	4,52
251	35,11	160,99	24	4,52
252	38,77	152,62	24	4,52
253	42,75	144,40	24	4,52
254	47,06	136,35	24	4,52
255	51,68	128,47	24	4,52
256	56,60	120,77	24	4,52
257	61,82	113,28	24	4,52
258	67,34	106,00	24	4,52
259	73,13	98,94	24	4,52
260	79,20	92,11	24	4,52
261	85,53	85,53	24	4,52
262	92,11	79,20	24	4,52
263	98,94	73,13	24	4,52
264	106,00	67,34	24	4,52
265	113,28	61,82	24	4,52
266	120,77	56,60	24	4,52
267	128,47	51,68	24	4,52
268	136,35	47,06	24	4,52
269	144,40	42,75	24	4,52
270	152,62	38,77	24	4,52
271	160,99	35,11	24	4,52
272	169,49	31,78	24	4,52

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	140

273	178,12	28,78	24	4,52
274	186,86	26,13	24	4,52
275	195,70	23,83	24	4,52
276	204,62	21,87	24	4,52
277	213,61	20,26	24	4,52
278	222,66	19,01	24	4,52
279	231,75	18,12	24	4,52
280	240,87	17,58	24	4,52
281	250,00	17,40	24	4,52
282	259,13	17,58	24	4,52
283	268,25	18,12	24	4,52
284	277,34	19,01	24	4,52
285	286,39	20,26	24	4,52
286	295,38	21,87	24	4,52
287	304,30	23,83	24	4,52
288	313,14	26,13	24	4,52
289	321,88	28,78	24	4,52
290	330,51	31,78	24	4,52
291	339,01	35,11	24	4,52
292	347,38	38,77	24	4,52
293	355,60	42,75	24	4,52
294	363,65	47,06	24	4,52
295	371,53	51,68	24	4,52
296	379,23	56,60	24	4,52
297	386,72	61,82	24	4,52
298	394,00	67,34	24	4,52
299	401,06	73,13	24	4,52
300	407,89	79,20	24	4,52
301	414,47	85,53	24	4,52
302	420,80	92,11	24	4,52
303	426,87	98,94	24	4,52
304	432,66	106,00	24	4,52
305	438,18	113,28	24	4,52
306	443,40	120,77	24	4,52
307	448,32	128,47	24	4,52
308	452,94	136,35	24	4,52
309	457,25	144,40	24	4,52
310	461,23	152,62	24	4,52
311	464,89	160,99	24	4,52
312	468,22	169,49	24	4,52
313	471,22	178,12	24	4,52
314	473,87	186,86	24	4,52
315	476,17	195,70	24	4,52
316	478,13	204,62	24	4,52
317	479,74	213,61	24	4,52
318	480,99	222,66	24	4,52
319	481,88	231,75	24	4,52
320	482,42	240,87	24	4,52

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		

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	141

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo



Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sfuerzo 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, SLER - 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	45401,2100	8136,6700	-35176,1000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	24818,6900	-1664,3100	26479,2600	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	34862,8300	-2284,5400	27755,1000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	34018,1400	8399,4500	-39345,6700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	33845,0400	25129,3200	-15822,1800	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	32077,0700	-2906,3700	27568,0200	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
7	31873,0000	26209,8100	-26046,7000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
8	20051,7800	26209,8100	-26046,7000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
9	27735,5800	92168,5200	-26046,7000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
10	27735,5800	26209,8100	-93123,4300	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
11	27735,5800	92168,5200	-26046,7000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
12	31873,0000	26209,8100	-26046,7000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
13	31933,8500	10515,5600	-13993,4600	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
14	25199,9200	-1795,6100	18553,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
15	25199,9200	-1493,9300	18677,7200	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
16	31933,8500	10213,8800	-14118,1800	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
17	29004,2400	16301,5300	-1590,2400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
18	26724,8600	-2320,8100	-14004,8700	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
19	25962,3900	-1756,5300	2398,7900	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
20	25962,3900	-2058,2100	2274,0600	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
21	25962,3900	-1756,5300	2398,7900	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
22	25962,3900	-3823,4900	2274,0600	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
23	25962,3900	-1756,5300	2398,7900	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
24	25962,3900	-3823,4900	2274,0600	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	142

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
Xc	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°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
13	556,93	53,08	(-52600,44; -70591,40)	(4133,35; 4906,44)
14	477,05	84,47	(992,87; 10282,57)	(-880,25; -9071,27)
15	475,74	85,43	(1258,62; 15692,02)	(-536,96; -6756,99)
16	558,37	54,12	(-3286,97; -5165,39)	(28133,99; 38266,38)
17	548,14	5,57	(-10619,24; -1109,87)	(11598,68; 1057,52)
18	566,83	-80,59	(1702,52; -6576,42)	(-4899,39; 33262,62)
19	1719,96	53,79	(10073,64; 16154,06)	(-167847,47; -226822,37)
20	1674,83	47,85	(10694,39; 13913,46)	(-1617401,20; -1784924,88)
21	1719,96	53,79	(10073,64; 16154,06)	(-167847,47; -226822,37)
22	1232,31	30,74	(310938,32; 186178,30)	(-11404,30; -5538,29)
23	1719,96	53,79	(10073,64; 16154,06)	(-167847,47; -226822,37)
24	1232,31	30,74	(310938,32; 186178,30)	(-11404,30; -5538,29)

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}
13	2,659	0,000	0,000	39,227	4,769
14	2,430	0,000	0,000	35,731	-1,032
15	2,437	0,000	0,000	35,833	-1,138
16	2,654	0,000	0,000	39,152	4,844
17	2,449	0,000	0,000	36,101	3,859
18	2,195	0,000	0,000	32,384	4,435
19	1,395	0,000	0,000	20,811	14,958
20	1,401	0,000	0,000	20,904	14,865
21	1,395	0,000	0,000	20,811	14,958
22	1,495	0,000	0,000	22,264	13,506
23	1,395	0,000	0,000	20,811	14,958
24	1,495	0,000	0,000	22,264	13,506

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	143

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
270665,5195	-209707,1285	48507,8704	5,96
273954,6243	-212255,4720	8136,6700	6,03
381094,2763	-35176,1000	68298,5842	8,39
406254,6463	-35176,1000	8136,6700	8,95
45401,2100	-187279,8991	8136,6700	5,32
45401,2100	-182629,5371	42244,4863	5,19
45401,2100	-35176,1000	184114,4864	22,63

Combinazione n° 2

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
229043,5234	244368,3775	-15359,3693	9,23
229316,9059	244660,0515	-1664,3100	9,24
405176,0055	26479,2600	-27170,5911	16,33
411763,5298	26479,2600	-1664,3100	16,59
24818,6900	158599,0503	-1664,3100	5,99
24818,6900	158295,1953	-9949,3821	5,98
24818,6900	26479,2600	-156381,8472	93,96

Combinazione n° 3

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
270071,8294	215010,3888	-17697,6424	7,75
270504,5760	215354,9083	-2284,5400	7,76
404906,5526	27755,1000	-26533,2796	11,61
411017,2941	27755,1000	-2284,5400	11,79
34862,8300	173593,7177	-2284,5400	6,25
34862,8300	173024,4666	-14241,7543	6,23
34862,8300	27755,1000	-171376,6306	75,02

Combinazione n° 4

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
213877,3001	-247372,3041	52808,6394	6,29
217166,8924	-251177,0744	8399,4500	6,38
366745,3379	-39345,6700	90553,4262	10,78
403820,0163	-39345,6700	8399,4500	11,87
34018,1400	-172183,9933	8399,4500	4,38
34018,1400	-168588,1201	35989,9192	4,28
34018,1400	-39345,6700	167840,4161	19,98

Combinazione n° 5

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
257448,5456	-120354,3334	191150,8122	7,61
327181,0939	-152953,5247	25129,3200	9,67
279079,2616	-15822,1800	207211,2212	8,25
409965,4107	-15822,1800	25129,3200	12,11
33845,0400	-170293,0590	25129,3200	10,76
33845,0400	-91716,5850	145667,3741	5,80
33845,0400	-15822,1800	171407,0288	6,82

Combinazione n° 6

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
259525,5476	223044,2334	-23514,5313	8,09
260270,7989	223684,7253	-2906,3700	8,11

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	144

<u>400622,8384</u>	27568,0200	<u>-36298,7704</u>	12,49
<u>411089,6597</u>	27568,0200	<u>-2906,3700</u>	12,82
32077,0700	<u>169528,6469</u>	<u>-2906,3700</u>	6,15
32077,0700	<u>168620,0037</u>	<u>-17776,8342</u>	6,12
32077,0700	27568,0200	<u>-167300,9946</u>	57,56

Combinazione n° 7

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>216882,2587</u>	<u>-177236,7561</u>	<u>178346,6505</u>	6,80
<u>266112,5163</u>	<u>-217467,8530</u>	26209,8100	8,35
<u>265295,9088</u>	-26046,7000	<u>218158,1703</u>	8,32
<u>405757,4340</u>	-26046,7000	26209,8100	12,73
31873,0000	<u>-167216,3550</u>	26209,8100	6,42
31873,0000	<u>-119308,8967</u>	<u>120056,0345</u>	4,58
31873,0000	-26046,7000	<u>167241,4555</u>	6,38

Combinazione n° 8

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>141497,4276</u>	<u>-183801,1910</u>	<u>184952,1934</u>	7,06
<u>198848,4313</u>	<u>-258298,5368</u>	26209,8100	9,92
<u>197888,6906</u>	-26046,7000	<u>258661,5743</u>	9,87
<u>405757,4324</u>	-26046,7000	26209,8100	20,24
20051,7800	<u>-148817,1433</u>	26209,8100	5,71
20051,7800	<u>-106516,5943</u>	<u>107183,6239</u>	4,09
20051,7800	-26046,7000	<u>148845,9287</u>	5,68

Combinazione n° 9

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>58919,8633</u>	<u>-55332,1042</u>	<u>195797,4773</u>	2,12
<u>236417,3082</u>	<u>-222021,3423</u>	92168,5200	8,52
<u>61626,6666</u>	-26046,7000	<u>204792,4958</u>	2,22
<u>368706,7628</u>	-26046,7000	92168,5200	13,29
27735,5800	<u>-134531,0306</u>	92168,5200	5,16
27735,5800	<u>-44347,0940</u>	<u>156926,0605</u>	1,70
27735,5800	-26046,7000	<u>160978,7713</u>	1,75

Combinazione n° 10

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>58056,7184</u>	<u>-194927,9861</u>	<u>54862,9435</u>	2,09
<u>60678,1396</u>	<u>-203729,5232</u>	26209,8100	2,19
<u>235311,0433</u>	-93123,4300	<u>222366,2796</u>	8,48
<u>368068,8364</u>	-93123,4300	26209,8100	13,27
27735,5800	<u>-160952,4731</u>	26209,8100	1,73
27735,5800	<u>-156973,0636</u>	<u>44180,4406</u>	1,69
27735,5800	-93123,4300	<u>133875,4607</u>	5,11

Combinazione n° 11

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>58919,8633</u>	<u>-55332,1042</u>	<u>195797,4773</u>	2,12
<u>236417,3082</u>	<u>-222021,3423</u>	92168,5200	8,52
<u>61626,6666</u>	-26046,7000	<u>204792,4958</u>	2,22
<u>368706,7628</u>	-26046,7000	92168,5200	13,29
27735,5800	<u>-134531,0306</u>	92168,5200	5,16

