

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

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

Opere d'arte maggiori - Ponti e Viadotti ferroviari

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55

Relazione di calcolo Spalla S1

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

A.A. D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.
Il Direttore Tecnico
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data Dicembre 2022

firma

Data Dicembre 2022

firma

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	C L	V I 0 6 0 4	0 0 1	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	Marino	Dicembre 2022	Martignoni	Dicembre 2022	Rinaldi	Dicembre 2022	
B	Aggiornamento per RdV	Marino	27/06/2023	Martignoni	28/06/2023	Rinaldi	30/06/2023	
								n. Elab.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 06 04			PROGR 001

INDICE

1.. PREMESSA	3
2.. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2.1 Descrizione della spalla in esame	7
3.. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	9
3.1 Normativa di riferimento	9
3.2 Normativa tecnica nazionale	9
3.3 Manuali ITF	10
3.4 Bibliografia e altri riferimenti	10
4.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	11
4.1 Calcestruzzo	11
4.2 Acciaio	12
4.3 Durabilità	13
5.. APPROCCIO DI CALCOLO.....	17
5.1 Caratteristiche delle opere.....	17
5.2 Criteri generali di verifica	17
5.3 Software di calcolo	24
5.4 Validazione programmi di calcolo	26
6.. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	27
6.1 Categoria di sottosuolo.....	27
6.2 Capacità portante dei pali e stratigrafia di progetto.....	27
7.. ANALISI DEI CARICHI	28
7.1 Azioni permanenti strutturali (G_1).....	28
7.2 Azioni permanenti non strutturali (G_2).....	28
7.3 Ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)	31
7.4 Spinta del terreno (G_3).....	32
7.5 Azioni variabili verticali (Q)	35
7.6 Azioni Eccezionali (A).....	42
7.7 Azioni variabili orizzontali (Q)	47
7.8 Azione del vento (Q_6)	53
7.9 Azione sismica (e).....	58
7.10 Variazioni termiche (Q_7)	72
7.11 Attrito (Q_8)	72
7.12 Scarichi agli appoggi	73

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	2

8..	COMBINAZIONI DI CARICO	76
8.1	Combinazioni di carico adottate.....	77
9..	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	79
9.1	Elementi in cemento armato.....	79
10.	MODELLO DI CALCOLO	85
11.	ANALISI SPALLA MOBILE S1.....	86
11.1	Azione impalcati.....	86
11.2	Sollecitazioni elevazione	97
11.3	Sollecitazioni in fondazione	104
11.4	Sollecitazioni muro paraghiaia.....	113
11.5	Sollecitazioni muro d'ala.....	117
11.6	Verifiche Muro Frontale	125
11.7	Verifiche plinto fondazione	136
11.8	Verifiche muro d'ala.....	146
11.9	Verifiche Muro Paraghiaia	158
12.	VERIFICHE LOCALI.....	164
12.1	Deformabilità spalla.....	164
12.2	Ritegni.....	167
13.	RIEPILOGO INCIDENZE C.A.	168
14.	APPOGGI E GIUNTI.....	169
14.1	Appoggi.....	169
14.2	Escursione dei giunti	169

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	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 km.

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

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

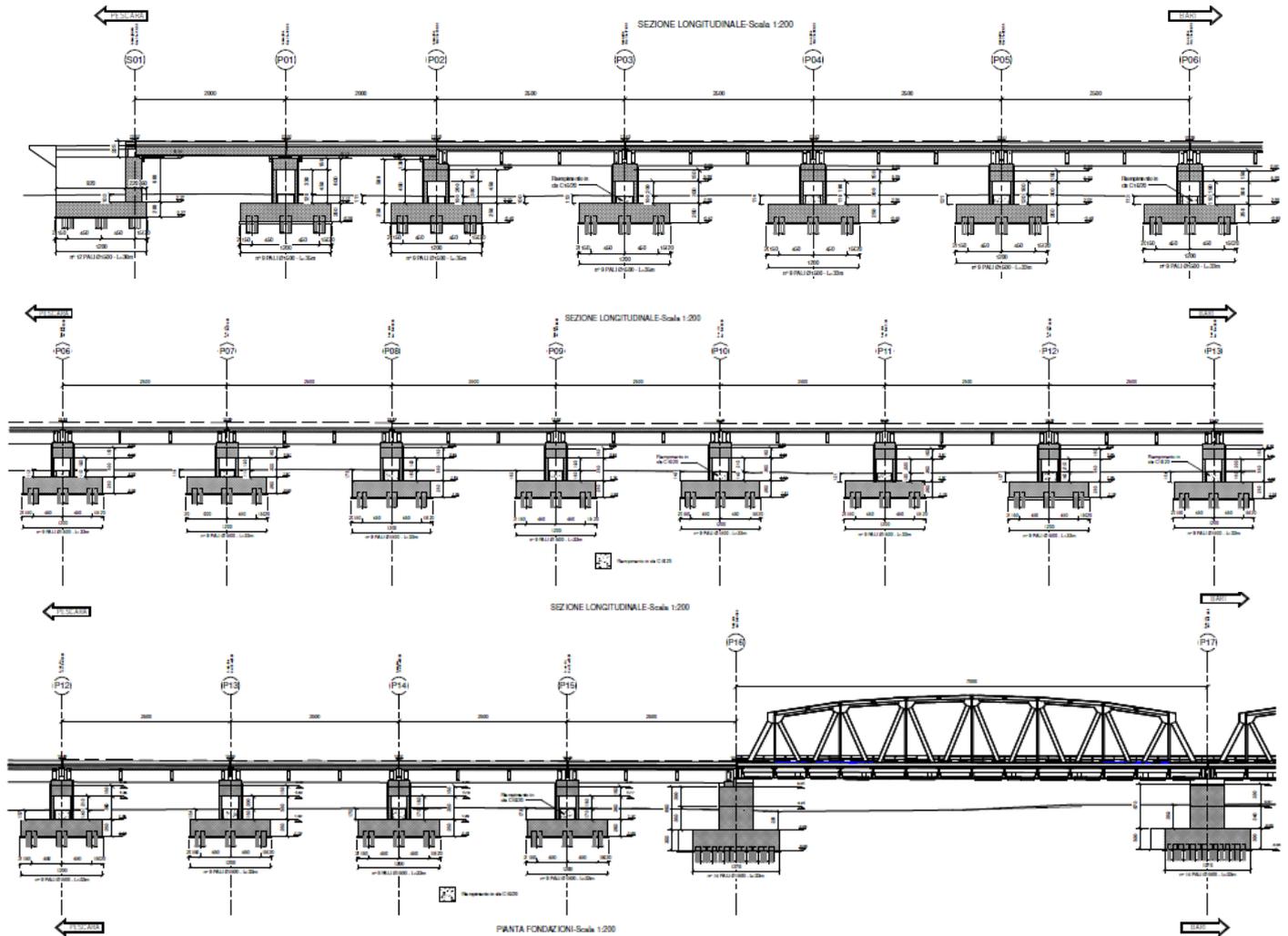
**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	4

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione ha per oggetto l'analisi e la verifica della Spalla 01 che sostiene la campata a travi incorporate da 20.00 m del viadotto ferroviario denominato VI06, previsto tra le progressive chilometriche 15+113,55 a km 15+918,55.

Il viadotto, avente lunghezza complessiva pari a circa 805 m, è a doppio binario di cui le campate 17 e 18 sono di luce pari a 70 m in acciaio a vie inferiori, le campate 1 e 2 sono di luce pari a 20 m a travi incorporate, e le restanti campate (numero 25) 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.



**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	5

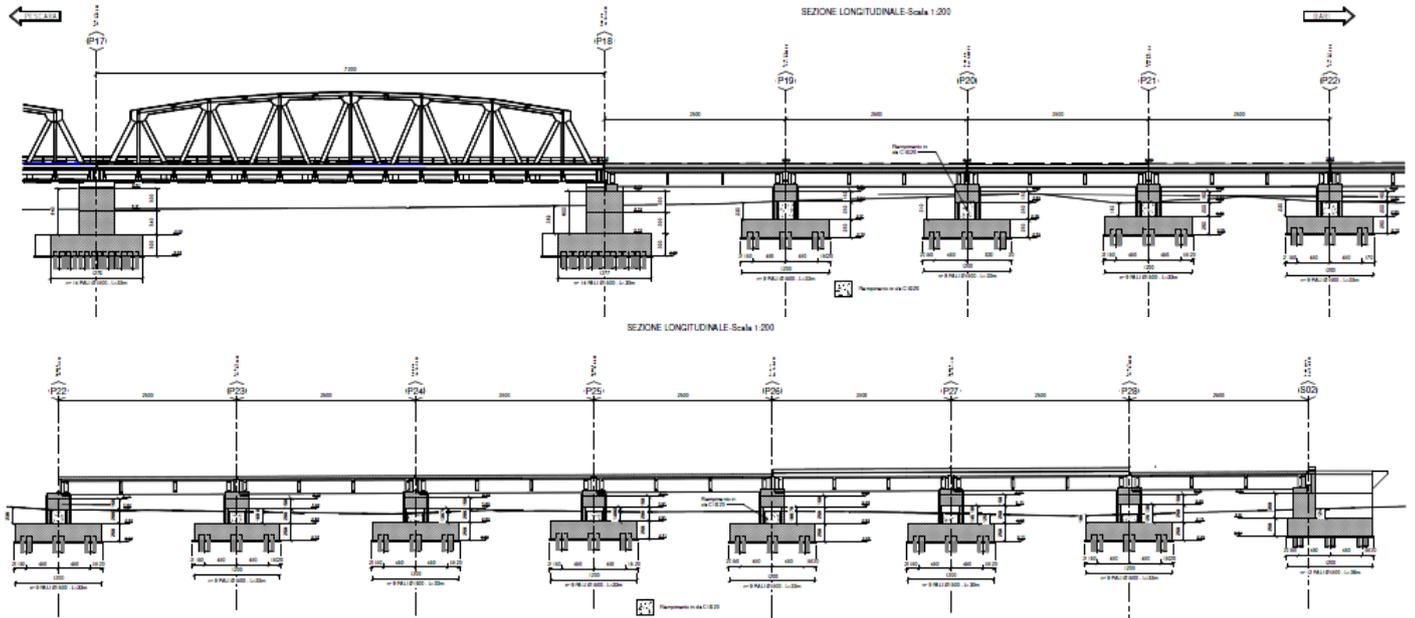


Figura 1 – Profilo longitudinale VI06

Gli impalcati a travi incorporate sono costituiti da travi metalliche incorporate da un getto di completamento in c.a. che realizza anche gli aggetti laterali. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 13.70 m su cui gravano 2 binari posti ad interasse pari a 4.00 m, in maniera simmetrica rispetto alla mezzeria del viadotto. Per maggiori dettagli riguardanti l'impalcato si rinvia alla relazione specifica.