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	145

27735,5800	-44347,0940	156926,0605	1,70
27735,5800	-26046,7000	160978,7713	1,75

Combinazione n° 12

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
216882,2587	-177236,7561	178346,6505	6,80
266112,5163	-217467,8530	26209,8100	8,35
265295,9088	-26046,7000	218158,1703	8,32
405757,4340	-26046,7000	26209,8100	12,73
31873,0000	-167216,3550	26209,8100	6,42
31873,0000	-119308,8967	120056,0345	4,58
31873,0000	-26046,7000	167241,4555	6,38

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_r	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A_{eff}	Area efficace a trazione, espressa in [cm ²]
ϵ	Deformazione media acciaio teso, espressa in [‰]
S_{rm}	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_x	M_y	σ_r	σ_c	A_{eff}	ϵ	S_{rm}	w
13	-42904,1670	32240,8713	-66,491	-4,631	28943,70	0,0000	0	0,0000
14	48853,8176	-4728,2059	-76,797	-5,328	33439,07	0,0000	0	0,0000
15	48934,1672	-3913,9799	-76,842	-5,329	34221,90	0,0000	0	0,0000
16	-43471,3101	31449,5739	-66,457	-4,629	29667,69	0,0000	0	0,0000
17	-5014,2255	51400,7618	-70,442	-4,901	30400,39	0,0000	0	0,0000
18	-49460,1678	-8196,2669	-74,208	-5,150	32665,95	0,0000	0	0,0000
19	40052,2968	-29328,5618	-75,612	-5,243	32664,70	0,0000	0	0,0000
20	36814,8995	-33320,4903	-75,656	-5,244	33440,35	0,0000	0	0,0000
21	40052,2968	-29328,5618	-75,612	-5,243	32664,70	0,0000	0	0,0000
22	25378,8649	-42670,7458	-75,626	-5,243	33439,00	0,0000	0	0,0000
23	40052,2968	-29328,5618	-75,612	-5,243	32664,70	0,0000	0	0,0000
24	25378,8649	-42670,7458	-75,626	-5,243	33439,00	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche a pressoflessione

Simbologia adottata

N	Sforzo normale espresso in [kN]
M_x	Momento in direzione X espresso in [kNm]
M_y	Momento in direzione Y espresso in [kNm]
N_u	Sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_{x,u}$	Momento ultimo in direzione X espresso in [kNm]
$M_{y,u}$	Momento ultimo in direzione Y espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza
Comb.	Combinazione critica

Sezione n° 1 - Pila Transizione

N	M_x	M_y	N	$M_{x,u}$	$M_{y,u}$	FS	Comb.
27735,58	-93123,43	26209,81	58056,72	-194927,99	54862,94	2.093	10
27735,58	-93123,43	26209,81	60678,14	-203729,52	26209,81	2.188	10
27735,58	-26046,70	92168,52	61626,67	-26046,70	204792,50	2.222	9
45401,21	-35176,10	8136,67	406254,65	-35176,10	8136,67	8.948	1
27735,58	-93123,43	26209,81	27735,58	-160952,47	26209,81	1.728	10

LINEA PESCARA – BARI

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

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	146

27735,58	-93123,43	26209,81	27735,58	-156973,06	44180,44	1.686	10
27735,58	-26046,70	92168,52	27735,58	-26046,70	160978,77	1.747	9

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 - Pila Transizione

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	1,495	14,940	0,889	3,099	13,506	22,264	450,000	22
SLER	2,659	18,260	0,274	3,099	4,769	39,227	337,500	13

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

TC	Tipo combinazione
sf	tensione nell'acciaio espresso in [MPa]
sc	tensione nel cls espresso in [MPa]
Aeff	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 - Pila Transizione

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-75,612	-5,243	3203,364	0,0000	0,000	0,000	0,200	19
SLER	-66,491	-4,631	2838,453	0,0000	0,000	0,000	0,200	13

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

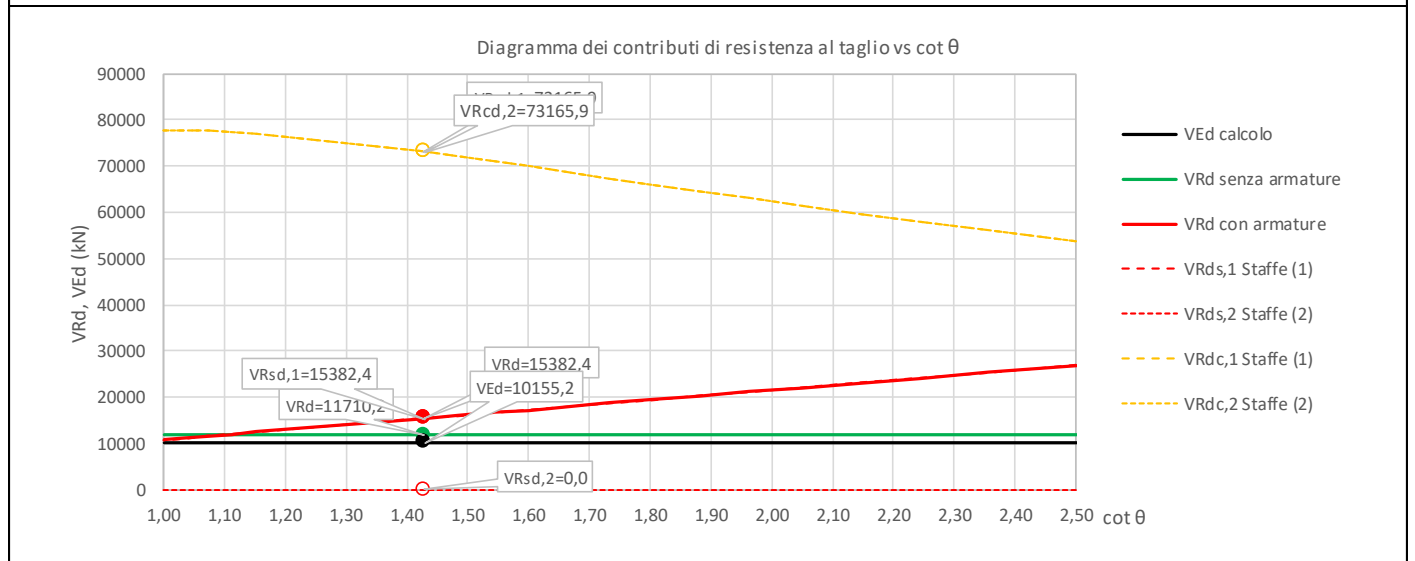
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	147

10.5.2 Verifica a taglio SLU, SLV

Secondo le sollecitazioni a quota spiccato elevazione (estradosso plinto) per le combinazioni di carico allo SLU riportate nel capitolo precedente, si riporta la relativa verifica di resistenza a taglio.

Il valore dei tagli resistenti è stato, invece, ricavato attraverso un apposito foglio di calcolo realizzato in accordo con il D.M. 14/01/2008 p.to 4.1.2.1.3.2.

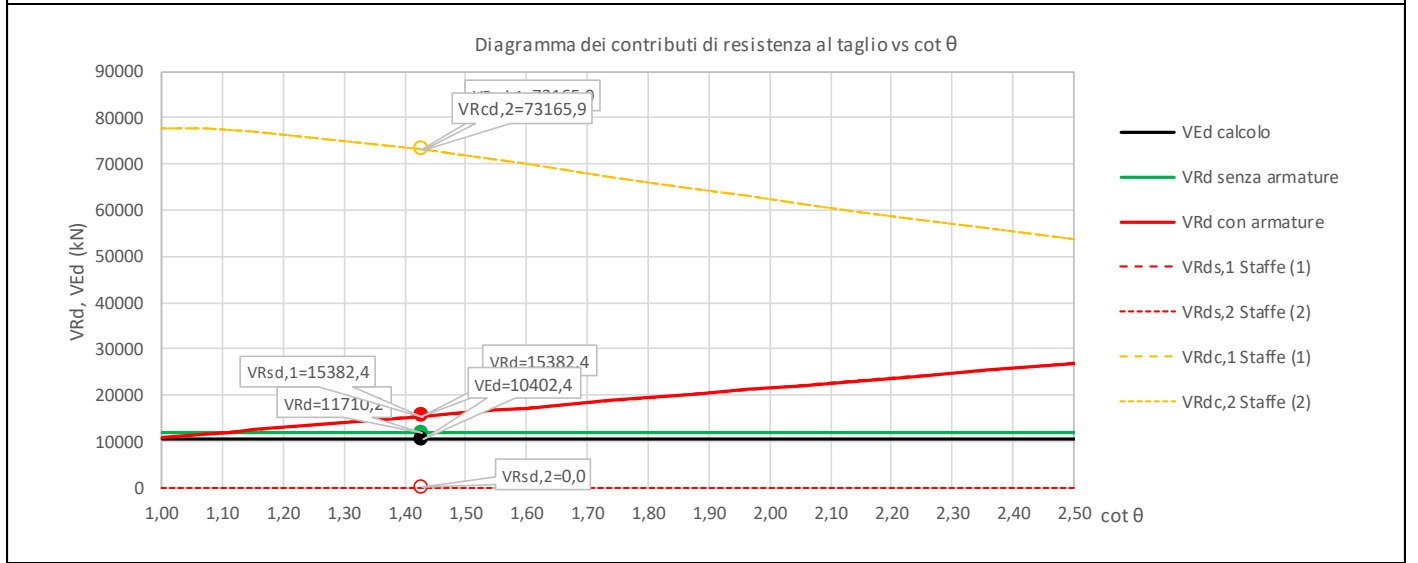
NOME: SLV TRASV		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE CIRCOLARE (NTC 2018)							Rev. 10				
DATI SEZIONE (metodo di Clarke-Birjandi, 1993)						AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO				
D	c	r _s	r	α	A _v	N _{Ed}	V _{Ed}	M _{Ed}	f _{ck}	f _{cd}	γ _c		
(m)	(m)	(m)	(m)	(rad)	(m ²)	(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)			
5,00	0,11	2,39	2,50	0,65	16,930	-27538,6	10155,2	93123,4	33,20	18,81	1,50		
b _w	d	θ cotg θ											
(m)	(m)	(°)											
4,21	4,02	35,00	1,43	1,00 ≤ cotg θ ≤ 2,50									
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)						ΔF _{td}	F _{Ed}	A _{sl}	F _{Rd}	F _{Ed} /F _{Rd}			
						(kN)	(kN)	(cm ²)	(kN)				
Barre B450C						7251,6	32972,6	1447,65	56647,0	58,2% VERIFICA OK			
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)						k ₁	k	ρ _l (%)	v _{min}	σ _{cp}	α _c	V _{Rd}	V _{Ed} /V _{Rd}
								(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)	
						0,15	1,22	0,86%	0,27	1,63	1,09	11710,2	86,7% VERIFICA OK



**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	148

NOME: SLV LONG		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE CIRCOLARE (NTC 2018)							Rev. 10		
DATI SEZIONE (metodo di Clarke-Birjandi, 1993)					AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
D (m)	c (m)	r _s (m)	r (m)	α (rad)	A _v (m ²)	N _{Ed} (kN)	V _{Ed} (kN)	M _{Ed} (kNm)	f _{ck} (MPa)	f _{cd} (MPa)	γ _c
5,00	0,11	2,39	2,50	0,65	16,930	-27538,6	10402,4	92168,5	33,20	18,81	1,50
b _w (m)	d (m)	θ	cotg θ								
4,21	4,02	35,00	1,43	1,00 ≤ cotg θ ≤ 2,50							
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)											
f _{yd} (MPa)		n	∅ (mm)	A _{sl} (cm ²)	F _{Rd} (kN)	ΔF _{td} (kN)	F _{Ed} (kN)	A _{sl} (cm ²)	F _{Rd} (kN)	F _{Ed} /F _{Rd}	
Barre B450C 391,3		320	24	1447,65	56647,0	7428,0	32885,3	1447,65	56647,0	58,1% VERIFICA OK	
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
k ₁		k	ρ _l (%)	v _{min} (MPa)	σ _{cp} (MPa)	α _c	V _{Rd} (kN)	V _{Ed} /V _{Rd}			
0,15		1,22	0,86%	0,27	1,63	1,09	11710,2	88,8% 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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	149

10.6 VERIFICHE PULVINO A SBALZO

Nel presente paragrafo sono stati eseguite le verifiche strutturali dei pulvini a sbalzo sui quali poggiano le travi degli impalcati, considerando le massime azioni di scarico agli appoggi individuate nelle tabelle di riepilogo seguenti delle capacità dei dispositivi per i vari stati limite.