**SEZIONE TRASVERSALE-Scala 1:50
(Campata a travi incorporate da 20.00 m)**

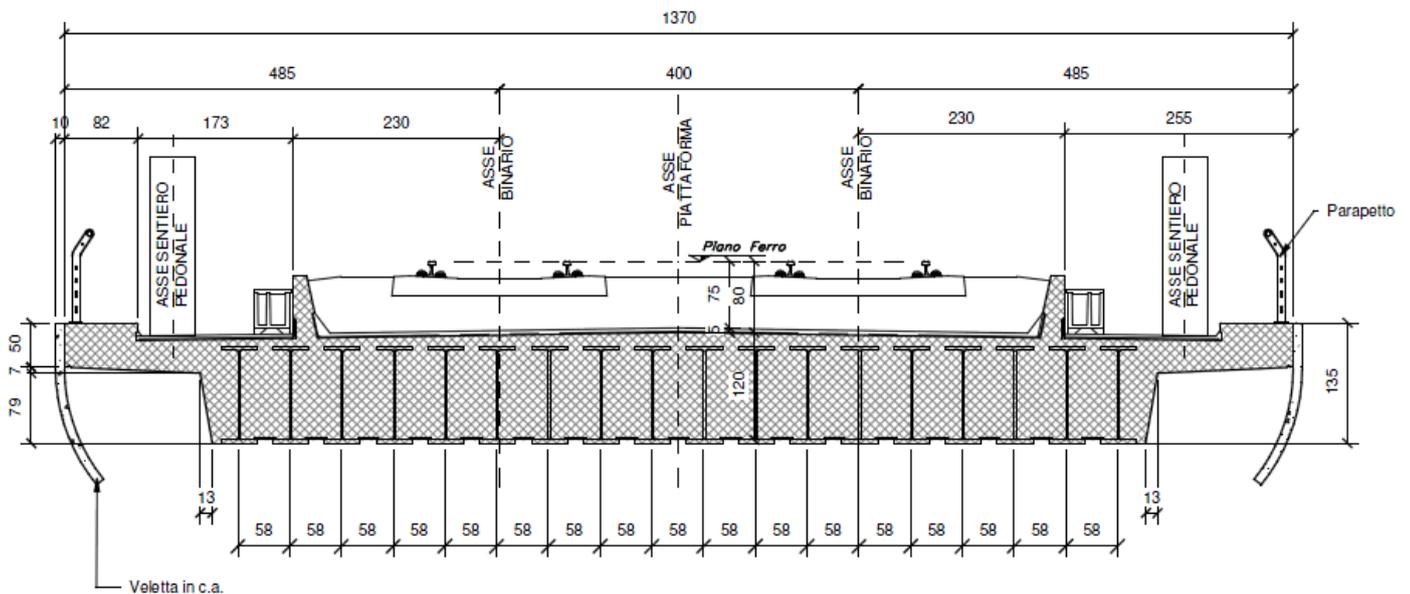


Figura 2 – Sezione trasversale impalcato

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	6

Nel presente documento si analizzano alcune delle sottostrutture del viadotto in esame.

WBS	SPALLE	H _{calcolo}	Tipo	IMPALCATI							SISMA		FONDAZIONE				
				R _{min}	Lato sx	L	App.	Lato dx	L	App.	Zona Sismica	Categoria Sottosuolo	D _{pali}	n _{pali}	Stratig.	Liquefaz.	Scalam.
				[m]		[m]			[m]				[m]	[m]			[m]
VI06	S01	5.5	Tipica	5000	-	-	-	Travi inc.	20	Mobile	S3	C	1.5	12	1	NO	1.5
	S02	6.0	Tipica	5000	C.a.p.	25	Fisso	-	-	-	S3	C	1.5	12	2	SI	-

Tabella 1 – Sintesi delle spalle VI06

Oggetto del presente documento sono quindi le analisi e le verifiche delle spalle, in particolare della spalla S01, relativa all'impalcato travi incorporate.

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	7

2.1 DESCRIZIONE DELLA SPALLA IN ESAME

Le sottostrutture consistono in due spalle con fondazioni di tipo profondo su pali. La spalla indicata con “S02” è la spalla fissa mentre quella indicata con “S01” è la spalla mobile. Il presente documento contiene le verifiche strutturali e geotecniche della spalla S01.

Di seguito si riportano alcune immagini esplicative delle sottostrutture in esame. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

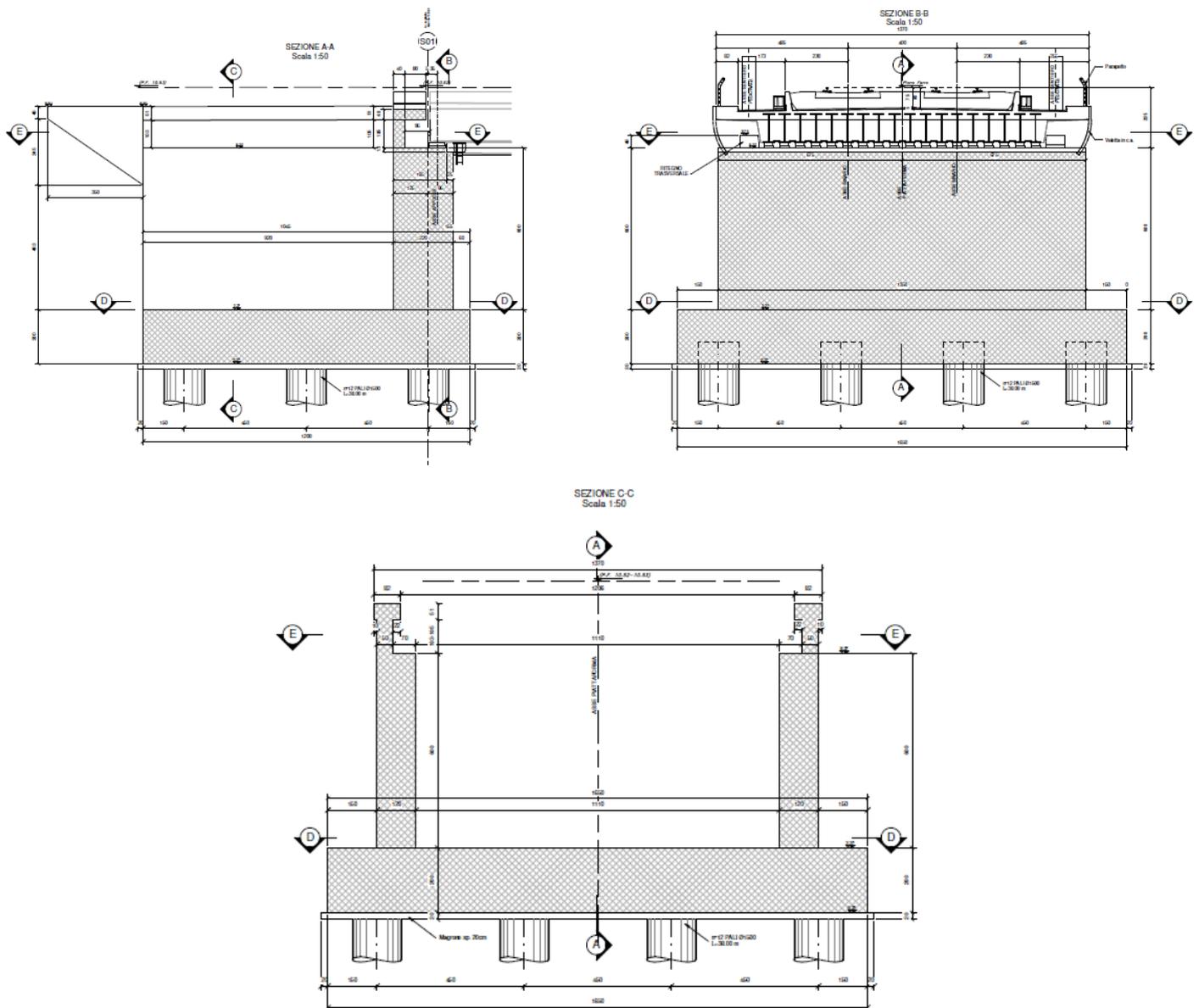


Figura 3 – Sezioni in direzione longitudinale e trasversale

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	8

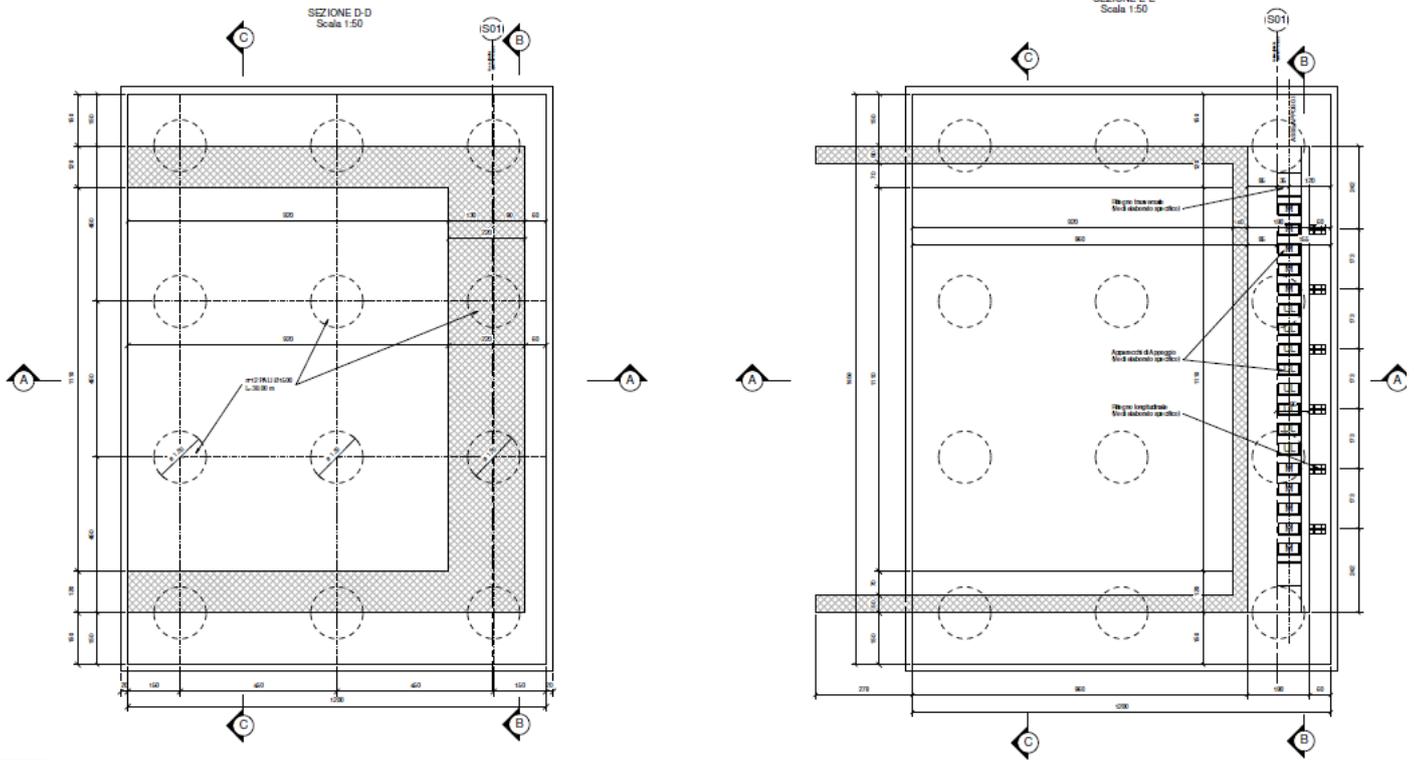


Figura 4 – Vista in pianta

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	9

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”;

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	10

[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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	11

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	$\epsilon_{cu} = 3.5 \%$
<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, spalle e solettoni

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
Valore ultimo della deformazione a compressione	$\epsilon_{cu} = 3.5 \%$

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	12

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} =$	18.26	MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.	$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} =$	13.28	MPa

4.1.4 Calcestruzzo per baggioli e ritegni

Classe minima	C32/40		
Classe di esposizione ambientale	XC4 – XS1		
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	R_{ck}	≥ 40	MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 =$	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

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	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.45	MPa
Valore ultimo della deformazione a compressione	$\epsilon_{cu} =$	3.5	%

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} =$	18.26	MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.	$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} =$	13.28	MPa

4.2 ACCIAIO

4.2.1 Acciaio d'armatura in barre per calcestruzzo armato

Tensione caratteristica di rottura a trazione	$f_{tk} =$	≥ 540	MPa
Tensione caratteristica di snervamento a trazione	$f_{yk} =$	≥ 450	MPa
Modulo elastico	$E_s =$	200000	MPa

Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.15	
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	391.30	MPa
Valore ultimo della deformazione a trazione	$\epsilon_{cu} =$	10	%

Stato limite di esercizio

Tensione max di trazione	$\sigma_s = 0.75 \cdot f_{yk} =$	337.50	MPa
--------------------------	----------------------------------	--------	-----

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	13

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.

prospetto 5 Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

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

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CEN/TS 12390 -9, UNI CEN/TR 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 limite minima andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per Dupper tra 12 mm e 16 mm).

b) 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 UNI 9156 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	
			$C > C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C > C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C > C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C > C_o$	$C_{min} < C < C_o$
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.