Per le azioni allo SLE RA e QP si riducono le rispettive azioni allo SLU e SLU PERM del fattore 1.30, mentre per restare a favore di sicurezza, le verifiche di fessurazione SLE FR vengono valutate riducendo le SLE RA del fattore 1.25.

IMPALCATO CAP L=25m										
APPOGGI	Appoggio (F)			Appoggio (UL)			Appoggio (M)			
	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	
SLU PERM										
Max (kN)	±0	±0	+1350	±0	±0	+1350	±0	±0	+2750	
Min (kN)	±0	±0	+1350	±0	±0	+1350	±0	±0	+2750	
SLU										
Max (kN)	±300	±300	+3050	±0	±600	+3350	±0	±0	+4450	
Min (kN)	-±850	-±50	+950	±0	-±100	+950	±0	±0	+1550	
SLV										
Max (kN)	±4300	±1900	+1300	±0	±3850	+1300	±0	±0	+2250	
Min (kN)	-±3900	-±1900	+700	±0	-±3850	+700	±0	±0	+1400	
TOTALE (kN)	±4300	±1900	±3050	±0	±3850	±3350	±0	±0	±4450	
Spost. Max (mm)	-	-	-	±160	-	-	±160	±5	-	

IMPALCATO CAP L=70m													
APPOGGI	Appoggio (F)			Appoggio (UL)			Appoggio (M)			Appoggio (UT)			
	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	
SLU PERM													
Max (kN)	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	
Min (kN)	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	
SLU													
Max (kN)	±1150	±1800	+13050	±0	±1600	+13250	±0	±0	+15600	±1150	±0	+15700	
Min (kN)	-±1950	-±1500	+4750	±0	-±1300	+4900	±0	±0	+4900	-±800	±0	+4750	
SLV													
Max (kN)	±8750	±8900	+7050	±0	±8900	+7050	±0	±0	+7050	±8750	±0	+7050	
Min (kN)	-±8050	-±8900	+4500	±0	-±8900	+4500	±0	±0	+4500	-±8050	±0	+4500	
TOTALE (kN)	±8750	±8900	±13050	±0	±8900	±13250	±0	±0	±15600	±8750	±0	±15700	
Spost. Max (mm)	-	-	-	±160	-	-	±160	±5	-	-	-	±5	

Figura 33 – Scarichi appoggi sul pulvino a sbalzo della pila

10.6.1 Verifiche a flessione (SLU, SLV, SLE)

Per valutare lo stato di sollecitazione del pulvino, si considera uno schema di trave a mensola incastrata con luce trasversale libera LT1 che va dall'interno del fusto pila fino all'esterno del bordo libero del pulvino, larghezza longitudinale BL, secondo la geometria illustrata nello schema seguente.

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	150

Si considerano uno o due appoggi sulla stessa mensola a seconda del tipo di pila, con vari casi di dispositivi (F)-(UL)-(UT)-(M) in modo da considerare ogni possibile configurazione di carico, individuando sulla sezione di attacco al fusto pila le peggiori condizioni di sollecitazione per ogni direzione principale.

Si hanno quindi una terna di azioni V, T, L per ogni appoggio considerato, posto a delle distanze x, y, z rispetto al baricentro della sezione di attacco, che producono sulla stessa dei momenti flettenti e dei tagli longitudinali ML_{Ed} , VL_{Ed} e trasversali MT_{Ed} , VT_{Ed} , oltre un'azione normale di N_{Ed} .

Si considera il peso proprio della mensola stessa e il peso proprio del ritegno laterale di bordo, amplificati del fattore 1.35 allo SLU e 1.00 allo SLV e SLE.

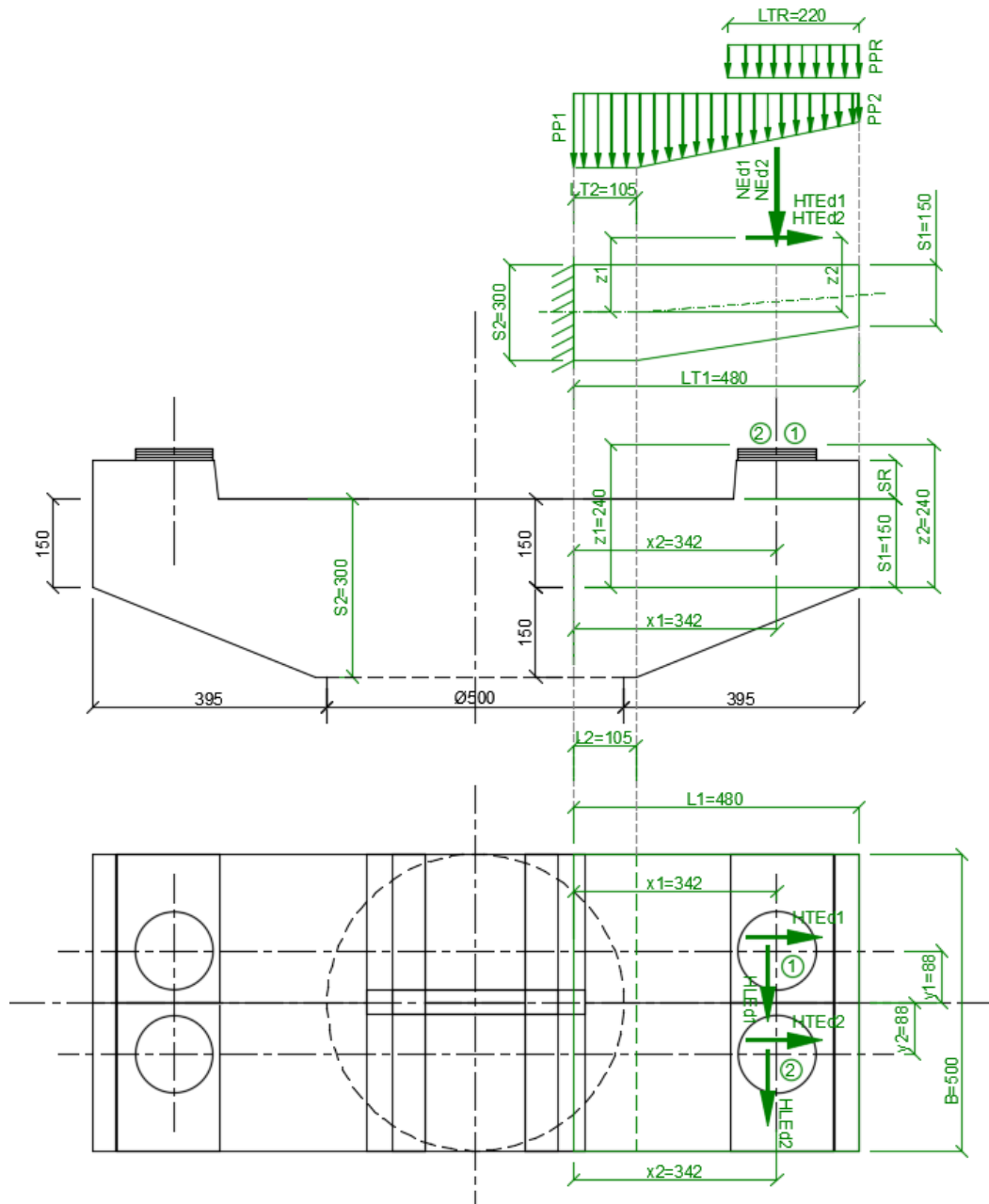


Figura 34 – Schema di calcolo del pulvino a sbalzo della pila

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	151

NOME: PILA P55 - CASO 1

CALCOLO SOLLECITAZIONI SBALZO PULVINO

B (m)	S1 (m)	S2 (m)	SR (m)	PP1 (kN/m)	PP2 (kN/m)	PPR (kN/m)	LT1 (m)	LT2 (m)	LTR (m)
5,00	1,50	3,00	0,70	187,5	375,0	87,5	4,80	1,05	2,20
				SLU		SLV	SLE RA	SLE QP	
Appoggio 1	x (m)	y (m)	z (m)	V (kN)	3050	1300	2350	1050	
Impalcato	1,96	-1,10	1,90	T (kN)	300	1900	250	0	
L=25m (F)				L (kN)	300	4300	250	0	
Appoggio 2	3,42	0,88	2,40	V (kN)	15600	7050	12000	6600	
Impalcato				T (kN)	0	0	0	0	
L=70m (M)				L (kN)	0	0	0	0	
<u>Pesi permanenti caratteristici</u>				MT _{Ed} (kNm)	-65673	-34545	-50397	-28906	
				ML _{Ed} (kNm)	10943	12944	8450	4653	
MT _{Ed} (kNm)		4276		VT _{Ed} (kNm)	20599	9794	15794	9094	
VT _{Ed} (kN)		1444		VL _{Ed} (kNm)	300	4300	250	0	
				NE _{Ed} (kNm)	300	1900	250	0	