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

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									
		VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 06 04			PROGR 001

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Tabella 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. Cis a contatto con acqua per lungo tempo. Cis di strutture di contenimento acqua. Cis di molte fondazioni.		
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)		Mix design di progetto: XC2 0,6 C25/30 300 - - - -
Rapporto max A/C	XC2 0,60	
Classe di resistenza minima	C25/30	
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	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

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	15

NOME: ELEVAZIONI	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)						
		XC4		XS1	Mix design di progetto:	
Rapporto max A/C		0,50		0,50	XC4+XS1	
Classe di resistenza minima		C32/40		C32/40	0,5	
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)		340		340	C32/40	
Contenuto minimo di aria (%)		-		-	340	
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)		-		-	-	
Cemento resistente ai solfati		-		-	-	
Cemento resistente all'acqua di mare		-		SI	SI	
COPRIFERRO NOMINALE						
$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$		(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)	40	
Ambiente Aggressivo						
Vita nominale	75	valori tabella +5 mm	C	C32/40	Classe di resistenza utilizzata	
Controllo qualità speciale cls	NO	valori tabella	C_0	C40/50		
Elemento a piastra	NO		C_{min}	C30/37		
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**

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	16

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
Rapporto max A/C	0,50	0,50
Classe di resistenza minima	C32/40	C32/40
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	340	340
Contenuto minimo di aria (%)	-	-
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-	-
Cemento resistente ai solfati	-	-
Cemento resistente all'acqua di mare	-	SI
COPRIFERRO NOMINALE		
$c_{min} = \max(c_{min,b} ; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$		(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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	17

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
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)

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	18

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.

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 (E; 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.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B

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

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

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

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

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

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

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

⁽⁶⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 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
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

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

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

Tabella 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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	20

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	21

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

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_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 $G_2^{(4)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽⁴⁾ 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_G .

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_γ	γ_γ	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.

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	22

- *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.T.F.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	23

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 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	24

5.3 SOFTWARE DI CALCOLO

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

5.3.1 Analisi strutturale generica

Titolo:



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

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

Distribuzione: HSH srl - Padova Italia

Versione: 2.4.6

5.3.2 Verifiche sezioni strutturali

Titolo:



Caratteristiche: Programma per la verifica di sezioni generiche

Autore: Aztec Informatica – Casole Bruzio, Cosenza

Distribuzione: Aztec Informatica S.r.l.

Versione: 10.05a

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HY pro <small>S.T.F.</small>		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	25

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								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	26

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								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	27

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Dalle indagini sismiche (S15; M13; M12; S18; M10; S21) è possibile determinare la categoria di sottosuolo di riferimento per la definizione dell'azione sismica; per l'opera in esame si assume una categoria di sottosuolo C.

6.2 CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI E STRATIGRAFIA DI PROGETTO

Vedi relazioni di calcolo di verifica pali.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	28

7. ANALISI DEI CARICHI

7.1 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 $\gamma_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$.

Per le valutazioni sul calcolo degli scarichi agli appoggi delle singole campate fare riferimento alle rispettive relazioni di calcolo impalcato associate, per i valori delle azioni vedi tabella di riepilogo.

Le azioni permanenti strutturali comprendono il peso proprio della carpenteria metallica e il peso proprio della soletta.

Per il peso proprio delle travi è stato considerato pari a 3.43 kN/m.

Per il peso proprio della soletta, si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 20 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 travi in acciaio incorporate di luce L=20 m, di cui in seguito si riporta un riepilogo degli scarichi e le reazioni totali sui singoli appoggi.

Nome	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₁₆	R ₁₇	R ₁₈
PP travi	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43
PP soletta	51.62	13.31	13.31	13.31	13.31	13.31	13.31	13.31	13.31	13.31	13.31	13.31	13.31	13.31	13.3	13.31	13.31	51.62

Reazioni totali appoggio	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]	R ₅ [kN]	R ₆ [kN]	R ₇ [kN]	R ₈ [kN]	R ₉ [kN]	R ₁₀ [kN]	R ₁₁ [kN]	R ₁₂ [kN]	R ₁₃ [kN]	R ₁₄ [kN]	R ₁₅ [kN]	R ₁₆ [kN]	R ₁₇ [kN]	R ₁₈ [kN]
PP (cat. G ₁)	539	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	539

7.2 AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G₂)

Nome	γ_G (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
PP (ponti ferroviari)	1.00 / 1.50	-	-	-

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 travi in acciaio incorporate di luce L=20 m.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	29

Si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 20 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 travi in acciaio incorporate di luce L=20 m, di cui in seguito si riporta un riepilogo degli scarichi e le reazioni totali sui singoli appoggi.

7.2.1 Ballast (G_{2,1})

Nome	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₁₆	R ₁₇	R ₁₈
Ballast	-0,28	2,86	9,77	8,93	8,51	8,63	9,19	9,21	8,79	8,79	9,22	9,17	8,7	8,24	8,96	10,01	2,8	-0,27

Azioni totali	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₁₆	R ₁₇	R ₁₈
PP (cat. G _{2,1})	42	65	74	76	76	80	65	80	81	80	81	80	65	80	76	73	65	41

Inoltre, sopra il profilo di monte della spalla si applicano le pressioni verticali derivanti dal peso del cassonetto di ballast, di larghezza circa 9.00 m, spessore 0.80 m e peso specifico 20 kN/m³.

Si valuta come carico permanente associato una pressione uniforme mediata sulla larghezza della spalla di 13,50 m, come di seguito esposto:

$$G_2 = (0.80 \cdot 20 \cdot 8.2) / (13.50) = 9.72 \text{ kPa}$$

Si ha pertanto una spinta a riposo distribuita sull'altezza libera fuori terra della spalla e di larghezza pari alle elevazioni spalle.

7.2.2 Velette (G_{2,2})

Nome	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₁₆	R ₁₇	R ₁₈
Velette	34,78	-36,31	10,2	-2,78	0,79	0,22	0,05	-0,01	0	0	-0,01	0,05	0,22	0,83	-2,73	10,08	-36,27	34,77

Azioni totali	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₁₆	R ₁₇	R ₁₈
PP (cat. G _{2,2})	65	-15	5	2	-2	17	-1	1	2	2	1	-1	17	-2	2	5	-15	65

7.2.3 Arredi (G_{2,3})

Nome	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₁₆	R ₁₇	R ₁₈
Arredi	31,42	-20,63	7,25	-1,97	0,56	-0,15	0,03	-0,01	0	0	-0,01	0,03	-0,15	0,58	-1,94	7,17	-20,6	31,58

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	30

Azioni totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]	R ₅ [kN]	R ₆ [kN]	R ₇ [kN]	R ₈ [kN]	R ₉ [kN]	R ₁₀ [kN]	R ₁₁ [kN]	R ₁₂ [kN]	R ₁₃ [kN]	R ₁₄ [kN]	R ₁₅ [kN]	R ₁₆ [kN]	R ₁₇ [kN]	R ₁₈ [kN]
PP (cat. G _{2,3})	79	10	16	9	5	27	6	5	6	6	5	6	25	6	9	16	10	78

7.2.4 Barriere antirumore (G_{2,4})

Nome	R ₁ [kN/m]	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₁₆	R ₁₇	R ₁₈
Barriere	70,93	-65,4	18,37	-5,01	1,43	-0,39	0,1	-0,02	0,01	0,01	-0,02	0,1	-0,39	1,49	-4,91	18,15	-65,33	70,92

Azioni totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]	R ₅ [kN]	R ₆ [kN]	R ₇ [kN]	R ₈ [kN]	R ₉ [kN]	R ₁₀ [kN]	R ₁₁ [kN]	R ₁₂ [kN]	R ₁₃ [kN]	R ₁₄ [kN]	R ₁₅ [kN]	R ₁₆ [kN]	R ₁₇ [kN]	R ₁₈ [kN]
PP (cat. G _{2,4})	136	-10	18	5	2	33	4	3	5	5	3	4	33	2	5	18	-10	136

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	31

7.3 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										
		VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	32

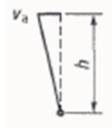
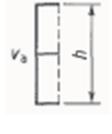
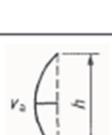
7.4 SPINTA DEL TERRENO (G_3)

I valori delle spinte vengono computate automaticamente dai software secondo le metodologie seguenti, per ulteriori approfondimenti si rimanda direttamente al manuale d'uso.

Nome	Tipo	γ_{G1} (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
TERRENO, FALDA	Permanente	EQU 0.90 / 1.10 (A1) 1.00 / 1.30 (A2) 1.00 / 1.00	-	-	-

Le condizioni di spinta sono assunte in base agli spostamenti delle pareti, ovvero del grado di mobilitazione necessario per innescare il regime di spinta, vedi a riguardo le indicazioni contenute nell'EC7.

Table C.1 — Ratios v_s/h

Kind of wall movement	v_s/h loose soil %	v_s/h dense soil %
a) 	0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
b) 	0,2	0,05 to 0,1
c) 	0,8 to 1,0	0,2 to 0,5
d) 	0,4 to 0,5	0,1 to 0,2

where:
 v_s is the wall motion to mobilise active earth pressure
 h is the height of the wall

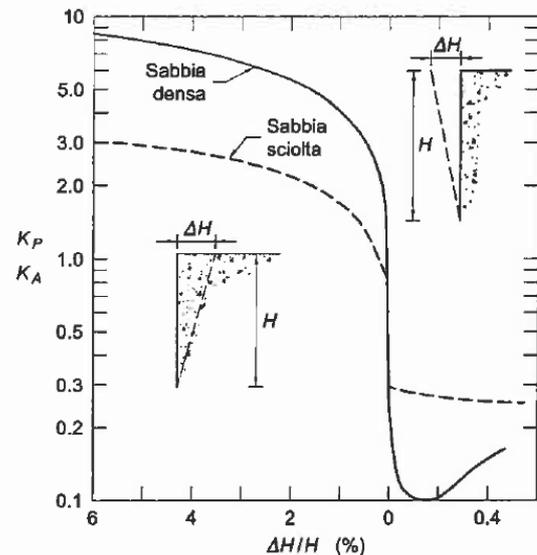


Figura 5 - Spostamenti relativi muro-terreno necessari per il raggiungimento di un regime di spinta attiva secondo EC7 Annex C e Lancellotta (1999)

7.4.1 Spinta a riposo

La spinta statica totale sulla parete S_{0h} si calcola secondo le seguenti relazioni:

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	33

$$S_{0h} = \int_0^H \sigma_h(z) dz$$

spinta a riposo statica totale sul muro

$$\sigma_h(z) = \sigma_v(z) \cdot k_0$$

pressione orizzontale di spinta del terreno

Per piano campagna orizzontale si fa riferimento alla seguente correlazione (Jaky, 1944 e Schmidt, 1966):

$$k_0 = 1 - \sin(\varphi') \cdot OCR^\alpha$$

$$OCR = 1$$

grado di sovraconsolidazione

$$\alpha = 0.5$$

Per pendio inclinato (β) si può considerare che la spinta a riposo sia parallela al p.c. e che il coefficiente k_0 valga:

$$k_0 = (1 - \sin(\varphi') \cdot OCR^\alpha) \cdot (1 + \sin \beta)$$

$$\beta = 0$$

angolo inclinazione tra profilo e piano orizzontale

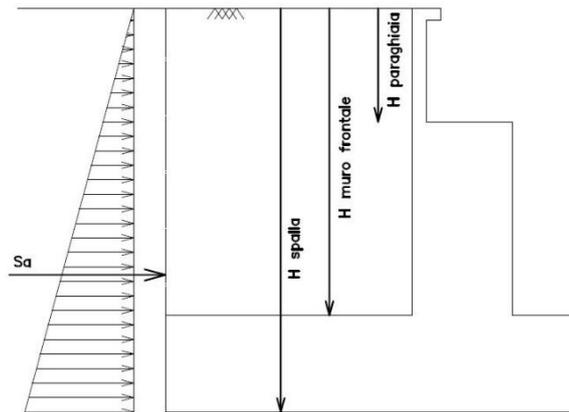


Figura 6: Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

7.4.2 Spinta attiva

Il coefficiente di spinta attiva (K_a) viene valutato ricorrendo alla correlazione generale di Mueller-Breslau basata sulla teoria di Coulomb e riferita a superfici di rottura piane. In questo caso l'approssimazione (rispetto a quanto si sarebbe ottenuto considerando superfici di rottura di geometria complessa) risulta molto contenuta e a favore di sicurezza.

La spinta attiva statica totale sulla parete S_{ah} si calcola secondo le seguenti relazioni:

$$S_{ah} = \int_0^H \sigma_h(z) dz$$

spinta attiva statica totale sul muro

$$K_a = \frac{\text{ser}^2(\psi + \varphi)}{\text{ser}^2\psi \cdot \text{ser}(\psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{ser}(\varphi + \delta) \cdot \text{ser}(\varphi - \beta)}{\text{ser}(\psi - \delta) \cdot \text{ser}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

coefficiente di spinta attiva

$$\sigma_h(z) = \sigma_v(z) \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

pressione orizzontale di spinta del terreno

$$\sigma_v(z)$$

pressione verticale del terreno

$$H$$

altezza della parete di spinta

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	34

φ	angolo attrito del terreno
$\delta = 0$	attrito tra terreno e parete
$\psi = 90^\circ$	angolo tra parete di spinta e piano orizzontale
β	angolo inclinazione tra profilo e piano orizzontale
c	coesione del terreno

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni, viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento:

$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$	peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori)
γ_{sat}	peso di volume dell'acqua
γ_w	peso di volume dell'acqua
$S_{\text{ah}} = \int_0^H \sigma'_h(z) dz + E_{\text{ws}} + E_{\text{wd}}$	spinta attiva statica totale efficace sul muro
$\sigma'_h(z) = \sigma'_h(z) \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$	pressione orizzontale di spinta efficace del terreno
$\sigma'_v(z)$	pressione verticale efficace del terreno
E_{ws}	spinta idrostatica
E_{wd}	spinta idrodinamica

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	35

7.5 AZIONI VARIABILI VERTICALI (Q)

7.5.1 Azioni da traffico ferroviario (Q₁)

Nome	Tipo	Y _Q (Fav / Sfav)		ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
AZIONI VERTICALI	Variabili	EQU 0.00 / 1.45	Singole	0.80	0.50	0.00
	da traffico	(A1) 0.00 / 1.45	gr.1	0.80	0.80	0.00
	ferroviario	(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 7 – Specifiche Tecniche di Interoperabilità (S.T.I.) - Requisiti carichi da traffico ferroviario

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									
		VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 06 04			PROGR 001

7.5.1.1 Modello di carico LM71

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

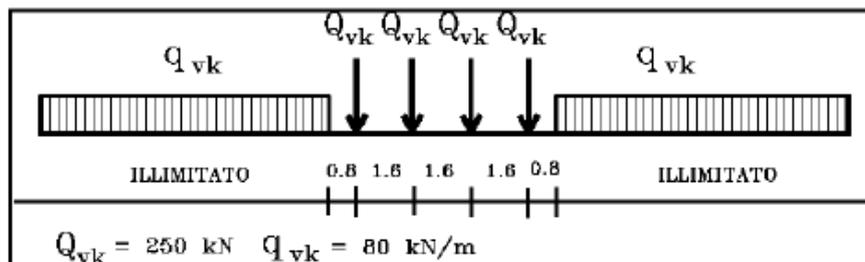


Fig. 5.2.1 - Modello di carico LM71

Figura 8 – Schema treno di carico LM71

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

7.5.1.2 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.

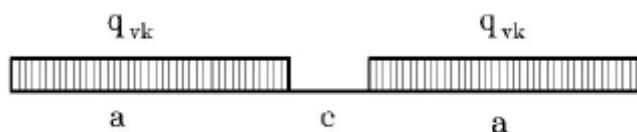


Fig. 5.2.2 -Modelli di carico SW

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 9 – 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 & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.p.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	37

7.5.1.3 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 spalla;
- 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 difformi 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.

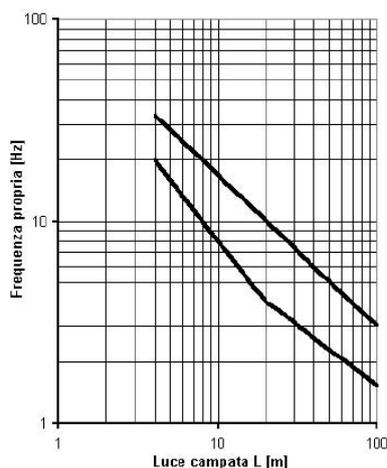


Fig. 5.2.7 - Limiti delle frequenze proprie n_0 in Hz in funzione della luce della campata

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

Per la valutazione delle azioni verticali dovute al passaggio dei convogli sull'impalcato sono state calcolate considerando i carichi q_{vk} e Q_{vk} (considerati con i loro valori caratteristici) relativi ai treni di carico LM71 ed SW/2. Si fa riferimento al modello locale usato per l'analisi trasversale della soletta, vedi relazione di calcolo dell'impalcato in travi in acciaio incorporate $L=20$ m. Di seguito, si riporta un riepilogo degli scarichi e le reazioni totali sui singoli appoggi.

Nome	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₁₆	R ₁₇	R ₁₈
[kN/m]																		
Q_{vk} (LM71)	0	0	0	0	0	0,01	-0,03	0,11	-0,4	1,88	14,23	15,26	15,26	15,36	18,29	5,31	-0,89	0,15
Q_{vk} (LM71)	0	0	0	0	0	0,01	-0,05	0,2	-0,79	3,67	27,8	30,26	29,8	30	35,72	10,39	-1,74	0,28
Q_{vk} (SW/2)	0,22	-1,36	8,07	28,6	25,15	26,06	27,79	26,92	3,70	-0,79	0,19	-0,05	0,01	0	0	0	0	0

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	38

Azioni totali	R ₁ [kN]	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂	R ₁₃	R ₁₄	R ₁₅	R ₁₆	R ₁₇	R ₁₈
LM71 _{B1}	160	96	97	89	13	372	123	94	80	68	70	49	-232	158	70	43	23	-100
LM71 _{B2}	-100	23	43	70	158	-232	49	70	68	80	94	123	372	13	89	97	96	160
SW2 _{B1}	199	105	102	94	1	432	136	107	90	79	85	61	-276	192	87	56	32	-122

7.5.1.4 Decentramento dei carichi in tracciato curvilineo

Ai fini del calcolo delle sottostrutture, per un tracciato di lunghezza $L=20$ m, raggio massimo ipotetico di $R=2200$ m, si ha un decentramento del carico pari a circa $e=R-\sqrt{(R^2-L^2/4)}=0,023$ m; pertanto, si ritiene tale effetto trascurabile in relazione alle dimensioni geometriche della sezione di appoggio.

7.5.1.5 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.

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								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	39

7.5.1.6 Numero di treni contemporanei

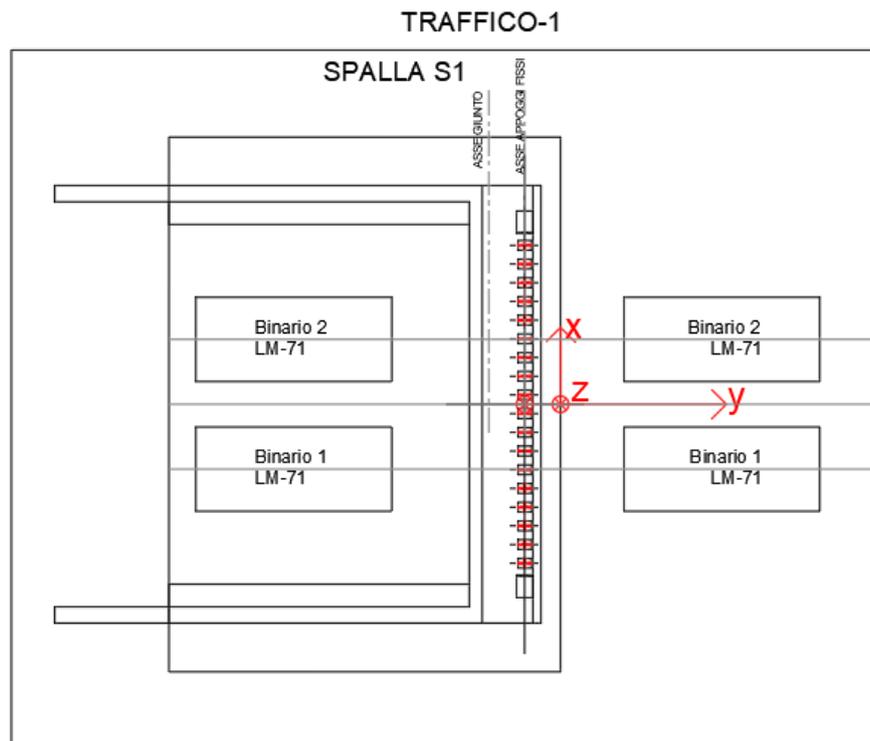
Nella progettazione andrà considerata l'eventuale contemporaneità di più treni, in genere sia per traffico normale (LM71) sia per traffico pesante (SW/2). Le azioni da traffico considerano una configurazione in campata, davanti alla spalla, in cui si massimizza il taglio all'appoggio.

Dietro la spalla si è considerato un sovraccarico da traffico generato dalla presenza del treno di carico LM71 su entrambi i binari dietro la spalla, che si considera in contemporaneo alla presenza dei treni di carico in campata.

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

- Traffico-1: Due treni di carico in contemporaneo: LM71 sul binario 1 "+" LM71 sul binario 2.
- Traffico-2: Due treni di carico in contemporaneo: SW2 sul binario 1 "+" LM71 sul binario 2
- Traffico-3: Un treno di carico: SW2 sul binario 1.