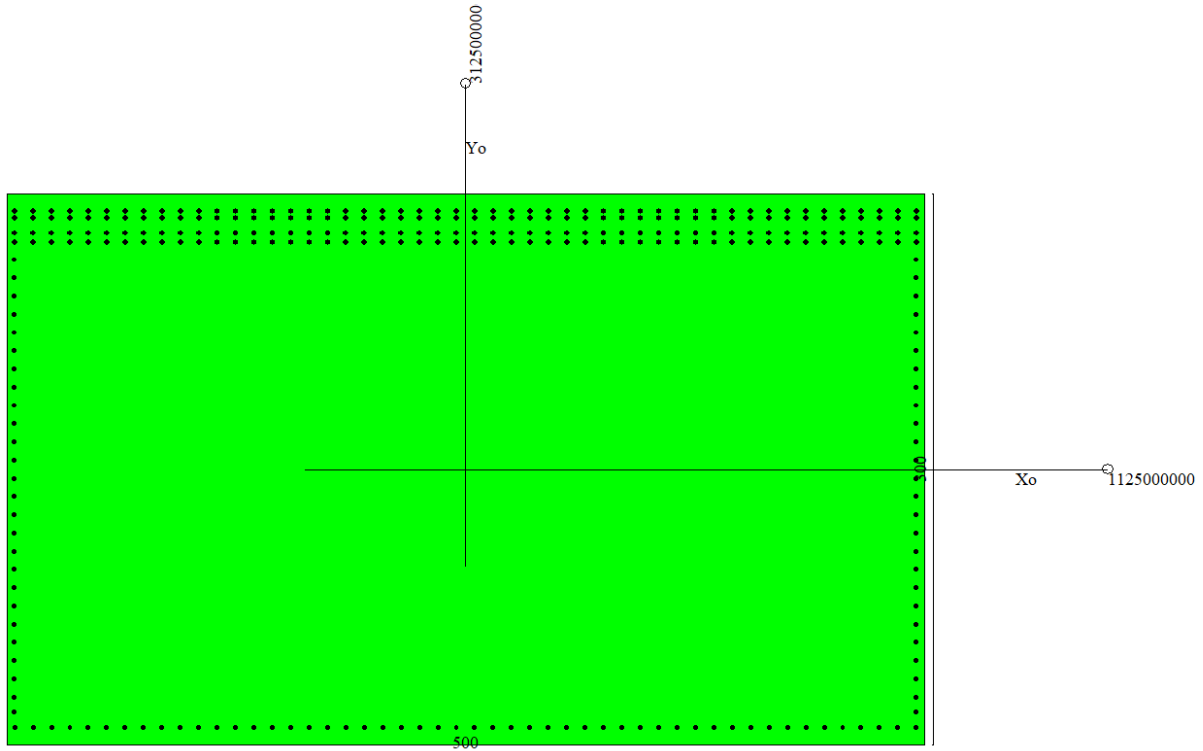
NOME: PILA P55 - CASO 2

CALCOLO SOLLECITAZIONI SBALZO PULVINO

B (m)	S1 (m)	S2 (m)	SR (m)	PP1 (kN/m)	PP2 (kN/m)	PPR (kN/m)	LT1 (m)	LT2 (m)	LTR (m)
5,00	1,50	3,00	0,70	187,5	375,0	87,5	4,80	1,05	2,20
				SLU		SLV	SLE RA	SLE QP	
Appoggio 1	x (m)	y (m)	z (m)	V (kN)	3050	1300	2350	1050	
Impalcato	1,96	-1,10	1,90	T (kN)	300	1900	250	0	
L=25m (F)				L (kN)	300	4300	250	0	
Appoggio 2	3,42	0,88	2,40	V (kN)	13250	7050	10200	6600	
Impalcato				T (kN)	1600	8900	1250	0	
L=70m (UL)				L (kN)	0	0	0	0	
<u>Pesi permanenti caratteristici</u>				MT _{Ed} (kNm)	-61476	-55905	-47241	-28906	
				ML _{Ed} (kNm)	8875	12944	6866	4653	
MT _{Ed} (kNm)		4276		VT _{Ed} (kNm)	18249	9794	13994	9094	
VT _{Ed} (kN)		1444		VL _{Ed} (kNm)	300	4300	250	0	
				NE _{Ed} (kNm)	1900	10800	1500	0	

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	152



Dati

Nome sezione: PILA P55

Tipo sezione: Rettangolare

Base: 500,0 [cm]

Altezza: 300,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione: 150000,00 [cmq]

Inerzia in direzione X: 3125000000,0 [cm⁴]

Inerzia in direzione Y: 1125000000,0 [cm⁴]

Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm⁴]

Ascissa baricentro sezione: $X_G = 250,00$ [cm]

Ordinata baricentro sezione: $Y_G = 150,00$ [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

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	153

1	495,70	290,70	30	7,07
2	485,67	290,70	30	7,07
3	475,64	290,70	30	7,07
4	465,61	290,70	30	7,07
5	455,59	290,70	30	7,07
6	445,56	290,70	30	7,07
7	435,53	290,70	30	7,07
8	425,50	290,70	30	7,07
9	415,47	290,70	30	7,07
10	405,44	290,70	30	7,07
11	395,41	290,70	30	7,07
12	385,39	290,70	30	7,07
13	375,36	290,70	30	7,07
14	365,33	290,70	30	7,07
15	355,30	290,70	30	7,07
16	345,27	290,70	30	7,07
17	335,24	290,70	30	7,07
18	325,21	290,70	30	7,07
19	315,19	290,70	30	7,07
20	305,16	290,70	30	7,07
21	295,13	290,70	30	7,07
22	285,10	290,70	30	7,07
23	275,07	290,70	30	7,07
24	265,04	290,70	30	7,07
25	255,01	290,70	30	7,07
26	244,99	290,70	30	7,07
27	234,96	290,70	30	7,07
28	224,93	290,70	30	7,07
29	214,90	290,70	30	7,07
30	204,87	290,70	30	7,07
31	194,84	290,70	30	7,07
32	184,81	290,70	30	7,07
33	174,79	290,70	30	7,07
34	164,76	290,70	30	7,07
35	154,73	290,70	30	7,07
36	144,70	290,70	30	7,07
37	134,67	290,70	30	7,07
38	124,64	290,70	30	7,07
39	114,61	290,70	30	7,07
40	104,59	290,70	30	7,07
41	94,56	290,70	30	7,07
42	84,53	290,70	30	7,07
43	74,50	290,70	30	7,07
44	64,47	290,70	30	7,07
45	54,44	290,70	30	7,07
46	44,41	290,70	30	7,07
47	34,39	290,70	30	7,07
48	24,36	290,70	30	7,07
49	14,33	290,70	30	7,07
50	4,30	290,70	30	7,07
51	4,00	264,15	26	5,31
52	4,00	254,22	26	5,31
53	4,00	244,30	26	5,31
54	4,00	234,37	26	5,31
55	4,00	224,44	26	5,31
56	4,00	214,52	26	5,31
57	4,00	204,59	26	5,31
58	4,00	194,67	26	5,31

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	154

59	4,00	184,74	26	5,31
60	4,00	174,81	26	5,31
61	4,00	164,89	26	5,31
62	4,00	154,96	26	5,31
63	4,00	145,04	26	5,31
64	4,00	135,11	26	5,31
65	4,00	125,19	26	5,31
66	4,00	115,26	26	5,31
67	4,00	105,33	26	5,31
68	4,00	95,41	26	5,31
69	4,00	85,48	26	5,31
70	4,00	75,56	26	5,31
71	4,00	65,63	26	5,31
72	4,00	55,70	26	5,31
73	4,00	45,78	26	5,31
74	4,00	35,85	26	5,31
75	4,00	25,93	26	5,31
76	495,70	264,15	26	5,31
77	495,70	254,22	26	5,31
78	495,70	244,30	26	5,31
79	495,70	234,37	26	5,31
80	495,70	224,44	26	5,31
81	495,70	214,52	26	5,31
82	495,70	204,59	26	5,31
83	495,70	194,67	26	5,31
84	495,70	184,74	26	5,31
85	495,70	174,81	26	5,31
86	495,70	164,89	26	5,31
87	495,70	154,96	26	5,31
88	495,70	145,04	26	5,31
89	495,70	135,11	26	5,31
90	495,70	125,19	26	5,31
91	495,70	115,26	26	5,31
92	495,70	105,33	26	5,31
93	495,70	95,41	26	5,31
94	495,70	85,48	26	5,31
95	495,70	75,56	26	5,31
96	495,70	65,63	26	5,31
97	495,70	55,70	26	5,31
98	495,70	45,78	26	5,31
99	495,70	35,85	26	5,31
100	495,70	25,93	26	5,31
101	495,70	286,70	30	7,07
102	485,67	286,70	30	7,07
103	475,64	286,70	30	7,07
104	465,61	286,70	30	7,07
105	455,59	286,70	30	7,07
106	445,56	286,70	30	7,07
107	435,53	286,70	30	7,07
108	425,50	286,70	30	7,07
109	415,47	286,70	30	7,07
110	405,44	286,70	30	7,07
111	395,41	286,70	30	7,07
112	385,39	286,70	30	7,07
113	375,36	286,70	30	7,07
114	365,33	286,70	30	7,07
115	355,30	286,70	30	7,07
116	345,27	286,70	30	7,07

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	155

117	335,24	286,70	30	7,07
118	325,21	286,70	30	7,07
119	315,19	286,70	30	7,07
120	305,16	286,70	30	7,07
121	295,13	286,70	30	7,07
122	285,10	286,70	30	7,07
123	275,07	286,70	30	7,07
124	265,04	286,70	30	7,07
125	255,01	286,70	30	7,07
126	244,99	286,70	30	7,07
127	234,96	286,70	30	7,07
128	224,93	286,70	30	7,07
129	214,90	286,70	30	7,07
130	204,87	286,70	30	7,07
131	194,84	286,70	30	7,07
132	184,81	286,70	30	7,07
133	174,79	286,70	30	7,07
134	164,76	286,70	30	7,07
135	154,73	286,70	30	7,07
136	144,70	286,70	30	7,07
137	134,67	286,70	30	7,07
138	124,64	286,70	30	7,07
139	114,61	286,70	30	7,07
140	104,59	286,70	30	7,07
141	94,56	286,70	30	7,07
142	84,53	286,70	30	7,07
143	74,50	286,70	30	7,07
144	64,47	286,70	30	7,07
145	54,44	286,70	30	7,07
146	44,41	286,70	30	7,07
147	34,39	286,70	30	7,07
148	24,36	286,70	30	7,07
149	14,33	286,70	30	7,07
150	4,30	286,70	30	7,07
151	495,70	278,70	30	7,07
152	485,67	278,70	30	7,07
153	475,64	278,70	30	7,07
154	465,61	278,70	30	7,07
155	455,59	278,70	30	7,07
156	445,56	278,70	30	7,07
157	435,53	278,70	30	7,07
158	425,50	278,70	30	7,07
159	415,47	278,70	30	7,07
160	405,44	278,70	30	7,07
161	395,41	278,70	30	7,07
162	385,39	278,70	30	7,07
163	375,36	278,70	30	7,07
164	365,33	278,70	30	7,07
165	355,30	278,70	30	7,07
166	345,27	278,70	30	7,07
167	335,24	278,70	30	7,07
168	325,21	278,70	30	7,07
169	315,19	278,70	30	7,07
170	305,16	278,70	30	7,07
171	295,13	278,70	30	7,07
172	285,10	278,70	30	7,07
173	275,07	278,70	30	7,07
174	265,04	278,70	30	7,07

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	156

175	255,01	278,70	30	7,07
176	244,99	278,70	30	7,07
177	234,96	278,70	30	7,07
178	224,93	278,70	30	7,07
179	214,90	278,70	30	7,07
180	204,87	278,70	30	7,07
181	194,84	278,70	30	7,07
182	184,81	278,70	30	7,07
183	174,79	278,70	30	7,07
184	164,76	278,70	30	7,07
185	154,73	278,70	30	7,07
186	144,70	278,70	30	7,07
187	134,67	278,70	30	7,07
188	124,64	278,70	30	7,07
189	114,61	278,70	30	7,07
190	104,59	278,70	30	7,07
191	94,56	278,70	30	7,07
192	84,53	278,70	30	7,07
193	74,50	278,70	30	7,07
194	64,47	278,70	30	7,07
195	54,44	278,70	30	7,07
196	44,41	278,70	30	7,07
197	34,39	278,70	30	7,07
198	24,36	278,70	30	7,07
199	14,33	278,70	30	7,07
200	4,30	278,70	30	7,07
201	4,30	9,30	26	5,31
202	14,33	9,30	26	5,31
203	24,36	9,30	26	5,31
204	34,39	9,30	26	5,31
205	44,41	9,30	26	5,31
206	54,44	9,30	26	5,31
207	64,47	9,30	26	5,31
208	74,50	9,30	26	5,31
209	84,53	9,30	26	5,31
210	94,56	9,30	26	5,31
211	104,59	9,30	26	5,31
212	114,61	9,30	26	5,31
213	124,64	9,30	26	5,31
214	134,67	9,30	26	5,31
215	144,70	9,30	26	5,31
216	154,73	9,30	26	5,31
217	164,76	9,30	26	5,31
218	174,79	9,30	26	5,31
219	184,81	9,30	26	5,31
220	194,84	9,30	26	5,31
221	204,87	9,30	26	5,31
222	214,90	9,30	26	5,31
223	224,93	9,30	26	5,31
224	234,96	9,30	26	5,31
225	244,99	9,30	26	5,31
226	255,01	9,30	26	5,31
227	265,04	9,30	26	5,31
228	275,07	9,30	26	5,31
229	285,10	9,30	26	5,31
230	295,13	9,30	26	5,31
231	305,16	9,30	26	5,31
232	315,19	9,30	26	5,31

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	157

233	325,21	9,30	26	5,31
234	335,24	9,30	26	5,31
235	345,27	9,30	26	5,31
236	355,30	9,30	26	5,31
237	365,33	9,30	26	5,31
238	375,36	9,30	26	5,31
239	385,39	9,30	26	5,31
240	395,41	9,30	26	5,31
241	405,44	9,30	26	5,31
242	415,47	9,30	26	5,31
243	425,50	9,30	26	5,31
244	435,53	9,30	26	5,31
245	445,56	9,30	26	5,31
246	455,59	9,30	26	5,31
247	465,61	9,30	26	5,31
248	475,64	9,30	26	5,31
249	485,67	9,30	26	5,31
250	495,70	9,30	26	5,31
251	4,00	17,93	26	5,31
252	495,70	17,93	26	5,31
253	495,70	273,70	30	7,07
254	485,67	273,70	30	7,07
255	475,64	273,70	30	7,07
256	465,61	273,70	30	7,07
257	455,59	273,70	30	7,07
258	445,56	273,70	30	7,07
259	435,53	273,70	30	7,07
260	425,50	273,70	30	7,07
261	415,47	273,70	30	7,07
262	405,44	273,70	30	7,07
263	395,41	273,70	30	7,07
264	385,39	273,70	30	7,07
265	375,36	273,70	30	7,07
266	365,33	273,70	30	7,07
267	355,30	273,70	30	7,07
268	345,27	273,70	30	7,07
269	335,24	273,70	30	7,07
270	325,21	273,70	30	7,07
271	315,19	273,70	30	7,07
272	305,16	273,70	30	7,07
273	295,13	273,70	30	7,07
274	285,10	273,70	30	7,07
275	275,07	273,70	30	7,07
276	265,04	273,70	30	7,07
277	255,01	273,70	30	7,07
278	244,99	273,70	30	7,07
279	234,96	273,70	30	7,07
280	224,93	273,70	30	7,07
281	214,90	273,70	30	7,07
282	204,87	273,70	30	7,07
283	194,84	273,70	30	7,07
284	184,81	273,70	30	7,07
285	174,79	273,70	30	7,07
286	164,76	273,70	30	7,07
287	154,73	273,70	30	7,07
288	144,70	273,70	30	7,07
289	134,67	273,70	30	7,07
290	124,64	273,70	30	7,07

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	158

291	114,61	273,70	30	7,07
292	104,59	273,70	30	7,07
293	94,56	273,70	30	7,07
294	84,53	273,70	30	7,07
295	74,50	273,70	30	7,07
296	64,47	273,70	30	7,07
297	54,44	273,70	30	7,07
298	44,41	273,70	30	7,07
299	34,39	273,70	30	7,07
300	24,36	273,70	30	7,07
301	14,33	273,70	30	7,07
302	4,30	273,70	30	7,07

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	205942,924	[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, SLER - 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	300,0000	-65673,1300	10943,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	1900,0000	-34545,3900	12944,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	250,0000	-50397,3900	8450,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
4	0,0000	-28906,3900	4653,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
5	1900,0000	-61476,1300	8875,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	10800,0000	-55905,3900	12944,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
7	1500,0000	-47241,3900	6866,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
8	0,0000	-28906,3900	4653,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
Xc	posizione asse neutro espresso in [cm]
α	inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	159

(xi; yi) - (xf; yf)

Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
3	133,51	4,48	(2618,53; 300,00)	(-1208,39; 0,00)
4	132,28	4,31	(2721,58; 300,00)	(-1261,11; 0,00)
7	133,86	3,86	(2954,92; 300,00)	(-1486,17; 0,00)
8	132,28	4,31	(2721,58; 300,00)	(-1261,11; 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}
3	7,332	0,000	0,000	102,063	-160,653
4	4,173	0,000	0,000	58,052	-92,189
7	6,819	0,000	0,000	94,980	-144,873
8	4,173	0,000	0,000	58,052	-92,189

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
<u>697.4294</u>	<u>25439.9002</u>	<u>-152674.5746</u>	2,32
<u>4429.2347</u>	<u>161563.7169</u>	<u>-65673.1300</u>	14,76
<u>704.7737</u>	10943,0000	<u>-154282.3147</u>	2,35
<u>253933.8206</u>	10943,0000	<u>-65673.1300</u>	846,45
300,0000	<u>155658.1590</u>	<u>-65673.1300</u>	14,22
300,0000	<u>25380.7518</u>	<u>-152319.6026</u>	2,32
300,0000	10943,0000	<u>-153904.2411</u>	2,34

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>8397.3472</u>	<u>57208.0330</u>	<u>-152678.7556</u>	4,42
<u>30249.4168</u>	<u>206078.1323</u>	<u>-34545.3900</u>	15,92
<u>8867.8849</u>	12944,0000	<u>-161233.9705</u>	4,67
<u>282164.1007</u>	12944,0000	<u>-34545.3900</u>	148,51
1900,0000	<u>163933.2199</u>	<u>-34545.3900</u>	12,66
1900,0000	<u>55346.1647</u>	<u>-147709.7377</u>	4,28
1900,0000	12944,0000	<u>-155209.4712</u>	4,49

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>4845.0466</u>	<u>22631.4679</u>	<u>-156765.6407</u>	2,55
<u>44620.8136</u>	<u>208426.1687</u>	<u>-61476.1300</u>	23,48

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	160

<u>4887,9166</u>	8875,0000	<u>-158152,7350</u>	2,57
<u>258000,6314</u>	8875,0000	-61476,1300	135,79
1900,0000	<u>159851,5215</u>	-61476,1300	18,01
1900,0000	<u>22262,2856</u>	<u>-154208,3568</u>	2,51
1900,0000	8875,0000	<u>-155509,0732</u>	2,53

Combinazione n° 6

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>33674,2287</u>	<u>40359,1867</u>	<u>-174312,1194</u>	3,12
<u>167677,2235</u>	<u>200964,2575</u>	-55905,3900	15,53
<u>34623,8321</u>	12944,0000	<u>-179227,6703</u>	3,21
<u>262787,8618</u>	12944,0000	-55905,3900	24,33
10800,0000	<u>174712,5974</u>	-55905,3900	13,50
10800,0000	<u>36896,4760</u>	<u>-159356,6040</u>	2,85
10800,0000	12944,0000	<u>-162817,1274</u>	2,91

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_{rm}	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_{rm}	w
3	3755,0513	-22395,8323	-70,984	-4,966	48232,82	0,0704	146	0,1741
4	3602,3144	-22379,0896	-71,372	-4,992	48353,38	0,0313	146	0,0778
7	3387,4055	-23306,9826	-69,300	-4,858	45523,13	0,0623	141	0,1491
8	3602,3144	-22379,0896	-71,372	-4,992	48353,38	0,0313	146	0,0778

Involuppo verifiche a pressoflessione

Simbologia adottata

N	Sforzo normale espresso in [kN]
M_x	Momento in direzione X espresso in [kNm]
M_y	Momento in direzione Y espresso in [kNm]
N_u	Sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_{x,u}$	Momento ultimo in direzione X espresso in [kNm]
$M_{y,u}$	Momento ultimo in direzione Y espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza
Comb.	Combinazione critica

Sezione n° 3 - PILA P55

N	M_x	M_y	N	$M_{x,u}$	$M_{y,u}$	FS	Comb.
300,00	10943,00	-65673,13	697,43	25439,90	-152674,57	2.325	1
300,00	10943,00	-65673,13	4429,23	161563,72	-65673,13	14.764	1
300,00	10943,00	-65673,13	704,77	10943,00	-154282,31	2.349	1
10800,00	12944,00	-55905,39	262787,86	12944,00	-55905,39	24.332	6
1900,00	12944,00	-34545,39	1900,00	163933,22	-34545,39	12.665	2
300,00	10943,00	-65673,13	300,00	25380,75	-152319,60	2.319	1
300,00	10943,00	-65673,13	300,00	10943,00	-153904,24	2.343	1

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	161

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° 3 - PILA P55

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	4,173	13,280	-6,449	3,099	-92,189	58,052	337,500	4
SLER	7,332	18,260	-11,238	3,099	-160,653	102,063	337,500	3

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

TC	Tipo combinazione
sf	tensione nell'acciaio espresso in [MPa]
sc	tensione nel cls espresso in [MPa]
Aeff	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° 3 - PILA P55

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-71,372	-4,992	4741,923	0,0313	146,033	0,078	0,200	4
SLER	-70,984	-4,966	4730,099	0,0704	145,501	0,174	0,200	3

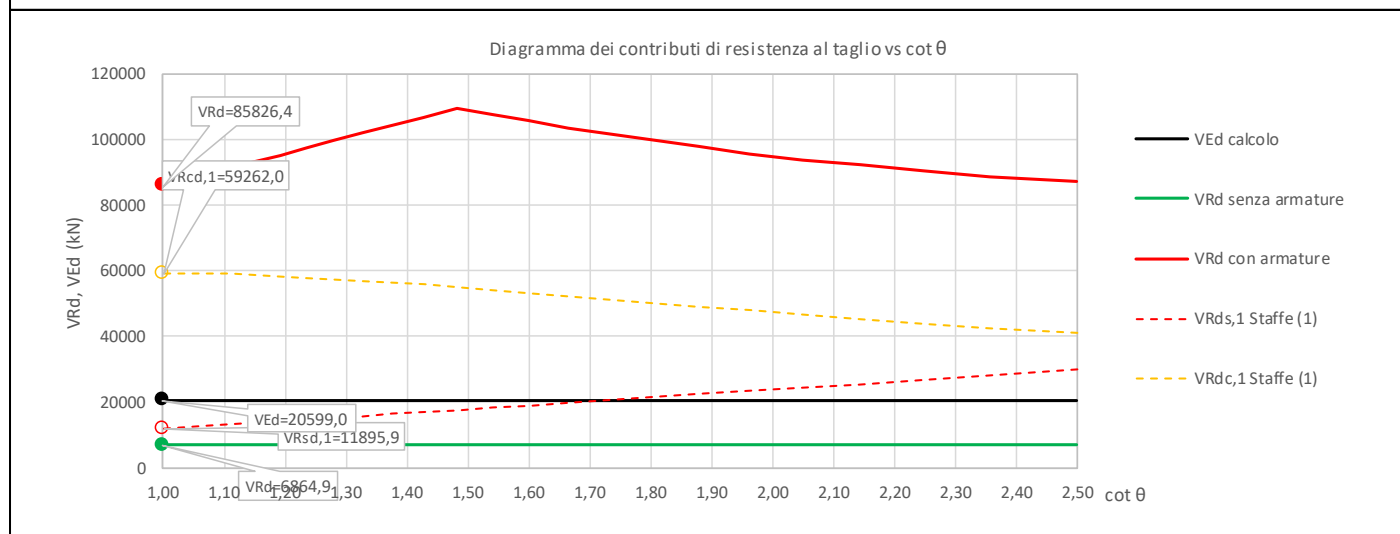
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	162

10.6.2 Verifiche a taglio (SLU, SLV)

Si effettuano le verifiche a taglio per le due direzioni separate longitudinale e trasversale delle sollecitazioni, considerando la condizione critica tra SLU e SLV, ed un'armatura a taglio in direzione trasversale composta sia da staffe $\varnothing 16/10$ a n°6 braccia verticali sia ferri $\varnothing 30$ piegati a 45° , in direzione longitudinale composta da staffe $\varnothing 16/20$ a n°6 braccia orizzontali.