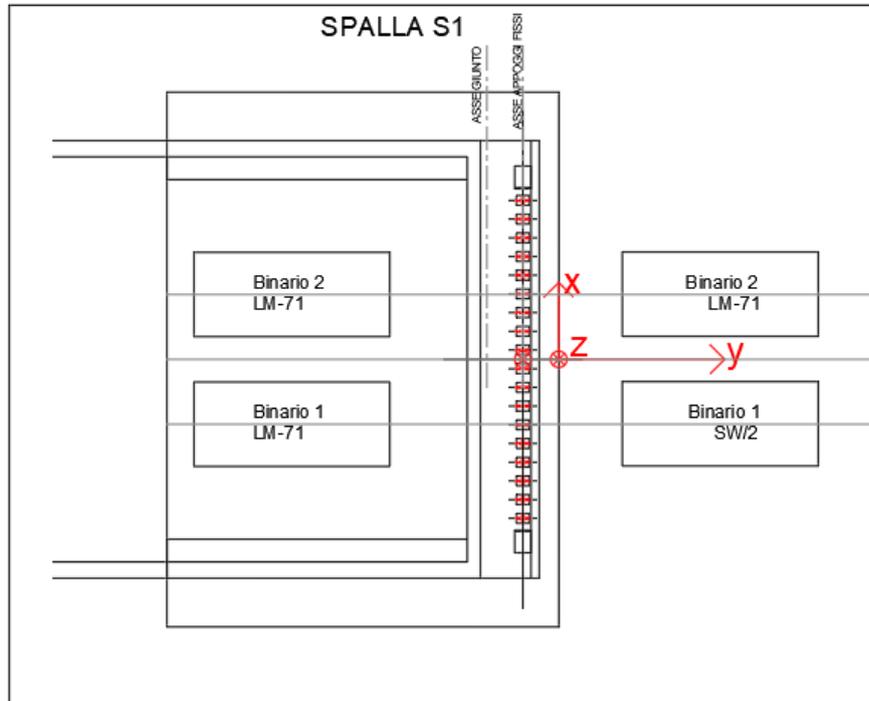
Nella figura successiva vengono riportati gli schemi considerati:



**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	40

TRAFFICO-2



TRAFFICO-3

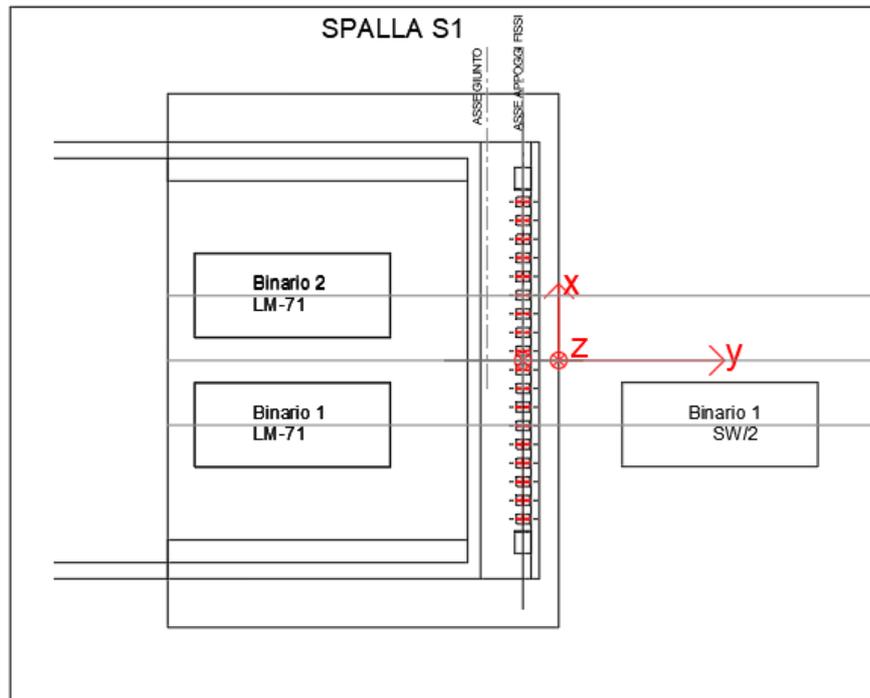


Figura 11 – Schemi di contemporaneità dei treni sui binari

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	41

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
2	Primo	1,0 (LM 71''+"SW/0)	-	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71''+"SW/0)	-	1,0 (LM 71''+"SW/0)
≥3	Primo	1,0 (LM 71''+"SW/0)	0,75 (LM 71''+"SW/0)	1,0 SW/2
	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 12 – Carichi mobili da considerare nel caso di strutture a più binari

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	42

7.6 AZIONI ECCEZIONALI (A)

7.6.1 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.

7.6.1.1 Impalcato a travi incorporate di luce $L=20\text{ m}$

7.6.1.1.1 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 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.

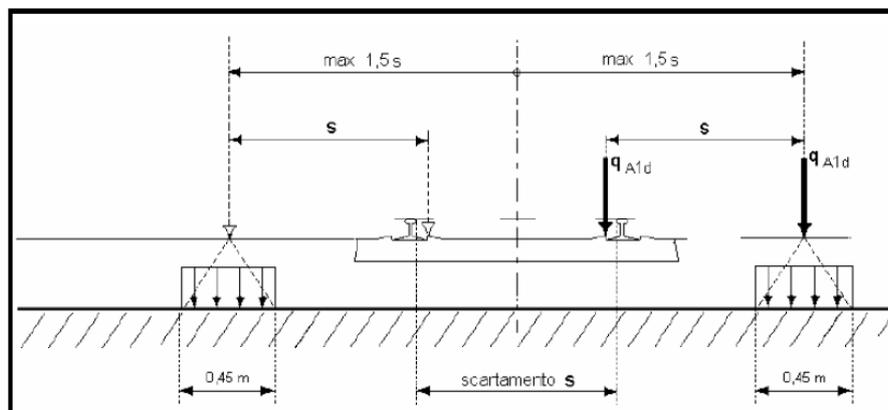
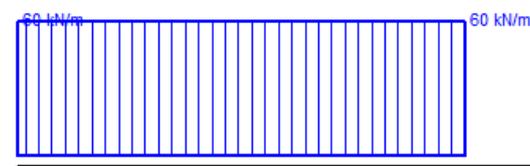


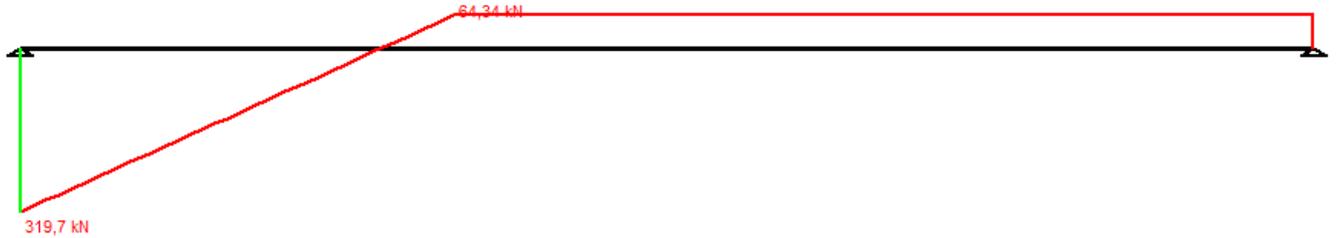
Figura 5.2.12 - Caso 1

Figura 13 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 1

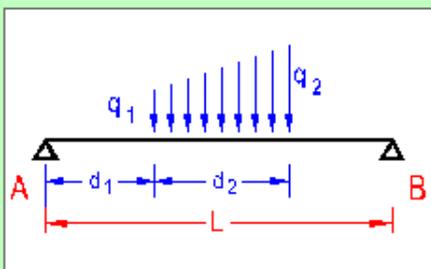
Gli effetti sui singoli impalcati indotti dalle azioni da traffico vengono valutati nella condizione di massimo taglio all'appoggio mediante dei carichi equivalenti taglianti, come di seguito riportato.



MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	43



Titolo : _____



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**

Luce m J cm⁴ Sezione

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="319,7"/>	RB	<input type="text" value="64,34"/>

Φ _A	[rad]	<input type="text" value="0,001572"/>	Φ _B	<input type="text" value="0,001071"/>
max M+		<input type="text" value="851,5"/>	x max M+	<input type="text" value="5,348"/>
max M-		<input type="text" value="0"/>	x max M-	<input type="text" value="0"/>
f max	m	<input type="text" value="0,007647"/>	x f max	<input type="text" value="8,404"/>

Diagrammi

Visualizza

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="319,7"/>	<input type="text" value="0"/>

N° sezioni di calcolo

Figura 14 – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 1

$$V_{\max} = 319.7 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 326 / (21.20/2) = 33.48 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = q'_v * L/2 = 33.48 * 19.10/2 = 319.7 \text{ kN}$$

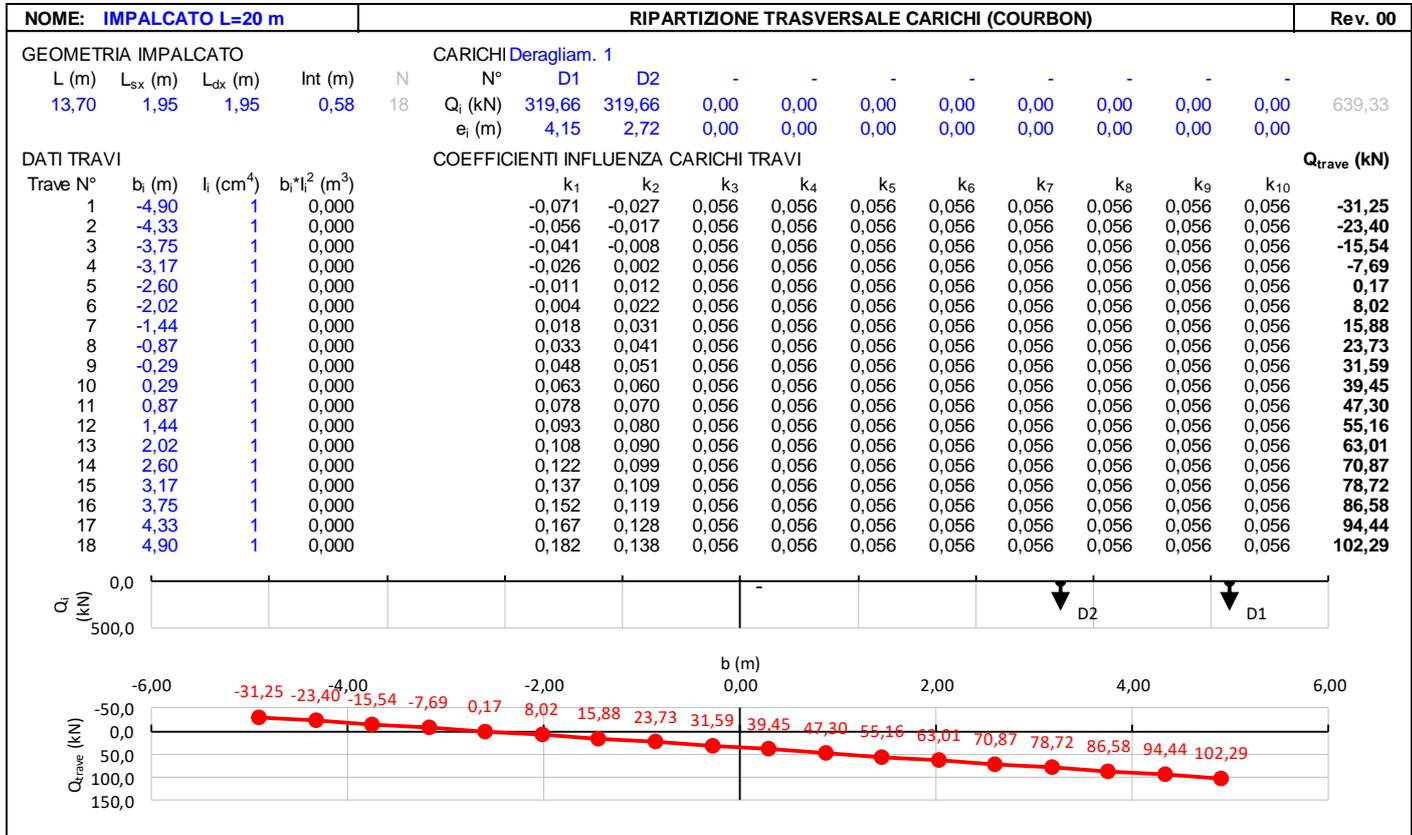
$$Q_1 = q'_v * L/2 = 33.48 * 19.10/2 = 319.7 \text{ kN}$$

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 & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.p.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	44



7.6.1.1.2 Caso 2

Si considera un unico carico lineare $q_{A2d} = 80 \text{ kN/m} \times 1,4$ esteso per 19,10 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.