NOME: P55 TRASV	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)										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)				
5,00	2,80	45,00	1,00	10800,0	20599,0	65673,0	33,20	18,81	1,50			
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$								
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)												
	f_{yd}	n	\varnothing	$A_{sl,\varnothing}$	A_{sl}	F_{Rd}	ΔF_{rd}	F_{Ed}	F_{Rd}	F_{Ed}/F_{Rd}		
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)			
Barre B450C	391,3	200	30	7,07	1413,72	55319,3	10299,5	36360,2	55319,3	65,7%	VERIFICA OK	
		0	30	7,07	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)				
	1413,72	0,15	1,27	1,01%	0,29	0,00	1,00	6864,9	300,1%	Necessaria armatura		
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)												
	f_{ywd}	n_b	\varnothing	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	6,0	16	12,06	90	0,10	11895,9	59262,0	11895,9	85826,4	24,0% VERIFICA OK	
Ferri piegati (2)	391,3	75	30	530,14	45	-	73930,5	118524,0	73930,5			



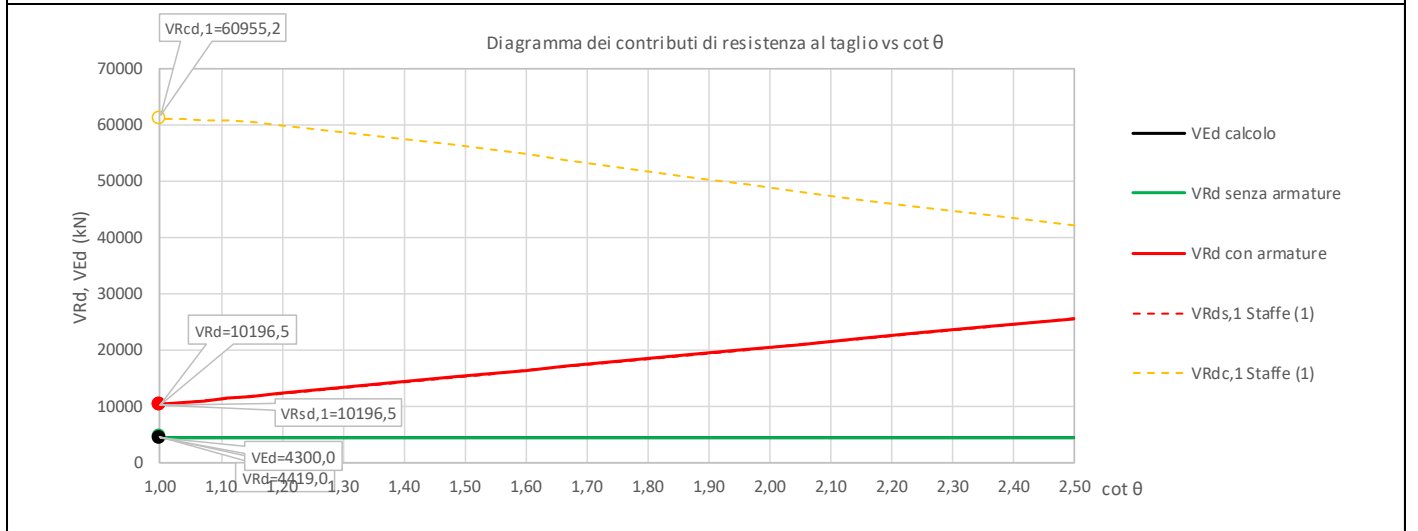
LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	163

NOME: P55 LONG		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)							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)			
3,00	4,80	45,00	1,00	0,0	4300,0	55905,0	33,20	18,81	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	40	30	7,07	282,74	11063,9	2150,0	15091,0	16257,7	92,8%	VERIFICA OK
		25	26	5,31	132,73	5193,9					
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)			
	415,48	0,15	1,20	0,29%	0,27	0,00	1,00	4419,0	97,3%	VERIFICA OK	



VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	164

11. VERIFICHE LOCALI

11.1 BAGGIOLI

Si procede alla verifica del baggiolo tipologico di dimensioni 200x200x70 cm, armato in verticale con 1Ø20/10 distribuiti sui lati perimetrali, armato in orizzontale con 1Ø16/10 staffe cerchiati esterne (n°5 braccia per direzione) e 6Ø16/10 ganci interni (n°5 braccia per direzione).

Al fine di mantenere un abbondante margine di sicurezza, i carichi di progetto verticale N_{Ed} ed orizzontale V_{Ed} sono stati ipotizzati come i massimi concomitanti previsti su tutti gli appoggi (F)-(UT)-(UL)-(M), vedi tabelle specifiche, inoltre l'impronta degli appoggi stessi è stata assunta cautelativamente assunta di 150x150 cm.

Le verifiche sono state svolte secondo le indicazioni del CEB-FIP Model Code 90 e secondo quanto riportato in letteratura riguardo gli studi di diffusione delle tensioni di compressione e trazione su un volume generico di calcestruzzo (Leonhardt, 1973).

Per le azioni dell'appoggio si considera una eccentricità addizionale di 5 cm, quindi una centratura non ottimale delle azioni sul volume di calcestruzzo del baggiolo con conseguente riduzione dell'area efficace di contatto.

Si sono considerate le armature di cerchiatura come collaboranti per il 100% ai fini dell'aumento della resistenza a compressione del calcestruzzo in zona compressa (Region I), mentre per le tensioni di trazione interna si sono considerate solo le armature trasversali interne (Region II).

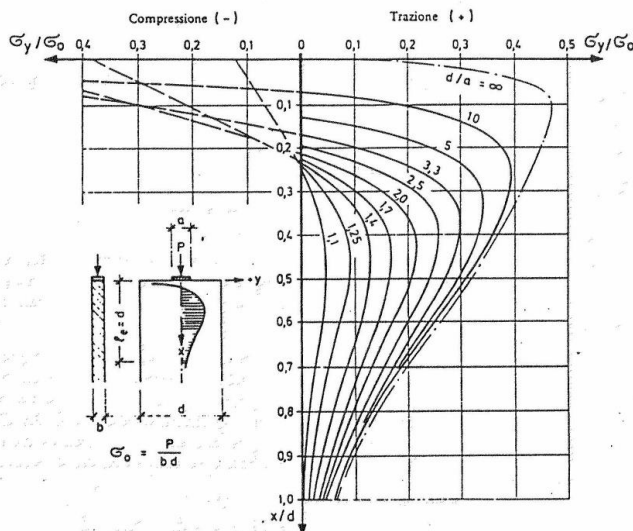


Fig. 3.6: Curve e grandezza delle tensioni trasversali σ_y , riferite a $\sigma_0 = \frac{P}{b \cdot d}$, lungo l'asse x per condizioni diverse d/a (40)

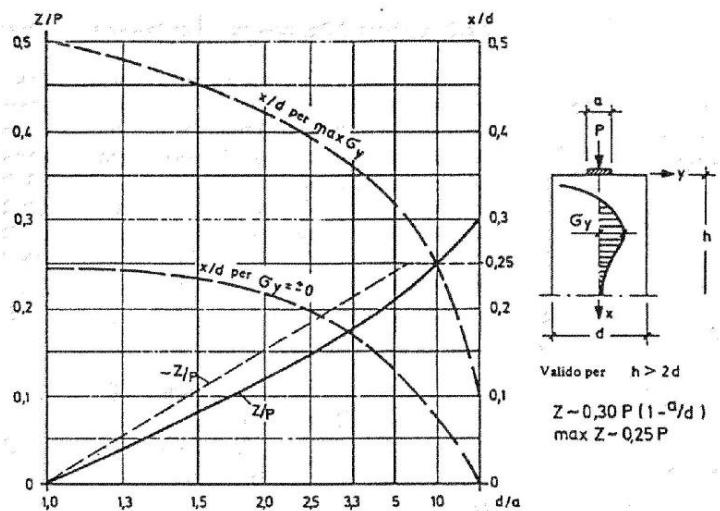


Fig. 3.8: Grandezza della forza di fenditura risultante Z , riferita al carico P , distanza della tensione massima trasversale $\max \sigma_y$ e distanza del punto con $\sigma_y = 0$ dal bordo caricato in lastre con $h > 2d$ (40)

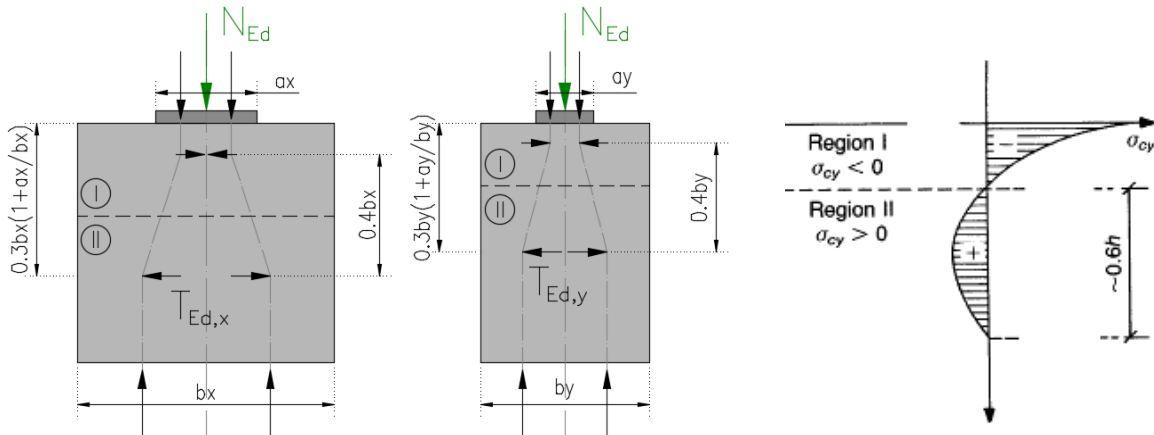
**VI02 da km 3+388,59 a km
5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	165

NOME: **BAGGIOLO TIPO**

VERIFICA BAGGIOLI (CEB-FIP MODEL CODE 90, F. LEONHARDT - 1973)

Rev. 09



GEOMETRIA, AZIONI E MATERIALI VOLUME DI CALCOLO (MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)

N_{Ed} (kN)	15700,0	b_x (m)	2,000	f_{yd} (MPa)	391,3				
M_{Ed} (kNm)	785,0	b_y (m)	2,000	f_{ck} (MPa)	33,2				
e_{max} (m)	0,050	a_x (m)	1,500	a_{cc}	0,85				
		a_y (m)	1,500						
		a'_x (m)	1,450						
		a'_y (m)	1,450						
	Altezza (m)	Posiz. T_{Ed} (m)	Altezza zona (m)	Posizione zona	Posizione zona				
	(b)	(0,3b(1+a/b))	Region II (0,6b)	Region I (grafico)	Region II (da (m))	Region I (a (m))	da (m)	a (m)	b/a'
Direz. X	2,00	1,05	1,20	0,22	0,22	1,42	0,00	0,22	1,38
Direz. Y	2,00	1,05	1,20	0,23	0,23	1,43	0,00	0,23	1,38