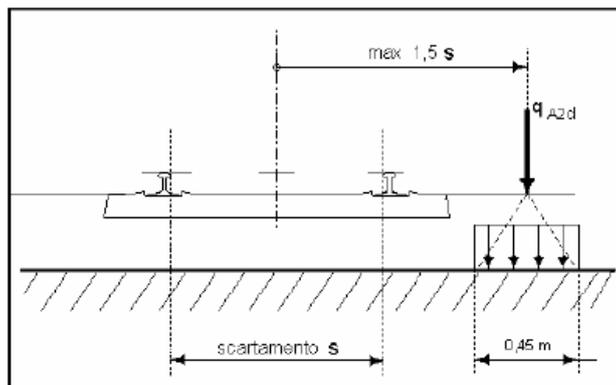
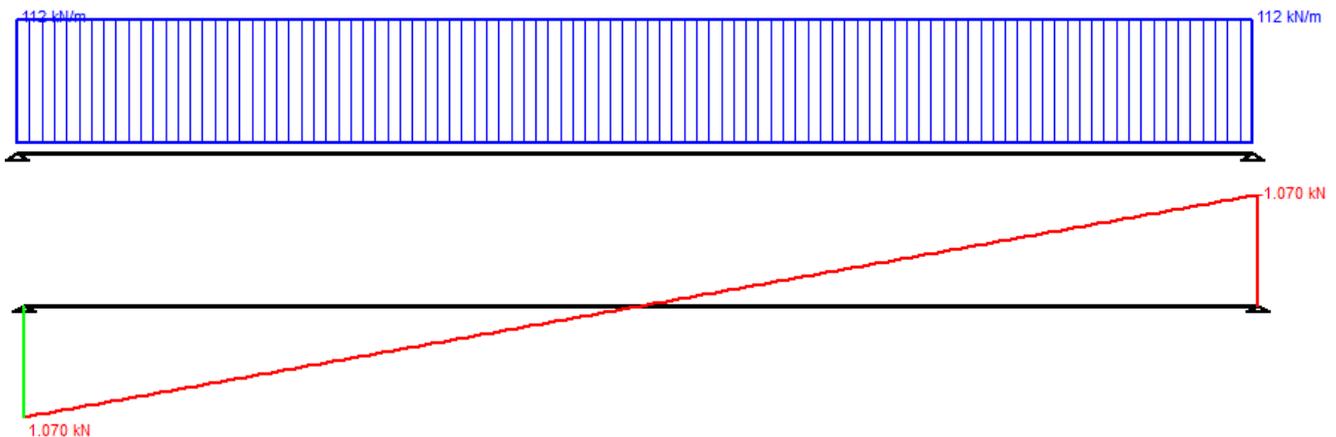


Figura 5.2.13 - Caso 2

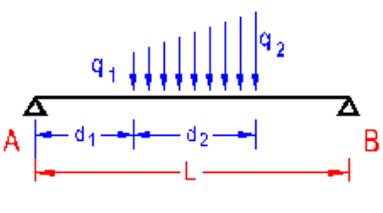
Figura 15 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 2

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 06 04			PROGR 001	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 seguiti riportato.



Titolo : _____



Vincoli

App. - App.

Inc. - Inc.

Inc. - App.

Mensola

Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI **Zoom**

N°	q1	q2	d1	d2
1	112	112	0	19,1

N° Carichi CONCENTRATI **Zoom**

N° Coppie CONCENTRATE **Zoom**

Luca m **J** cm⁴ **Sezione**

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="1.070"/>	RB	<input type="text" value="1.070"/>
ΦA	[rad]	<input type="text" value="0,009431"/>	ΦB	<input type="text" value="0,009431"/>
max M+		<input type="text" value="5.107"/>	x max M+	<input type="text" value="9,55"/>
max M-		<input type="text" value="0"/>	x max M-	<input type="text" value="0"/>
f max	m	<input type="text" value="0,05628"/>	x f max	<input type="text" value="9,55"/>

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="1.070"/>	<input type="text" value="0"/>

N° sezioni di calcolo **Calcola**

Diagrammi

Visualizza

Figura 16 – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 2

$$V_{\max} = 1070 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 1070 / (19.10/2) = 112 \text{ kN/m}$$

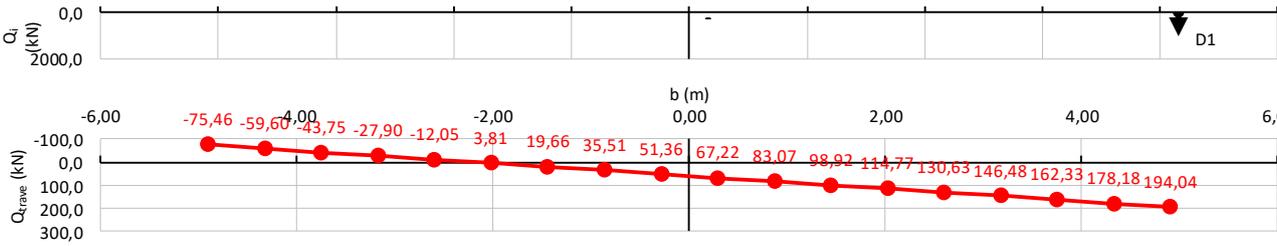
$$Q_1 = q'_v \cdot L/2 = 112 \cdot 19.10/2 = 1070 \text{ kN}$$

Carico equivalente tagliante

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	46

NOME: IMPALCATO L=20 m				RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)										Rev. 00	
GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI Deragliam. 2											
L (m)	L _{sx} (m)	L _{dx} (m)	Int (m)	N	N°	D1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13,70	1,95	1,95	0,58	18	Q _i (kN)	1067,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1067,23
DATI TRAVI				COEFFICIENTI INFLUENZA CARICHI TRAVI										Q _{trave} (kN)	
Trave N°	b _i (m)	I _i (cm ⁴)	b _i *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	-4,90	1	0,000	-0,071	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	-75,46	
2	-4,33	1	0,000	-0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	-59,60	
3	-3,75	1	0,000	-0,041	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	-43,75	
4	-3,17	1	0,000	-0,026	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	-27,90	
5	-2,60	1	0,000	-0,011	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	-12,05	
6	-2,02	1	0,000	0,004	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	3,81	
7	-1,44	1	0,000	0,018	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	19,66	
8	-0,87	1	0,000	0,033	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	35,51	
9	-0,29	1	0,000	0,048	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	51,36	
10	0,29	1	0,000	0,063	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	67,22	
11	0,87	1	0,000	0,078	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	83,07	
12	1,44	1	0,000	0,093	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	98,92	
13	2,02	1	0,000	0,108	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	114,77	
14	2,60	1	0,000	0,122	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	130,63	
15	3,17	1	0,000	0,137	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	146,48	
16	3,75	1	0,000	0,152	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	162,33	
17	4,33	1	0,000	0,167	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	178,18	
18	4,90	1	0,000	0,182	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	194,04	



7.6.1.1.3 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								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	47

7.7 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI (Q)

7.7.1 Azioni da traffico ferroviario (Q₁)

Sopra il profilo di monte della spalla si applicano le pressioni verticali derivanti dal transito ferroviario esterno. Come da normativa, si ipotizza come larghezza totale transitabile il tratto di profilo dove i carichi possono interagire con l'opera di sostegno, ovvero al di sopra della fondazione e all'interno del cuneo di spinta del terreno sulla parete.

Considerando caricati entrambi i binari, si valuta come carico accidentale associato una pressione uniforme media, come di seguito esposto:

$$q = \frac{1}{L_T \cdot L_L} \cdot \sum_1^n Q_i$$

pressione uniforme media sull'area caricata $L_T \cdot L_L$

$$L_L = 6.40 \text{ m}$$

lunghezza longitudinale interessata dai carichi

(lunghezza fondazione di monte spalla, comprensiva del cuneo di spinta del terreno)

$$L_T = 13.50 \text{ m}$$

larghezza trasversale transitabile (larghezza spalla)

Spalla S1

$$q = 1/(6.40 \cdot 13.50) \cdot (4 \cdot 250) \cdot 2 = 23.15 \text{ kPa}$$

Si ha pertanto una spinta a riposo distribuita sull'altezza libera fuori terra della spalla e di larghezza pari alle elevazioni spalle.

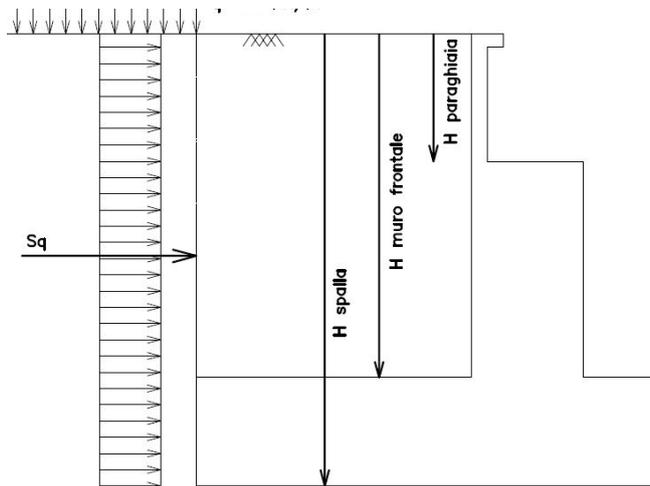


Figura 17: Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

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								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	48

7.7.1.1 Azione da traffico ferroviario sul muro paraghiaia

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

$$b = (0.80 - 0.26) / 4 * 2 + 2.40 = 2.67 \text{ m}$$

laddove si sono considerate le seguenti caratteristiche geometriche:

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

Si considerano i carichi relativi al modello SW/2 visto che rappresentano una condizione più gravosa rispetto al modello di carico LM71, i cui vengono distribuiti secondo lo schema di Fig. 5.2.4 al §5.2.2.3.1.4 delle NTC2008.