VERIFICA ARMATURE ORIZZONTALI (Trazione, Region II, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)

	A_{sh} (cm ²)	T_{Rd} (kN)	T_{Ed} (kN)	T_{Ed}/T_{Rd}	
Direz. X	5x6Ø16	60,29	2359,1	> 1295,3	54,9% VERIFICA OK
Direz. Y	5x6Ø16	60,29	2359,1	> 1295,3	54,9% VERIFICA OK

VERIFICA CALCESTRUZZO CONFINATO (Compressione, Region I, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)

	A_{sh} (cm ²)	σ_1 (MPa)	α	σ_2 (MPa)	$f_{ck,c}$ (MPa)	$f_{cd,c}$ (MPa)	σ_{Ed} (MPa)	$\sigma_{Ed}/f_{cd,c}$	
Direz. X	5x2Ø16	20,10	0,39	1,00	0,39	35,2	19,9	> 19,7	98,8% VERIFICA OK
Direz. Y	5x2Ø16	20,10	0,39	1,00	0,39	35,2	19,9	> 18,8	94,5% VERIFICA OK
v	0,20	(formule cls confinato da EN 1992-1-1: 2005, NTC2018)						(stress compressione σ_{Ed} con distribuzione approssimata triangolare)	
C_{Ed} (kN)	3140,0	$(C_{Ed}=v \cdot N_{Ed})$							

VERIFICA ARMATURE VERTICALI (Giunto di taglio, MC90 §6.10.2)

$V_{Ed,x}$ (kN)	8750,0	$N_{Ed,min}$ (kN)	8550,0	μ	0,60		
$V_{Ed,y}$ (kN)	8900,0	$\sigma_{Ed,min}$ (MPa)	4,07	β_{rctd} (MPa)	0,00		
V_{Ed} (kN)	12480,9	$f_{cd,c}$ (MPa)	19,9	A_{sv} (cm ²)	150,72	<-- 4x12Ø20	
		τ_{Rd} (MPa)	3,32	T_{Ed} (MPa)	3,12	T_{Ed}/T_{Rd}	93,9% VERIFICA OK

$$\tau_{Rd} = \beta f_{ctd} + \mu(\rho f_{yd} + \sigma_{ed}) < 0.25 f_{cd}$$

Figura 36 – Baggioli tipo – Verifica del calcestruzzo armato a compressione e trazione

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										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	166

11.2 DEFORMABILITA' PILA

11.2.1 Verifiche sicurezza del binario

Per la sicurezza del binario occorre garantire quanto riportato al §2.5.1.4.5.2-3 del MdP.

“Al fine di garantire la sicurezza del binario rispetto a fenomeni di instabilità per compressione e rottura per trazione della rotaia, nonché rispetto ad eccessivi scorrimenti nel ballast, causa di un suo rapido deterioramento, occorre che vengano rispettati i seguenti limiti sull’incremento delle tensioni nel binario e sugli spostamenti relativi tra binario ed estradosso dell’impalcato o del rilevato. L’incremento massimo consentito di tensione nella rotaia causato dall’interazione binario-struttura prodotta dalle azioni indicate in 2.5.1.4.5.1 sarà assunto pari a:

$\Delta\sigma_{c,max} = 60 \text{ N/mm}^2$ (per la compressione)

$\Delta\sigma_{t,max} = 70 \text{ N/mm}^2$ (per la trazione)

Lo spostamento massimo consentito tra estradosso dell’impalcato o del rilevato e la faccia inferiore della traversa dovuto alle sole forze di avviamento e/o di frenatura sarà assunto pari a 5 mm. La verifica di sicurezza del binario, in termini di tensioni e spostamenti, andrà condotta considerando la combinazione caratteristica (rara) del metodo S.L.E., adottando per le azioni di cui al precedente punto 2.5.1.4.5.1 coefficienti $\psi_{oi}=1,0$ fermi restando i su esposti limiti di incremento di tensione nella rotaia.”

“Gli effetti dell’interazione binario-struttura in termini di azioni longitudinali trasmesse alla sottostruttura (reazioni vincolari negli appoggi fissi), tensioni supplementari nel binario e scorrimenti relativi binario-impalcato, saranno valutati mediante una serie di analisi di simulazione del comportamento del ponte soggetto alle azioni termiche ed ai carichi orizzontali e verticali dei convogli in transito, portando in conto la resistenza ai movimenti longitudinali del binario e la rigidità della struttura, attraverso un modello di calcolo del tipo riportato in Fig. 2.5.1.4.5.3-1. In alternativa, è possibile effettuare una valutazione semplificata delle reazioni vincolari con il metodo riportato nell’Allegato 3, oppure con il metodo di cui all’Allegato 4 qualora siano rispettate le condizioni ivi elencate. In tal caso il rispetto dei limiti sulle altre grandezze di interesse (tensioni nelle rotaie e spostamenti relativi binario-impalcato) può ritenersi adeguatamente soddisfatto senza specifiche verifiche.”

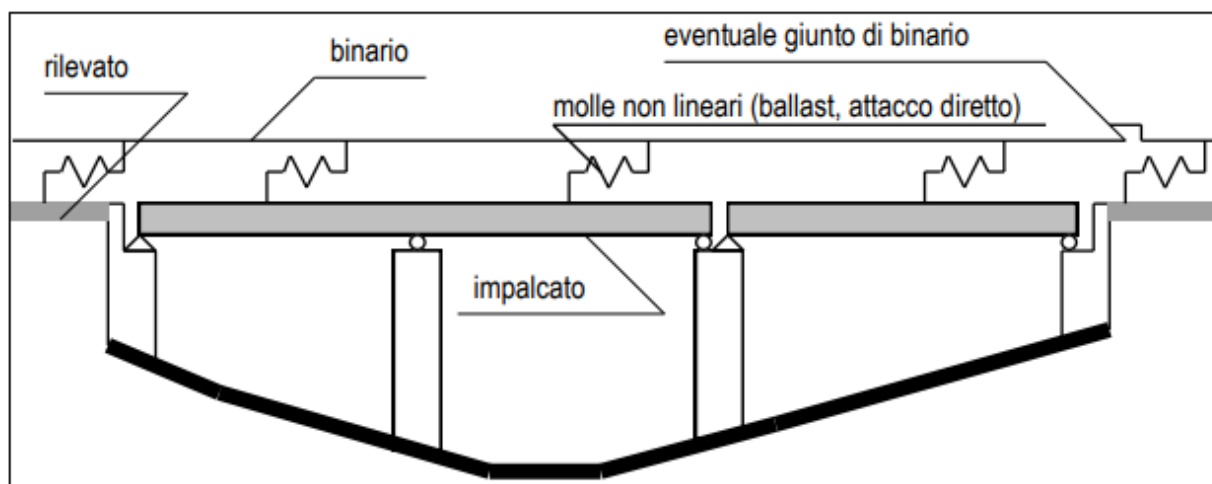


Fig. 2.5.1.4.5.3-1 - Schema di modello strutturale per valutare l'interazione.

Figura 37 – Interazione binario- struttura - Schema generale di calcolo

“ALLEGATO 4 – VALUTAZIONE SEMPLIFICATA DELLE REAZIONI DOVUTE AGLI EFFETTI DI INTERAZIONE, METODO PER SINGOLA LUCE APPOGGIATA

Per una sovrastruttura realizzata con un singolo impalcato (in semplice appoggio) non è necessario il controllo delle tensioni nella rotaia se:

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo Pila P55

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	167

- La sottostruttura ha rigidezza K sufficiente a limitare lo spostamento dell'impalcato in direzione longitudinale dovuto all'avviamento e alla frenatura δ_B , ad un massimo di 5 mm in presenza delle forze longitudinali dovute all'avviamento e alla frenatura definite in 2.5.1.4.3.3; per la determinazione degli spostamenti si raccomanda di prendere in conto la configurazione e le proprietà della struttura date in 2.5.1.4.5.3;
- Per le azioni da traffico verticale lo spostamento longitudinale dell'estradosso dell'impalcato all'estremità dovuto alla deformazione dell'impalcato δ_H , non supera i 5mm;
- La lunghezza di espansione L_T è minore di 40 m.”

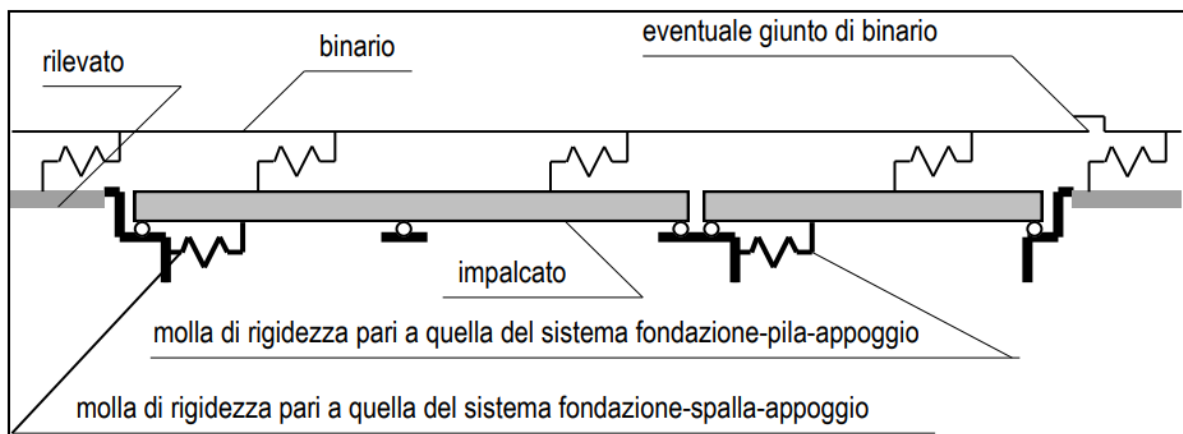


Fig. 2.5.1.4.5.3-3 - Schema di modello strutturale semplificato per valutare l'interazione.

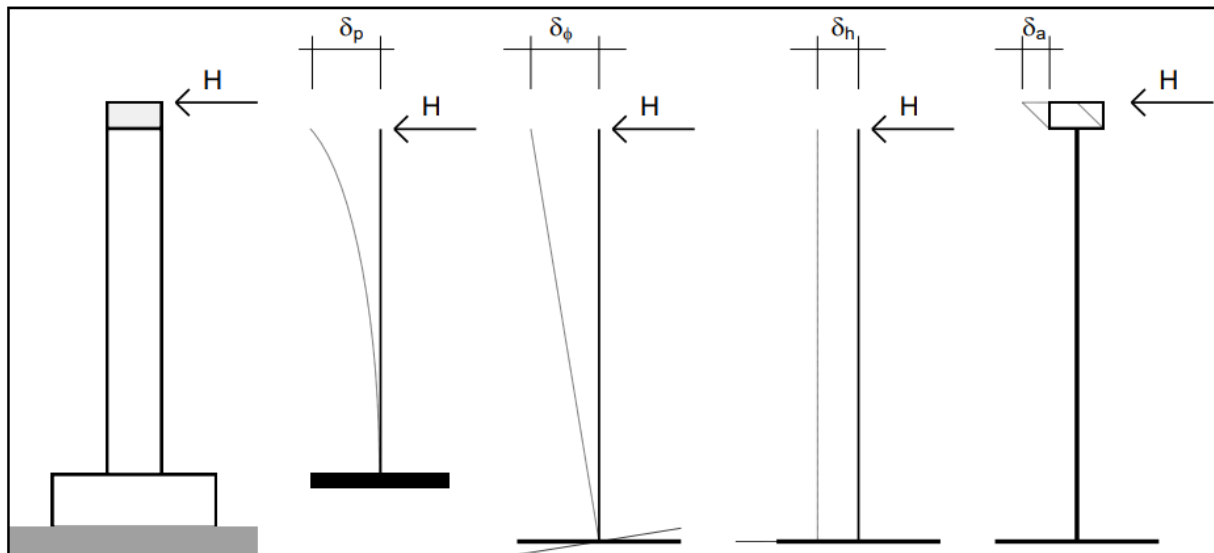



Fig. 2.5.1.4.5.3-4 - Individuazione dei contributi alla deformabilità complessiva del sistema fondazione-pila-appoggio

Figura 38 – Interazione binario- struttura - Schema semplificato di calcolo

Nel caso in oggetto, considerando la massima altezza pila prevista e le valutazioni effettuate nel dimensionamento delle sottofondazioni, alla cui documentazione di calcolo si rimanda per ulteriori dettagli, per la verifica di sicurezza si ha quanto segue.

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	168

NOME: IMPALCATO L=70 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA				Rev. 00
L calcolo (m)	68,25	Lunghezza tra appoggi			Distanza PF/appoggi (m)	2,60
L (m)	70,00	Lunghezza di binario carico				
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2				
α (-)	1,10	α (-)	1,00			
Q _{3,f} (kN)	1540,0	Q _{3,f} (kN)	2450,0		Forza frenatura caratt. longitudinale	
V _{3,f} (kNm)	58,7	V _{3,f} (kNm)	93,3		Forza frenatura caratt. verticale	
Q _{3,a} (kN)	1100,0	Q _{3,a} (kN)	1000,0		Forza avviamento caratt. longitudinale	
V _{3,a} (kNm)	41,9	V _{3,a} (kNm)	38,1		Forza avviamento caratt. verticale	
VERIFICHE SICUREZZA BINARIO (§2.5.1.4.5.3 MdP)						
Q _{3,f} (kN)	2450,0	Massima azione frenatura per LM71 o SW/0 o SW/2				
Q _{3,a} (kN)	1100,0	Massima azione avviamento per LM71 o SW/0 o SW/2				
H (kN)	3550,0	Massima azione applicata all'appoggio				
I _L (m ⁴)	30,70	Inerzia longitudinale elevazione				
E (MPa)	33346	Modulo elastico elevazione				
H _{elev} (m)	12,50	Altezza elevazione				
K (kN/m)	1572437	$K=(3 \cdot E \cdot I_L) / H_{elev}^3$				
δ _p (mm)	2,3	Spostamento deformabilità elastica elevazione	(da calcolo fondazioni)			
δ _φ (mm)	0,0	Spostamento deformabilità rotazione fondazione	φ (rad)	0,00001		
δ _h (mm)	1,0	Spostamento deformabilità traslazionefondazione	s _h (mm)	1,0		
δ _a (mm)	1,0	Spostamento deformabilità appoggi				
Σ δ _i (mm)	4,3	Spostamento totale	<	5.0 mm	OK VERIFICATO	

11.2.2 Effetti del secondo ordine

Con riferimento alle valutazioni degli spostamenti orizzontali di testa pila effettuati nella condizione di esercizio SLE RA (verifica di sicurezza del binario) e nella condizione sismica SLV (verifiche escursione giunti), visti i valori trascurabili in relazione alle dimensioni e alla snellezza della sottostruttura, si conferma che gli effetti del secondo ordine dei carichi applicati verticali sono irrilevanti ai fini dei calcoli di dimensionamento.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	169

11.3 RITEGNI

Si verificano i ritegni trasversali e longitudinali alle massime azioni sismiche SLV secondo il modello teorico locale a tirante – puntone, come previsto in ENV 1992 e CEB-FIP Model Code 90.

Nei paragrafi seguenti viene indicata la geometria, lo schema di calcolo, le armature previste e le massime azioni orizzontali N_{Ed} considerate nei vari casi, nell'ipotesi a favore di sicurezza di un'amplificazione delle forze sismiche trasmesse di 1.10 e di spessori strutturali delle superfici di contatto cautelativamente ridotte.

11.3.1 Campata L=25 m

11.3.1.9 Ritegni trasversali

Si rimanda alle verifiche contenute all'interno della relazione delle pile in CAP.

11.3.1.10 Ritegni longitudinali

Si rimanda alle verifiche contenute all'interno della relazione delle pile in CAP.

11.3.2 Campata L=70 m

11.3.2.9 Ritegni trasversali

Dato che lo scarico avviene mediante un ritegno metallico sospeso collegato al traverso, si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato per le verifiche di dettaglio.

11.3.2.10 Ritegni longitudinali



Dato che lo scarico avviene mediante un ritegno metallico sospeso collegato al traverso, si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato per le verifiche di dettaglio.

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								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	170

12. RIEPILOGO INCIDENZE C.A.

Dalle verifiche effettuate sugli elementi in c.a. costituenti la sottostruttura in oggetto, si riassumono di seguito i principali valori di incidenza di armature previsti rispetto ai volumi totali di calcestruzzo.

Sottostruttura	Elevazione (kg/m ²)	Pulvino (kg/m ²)	Baggioli (kg/m ²)	Ritegni (kg/m ²)
PILA P56 H=9.5m	160	200	350	450

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	171

13. APPOGGI E GIUNTI

13.1 APPOGGI

Gli apparecchi d'appoggio sono dimensionati per le massime azioni statiche orizzontali, trasversali e verticali in condizione statica SLU e sismica SLV, con riferimento all'analisi elastica con $q=1.00$.

Le massime azioni sismiche assorbite dai vincoli dell'impalcato in acciaio $L=70$ m sono state valutate considerando lo spettro elastico longitudinale o trasversale del primo periodo di vibrazione della pila più sollecitata in condizione sismica, nel caso del viadotto in esame quella P56 di altezza $H=12.50$ m.

Massa efficace longitudinale (kg)	2633456	(Intera campata)
Massa efficace trasversale (kg)	1398593	(Mezza campata)
Massa efficace verticale (kg)	1398593	(Mezza campata)
Forza sismica longitudinale (kN)	16794	
Forza sismica trasversale (kN)	8919	
Forza sismica verticale (kN)	2043	
Spettro elastico longitudinale $Se(T)$ (g)	0,6501	(vedi calcolo pila P56 $H=12.5m$)
Spettro elastico trasversale $Se(T)$ (g)	0,6501	
Spettro elastico verticale $Sve(T)$ (g)	0,1489	

APPOGGI	Appoggio (F)			Appoggio (UL)			Appoggio (M)			Appoggio (UT)		
	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.
SLU PERM												
Max (kN)	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550
Min (kN)	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550
SLU												
Max (kN)	±1150	±1800	+13050	±0	±1600	+13250	±0	±0	+15600	±1150	±0	+15700
Min (kN)	-±1950	-±1500	+4750	±0	-±1300	+4900	±0	±0	+4900	-±800	±0	+4750
SLV												
Max (kN)	±8750	±8900	+7050	±0	±8900	+7050	±0	±0	+7050	±8750	±0	+7050
Min (kN)	-±8050	-±8900	+4500	±0	-±8900	+4500	±0	±0	+4500	-±8050	±0	+4500
TOTALE (kN)	±8750	±8900	±13050	±0	±8900	±13250	±0	±0	±15600	±8750	±0	±15700
Spost. Max (mm)	-	-	-	±160	-	-	±160	±5	-	-	±5	-

13.2 ESCURSIONE DEI GIUNTI



In accordo con il p.to 2.5.2.1.5.1 del RFI DTC SICS PS MA IFS 001 A, per ponti e viadotti costituiti da una serie di travi semplicemente appoggiate di uguale luce, l'entità dell'escursione totale dei giunti e degli apparecchi di appoggio può essere valutata come segue:

$$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2D_t + 4d_{Ed} \cdot k_2 + 2d_{eg})$$

E_1 spostamento dovuto alla variazione termica uniforme

E_2 spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica

E_3 spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni non collegate

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo Pila P55	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	005	B	172

- k_1 coefficiente di non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo
 k_2 coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti
 $d_E = \pm \mu_d \cdot d_{Ee}$ spostamento relativo totale tra le parti, pari allo spostamento d_E prodotto dall'azione sismica di progetto, calcolato come indicato nel paragrafo 7.3.3.3 delle NTC 2008
 d_{Ee} spostamento corrispondente al periodo di vibrazione della pila ricavato dallo spettro elastico in termini di spostamento e $\mu_D = q$ per $T_1 \geq T_C$ oppure $\mu_D = 1 + (q-1) \cdot T_C / T_1$ per $T_1 < T_C$ e con la limitazione $\mu_D \leq 5q-4$ (q è il fattore di struttura).
 d_{eg} spostamento relativo tra le parti dovuto agli spostamenti relativi del terreno, da valutare secondo il paragrafo 3.2.3.3 delle NTC 2008. Il valore di spostamento assoluto orizzontale massimo del suolo di un punto può calcolarsi come $d_g = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C T_D$
 a_g, S, T_C, T_D parametri sismici definiti ai capitoli precedenti

Nel caso in esame si suppone in via cautelativa che tale spostamento assoluto coincida con lo spostamento relativo tra due punti, ossia si sta valutando lo spostamento relativo della fondazione in esame rispetto ad un punto fermo.

NOME: PILA P55 H=9.5m		CALCOLO GIUNTI IMPALCATO (MdP ITF Opere civili 2019)				Rev. 00				
SPOSTAMENTO (§2.5.2.1.5.1)										
1) Termico uniforme		2) Sismico strutturale		3) Sismico fondazioni non collegate						
E_1 (mm)	37,8	+	E_2 (mm)	78,3	+	E_3 (mm)	161,6	=	E_L (mm)	125,0
E_T (mm)	$\pm 18,9$		d_{Ed} (mm)	$\pm 35,6$		d_{eq} (mm)	$\pm 80,8$		k_1	0,45
			k_2	0,55		a_g SLV (g)	0,178		↓	
L (mm)	70000		μ_d	1,00		S	1,426		Zona sismica	$a_g < 0.25g$
α (1/°C)	1,20E-05		q	1,00		T_B (s)	0,187		E_0 (mm)	234
ΔT (°C)	$\pm 22,5$		T_1 (s)	0,170		T_C (s)	0,561		↓	
						T_D (s)	2,314		E_L (mm) >	E_0 (mm)
						F_0	2,561		>	E_1 (mm)
			Spostamento sismico a livello giunti:						>	E_2 (mm)
			d_{Ee} (mm)	35,6 (da calcoli)					>	E_3 (mm)
CORSA APPOGGI MOBILI (§2.5.2.1.5.2)			$\pm (E_L/2 + \text{Min}(E_L/8; 15 \text{ mm}))$			$\pm 132 \text{ mm}$			↓	
ESCURSIONI GIUNTI (§2.5.2.1.5.3)			$\pm (E_L/2 + 10 \text{ mm})$			$\pm 127 \text{ mm}$			↓	
	OK		Escursione giunti progetto			$\pm 160 \text{ mm}$		←	E_L (mm)	234,0
AMPIEZZA VARCHI (§2.5.2.1.5.4)			$V \geq (E_L/2 + 20 \text{ mm})$			$\pm 137 \text{ mm}$				
	OK		Varco impalcati progetto			$\pm 200 \text{ mm}$				