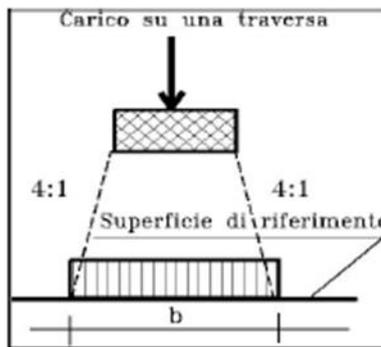


Fig. 5.2.4 - Distribuzione longitudinale dei carichi attraverso il ballast

In accordo con quanto riportato al par. 7.5.1 della presente relazione, si moltiplicano i valori dei carichi per il coefficiente di adattamento, ottenendo quindi:

TRENO SW/2

$$Q1 = 150 \text{ kN/m} * 1.0 = 150.00 \text{ kN/m}$$

Valore amplificato del carico longitudinale q_{vk}

L'eccentricità non è da considerarsi per il caso di treno di carico SW/2, per il quale quindi si effettua la ripartizione semplicemente dividendo il valore $q1$ per la lunghezza $b = 2.67 \text{ m}$, risultando dunque in una distribuzione di tensioni sul muro paraghiaia pari a:

$$\sigma = 150.00 \text{ kN/m} / 2.67 \text{ m} = 56.18 \text{ kN/m}$$

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	49

7.7.2 Forza centrifuga (Q₄)

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

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

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

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

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

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

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

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

V velocità di progetto, espressa in km/h

f fattore di riduzione

R raggio di curvatura, espresso in m

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

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	50

NOME: IMPALCATO L=20 m				CALCOLO FORZA CENTRIFUGA				Rev. 00	
DATI DEL PROGETTO									
V (km/h)	200	Velocità di progetto		Distanza PF/appoggi (m)		2,10			
R (m)	5000	Raggio di curvatura							
L _f (m)	10,00	Lunghezza di binario carico							
TRENO LM71 e SW/0				TRENO SW/2					
Q _{vk} (kN)	1256,0			Q _{vk} (kN)	1433,0	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 (-)	0,784	1,000		f (-)	1,00	Fattore di riduzione			
q _{tk} (kN/m)	62,05	31,33							
Q _{4,c} (kN)	62,0			Q _{4,c} (kN)	22,6	Forza centrifuga caratt. trasversale			
M _{4,c} (kNm)	130,3			M _{4,c} (kNm)	47,4	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 impalcato indotti dall'azione di serpeggio, nelle varie combinazioni di carico accidentale ferroviario associate, vengono valutati secondo il modello FEM dell'impalcato di luce L=20m al cui si rimanda per ulteriori dettagli.

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	51

7.7.3 Azione laterale serpeggio (Q_5)

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

L'azione laterale associata al serpeggio è definita al par. 1.4.3.2 delle Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari, che riprende il par. 5.2.2.4.2 delle NTC 2008, ed equivale ad una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario, del valore di 100 kN. Tale valore deve essere moltiplicato per il coefficiente di adattamento α .

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dall'azione di serpeggio, nelle varie combinazioni di carico accidentale ferroviario associate, vengono valutati secondo il modello FEM dell'impalcato di luce $L=20m$ al cui si rimanda per ulteriori dettagli.

NOME: IMPALCATO L=20 m		CALCOLO FORZA SERPEGGIO		Rev. 00
Q_{serp} (kN)	100,0	Azione caratteristica di serpeggio	Distanza PF/appoggi (m)	2,10
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)	231,0	M_{tk} (kNm)	210,0	Momento torcente forza serpeggio caratt.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	52

7.7.4 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

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

Frenatura

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

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

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=20 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA		Rev. 00
L calcolo (m)	19,10	Lunghezza tra appoggi	Distanza PF/appoggi (m)	2,10
L (m)	20,00	Lunghezza di binario carico		
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
α (-)	1,10	α (-)	1,00	
Q_{3f} (kN)	440,0	Q_{3f} (kN)	700,0	Forza frenatura caratt. longitudinale
V_{3f} (kNm)	48,4	V_{3f} (kNm)	77,0	Forza frenatura caratt. verticale
Q_{3a} (kN)	726,0	Q_{3a} (kN)	660,0	Forza avviamento caratt. longitudinale
V_{3a} (kNm)	79,8	V_{3a} (kNm)	72,6	Forza avviamento caratt. verticale

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dall'azione di serpeggio, nelle varie combinazioni di carico accidentale ferroviario associate, vengono valutati secondo il modello FEM dell'impalcato di luce L=20m al cui si rimanda per ulteriori dettagli.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	53

7.8 AZIONE DEL VENTO (Q₆)

Nome	Tipo	Y _Q	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
		(Fav / Sfav)			
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:

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

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

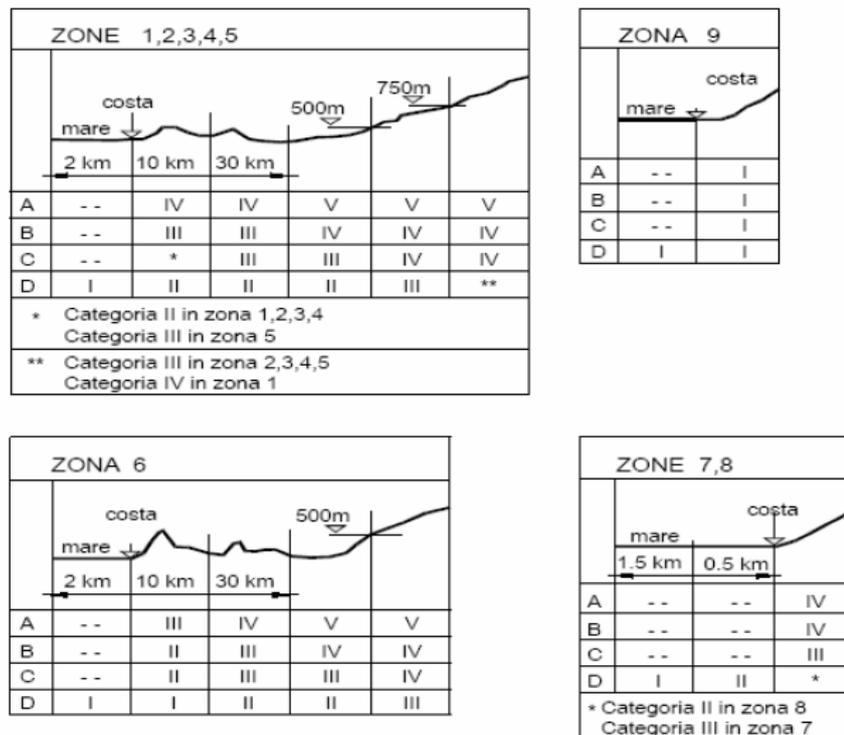


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	54

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

Categoria di esposizione del sito	K_r	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

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	55

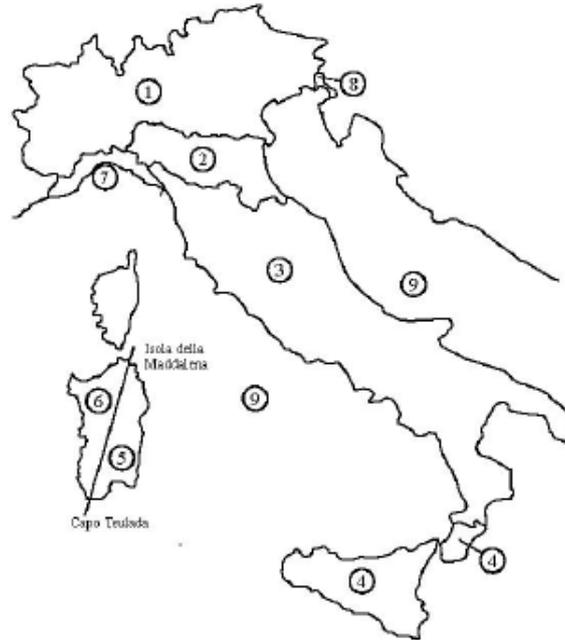


Fig. 3.3.1 - Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Figura 18 - Zone caratterizzate da diversi valori della velocità di riferimento

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

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

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	56

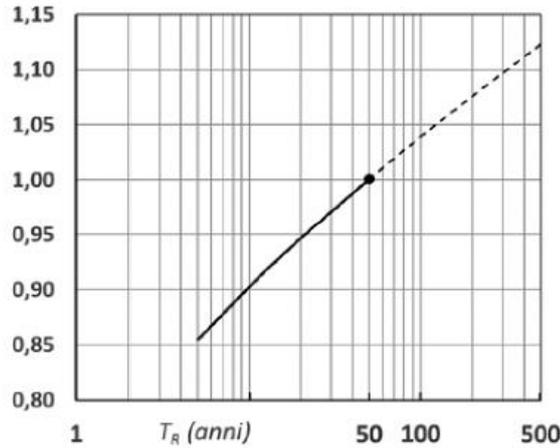


Figura C3.3.1 – Valori del coefficiente α_R in funzione del periodo di ritorno T_R (asse in scala logaritmica),

Figura 19 - Diagramma del coefficiente di ritorno α_R in funzione del periodo di ritorno T_R

7.8.1 Azione del vento impalcato

NOME: IMPALCATO L=20m		CALCOLO AZIONE VENTO IMPALCATO NTC08		Rev. 00	
PARAMETRI VENTO DI PROGETTO		DATI GEOMETRICI IMPALCATO			
Zona	3 (Tab.3.I)	h_{tot} (m)	6,79	Altezza impalcato	
$v_{b,0}$ (m/s)	27,00	Velocità base liv. mare (Tab.3.I)	d (m)	13,70	Larghezza impalcato
c_a	1,00	Coeff. altitudine	d/ h_{tot}	2,02	(§G.11.1)
v_b (m/s)	27,00	Velocità base riferimento vento	z (m)	20,00	Altezza dal suolo impalcato
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)	27,00	Velocità riferimento vento	q_b (Pa)	456	Pressione cinetica di riferimento (N/m ²)
k_a	0,02	Fattore altitudine (Tab.3.I)	φ	1,00	
a_s (m s.l.m.)	20	Altitudine sito	c_f	1,40	
a_0 (m s.l.m.)	500	Altitudine base (Tab.3.I)	c_d	1,00	
Categoria	2 (Tab. 3.II - 3.III)		p_c (kN/m ²)	1,79	Pressione del vento
k_r	0,19	Fattore terreno (Tab.3.II)			
z_{min} (m)	4,00	Altezza minima (Tab.3.II)			
z_0 (m)	0,05	Altezza rugosità (Tab.3.II)			
c_t	1,00	Coeff. topografico			

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dall'azione del vento vengono valutati secondo una lunghezza di influenza di mezza campata, si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 20 m, i quali determinano delle reazioni verticali che equilibrano le azioni sollecitanti torcenti generate dai carichi orizzontali, per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato in travi in acciaio incorporate di luce L=20 m. In seguito, si riporta un riepilogo delle reazioni totali sui singoli appoggi.

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	57

Nome	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	V ₉	V ₁₀	V ₁₁	V ₁₂	V ₁₃	V ₁₄	V ₁₅	V ₁₆	V ₁₇	V ₁₈
V vento	-0,89	-0,78	-0,68	-0,57	-0,47	-0,36	-0,26	-0,16	-0,05	0,05	0,16	0,26	0,36	0,47	0,57	0,68	0,78	0,89
Nome	M _{t1}	M _{t2}	M _{t3}	M _{t4}	M _{t5}	M _{t6}	M _{t7}	M _{t8}	M _{t9}	M _{t10}	M _{t11}	M _{t12}	M _{t13}	M _{t14}	M _{t15}	M _{t16}	M _{t17}	M _{t18}
M _t vento	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Nome	F _{t1}	F _{t2}	F _{t3}	F _{t4}	F _{t5}	F _{t6}	F _{t7}	F _{t8}	F _{t9}	F _{t10}	F _{t11}	F _{t12}	F _{t13}	F _{t14}	F _{t15}	F _{t16}	F _{t17}	F _{t18}
F _t vento	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11

7.8.2 Azioni del vento muro d'ala

Per la valutazione delle azioni agenti sul muro d'ala, si considera la risultante dell'azione del vento su una barriera alta 5m. Inoltre, questa azione comprende le azioni aerodinamiche, per la cui 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 a trave incorporate di luce L=20 m, in cui è stata considerata una pressione totale di 1.99 kN/m².

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	58

7.9 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.

7.9.1 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 Chieti / Chieti (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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	59

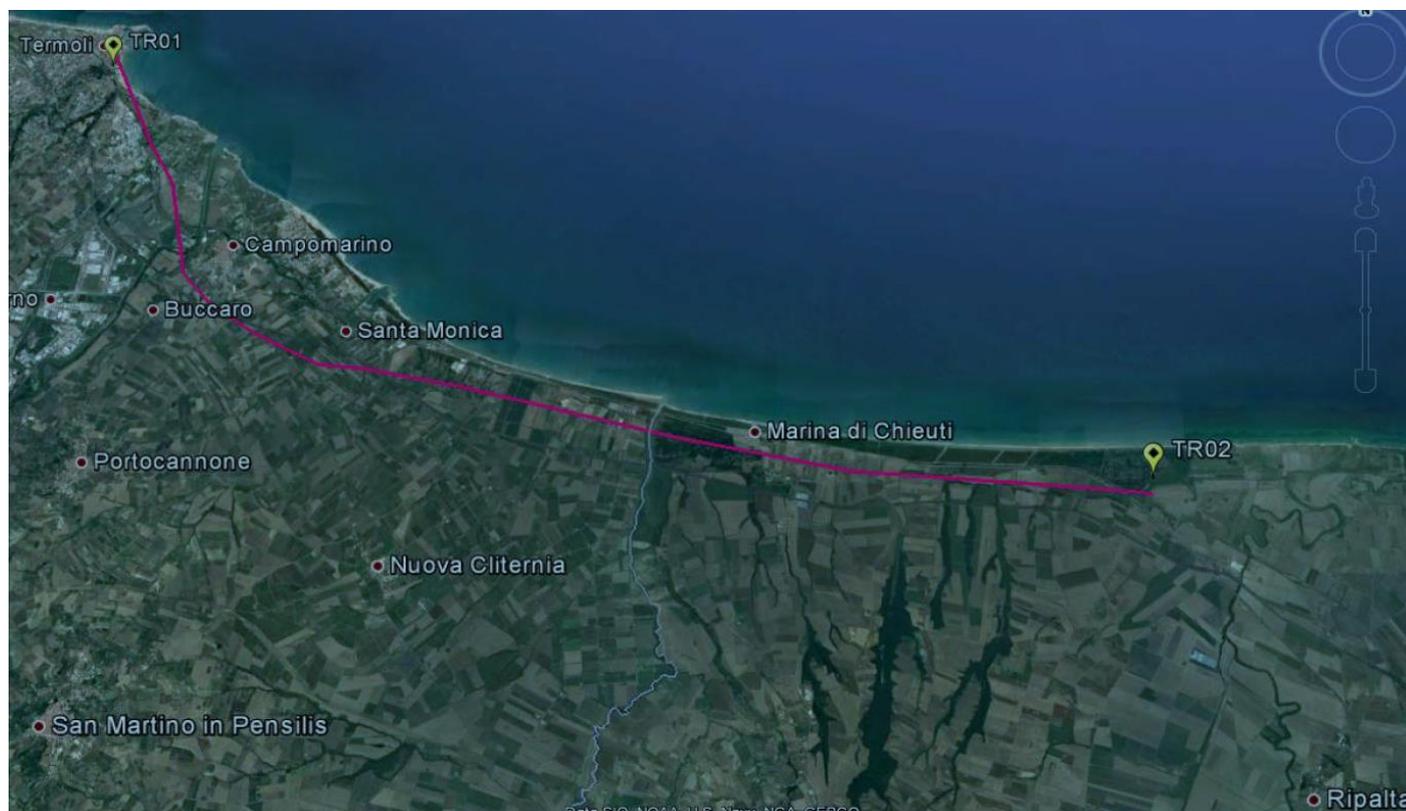


Figura 20- Configurazione planimetrica tracciato

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 sismiche, 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								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	60

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 $V \geq 250$ 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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	61

invece una parte della resistenza e rigidezza 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

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

7.9.2 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 "C"

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 180 m/s e 360 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
B	$1.0 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	62

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 sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. 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 $S_d(T) \geq 0,2a_g$.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	63

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 $q = 1.00$.

7.9.2.1 *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.

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:

$$\lambda(\alpha) = \begin{cases} 1.00 & \alpha \geq 3.00 \\ (\alpha/3)^{0.5} & 3.00 > \alpha \geq 1.00 \end{cases}$$

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	64

$$\alpha = L/H$$

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 $q_0 = 1.50$.

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	65

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limiSLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,224 g
F_q	2,482
T_c	0,352 s
S_s	1,366
C_c	1,482
S_T	1,000
q	1,500

Parametri dipendenti

S	1,366
η	0,667
T_B	0,174 s
T_C	0,522 s
T_D	2,498 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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	0,307
$T_B \leftarrow$	0,174	0,507
$T_C \leftarrow$	0,522	0,507
	0,616	0,430
	0,710	0,373
	0,804	0,329
	0,898	0,295
	0,992	0,267
	1,086	0,244
	1,180	0,224
	1,274	0,208
	1,369	0,193
	1,463	0,181
	1,557	0,170
	1,651	0,160
	1,745	0,152
	1,839	0,144
	1,933	0,137
	2,027	0,131
	2,121	0,125
	2,216	0,119
	2,310	0,115
	2,404	0,110
$T_D \leftarrow$	2,498	0,106
	2,569	0,100
	2,641	0,095
	2,712	0,090
	2,784	0,085
	2,855	0,081
	2,927	0,077
	2,999	0,074
	3,070	0,070
	3,142	0,067
	3,213	0,064
	3,285	0,061
	3,356	0,059
	3,428	0,056
	3,499	0,054
	3,571	0,052
	3,642	0,050
	3,714	0,048
	3,785	0,046
	3,857	0,045
	3,928	0,045
	4,000	0,045

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

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	66

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limiteSLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gr}	0,144 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,587
S	1,000
η	1,000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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	0,144
T_B	0,050	0,356
T_C	0,150	0,356
	0,235	0,227
	0,320	0,167
	0,405	0,132
	0,490	0,109
	0,575	0,093
	0,660	0,081
	0,745	0,072
	0,830	0,064
	0,915	0,058
T_D	1,000	0,053
	1,094	0,045
	1,188	0,038
	1,281	0,033
	1,375	0,028
	1,469	0,025
	1,563	0,022
	1,656	0,019
	1,750	0,017
	1,844	0,016
	1,938	0,014
	2,031	0,013
	2,125	0,012
	2,219	0,011
	2,313	0,010
	2,406	0,009
	2,500	0,009
	2,594	0,008
	2,688	0,007
	2,781	0,007
	2,875	0,006
	2,969	0,006
	3,063	0,006
	3,156	0,005
	3,250	0,005
	3,344	0,005
	3,438	0,005
	3,531	0,004
	3,625	0,004
	3,719	0,004
	3,813	0,004
	3,906	0,004
	4,000	0,003

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	67

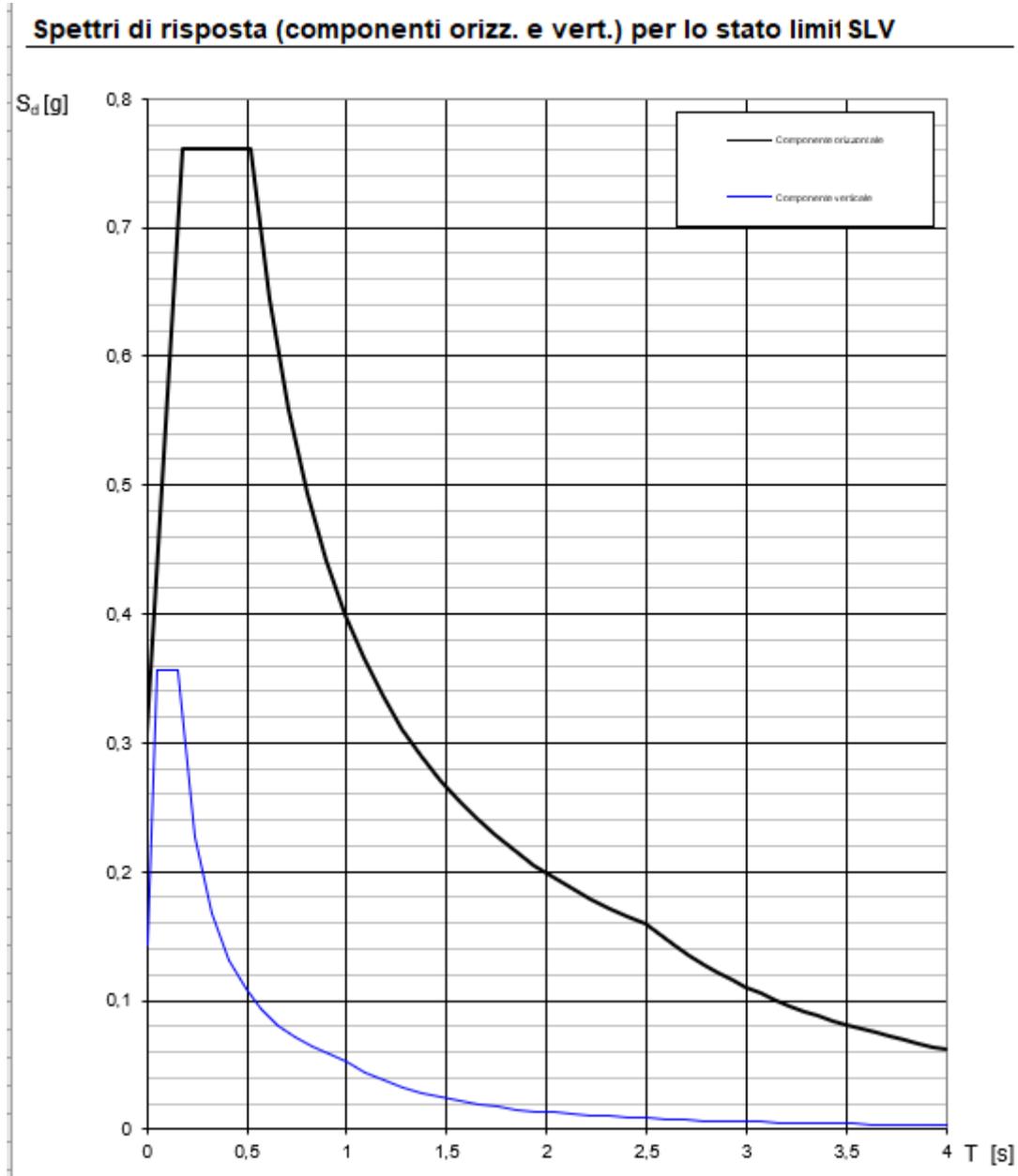


Figura 21 – Spettri di risposta elastici (componente orizzontale e verticale)

In accordo con le prescrizioni normative, lo spettro di risposta elastico è stato considerato solo ai fini della valutazione delle azioni in fondazione e per la valutazione delle azioni sugli apparecchi di appoggio.

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	68

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

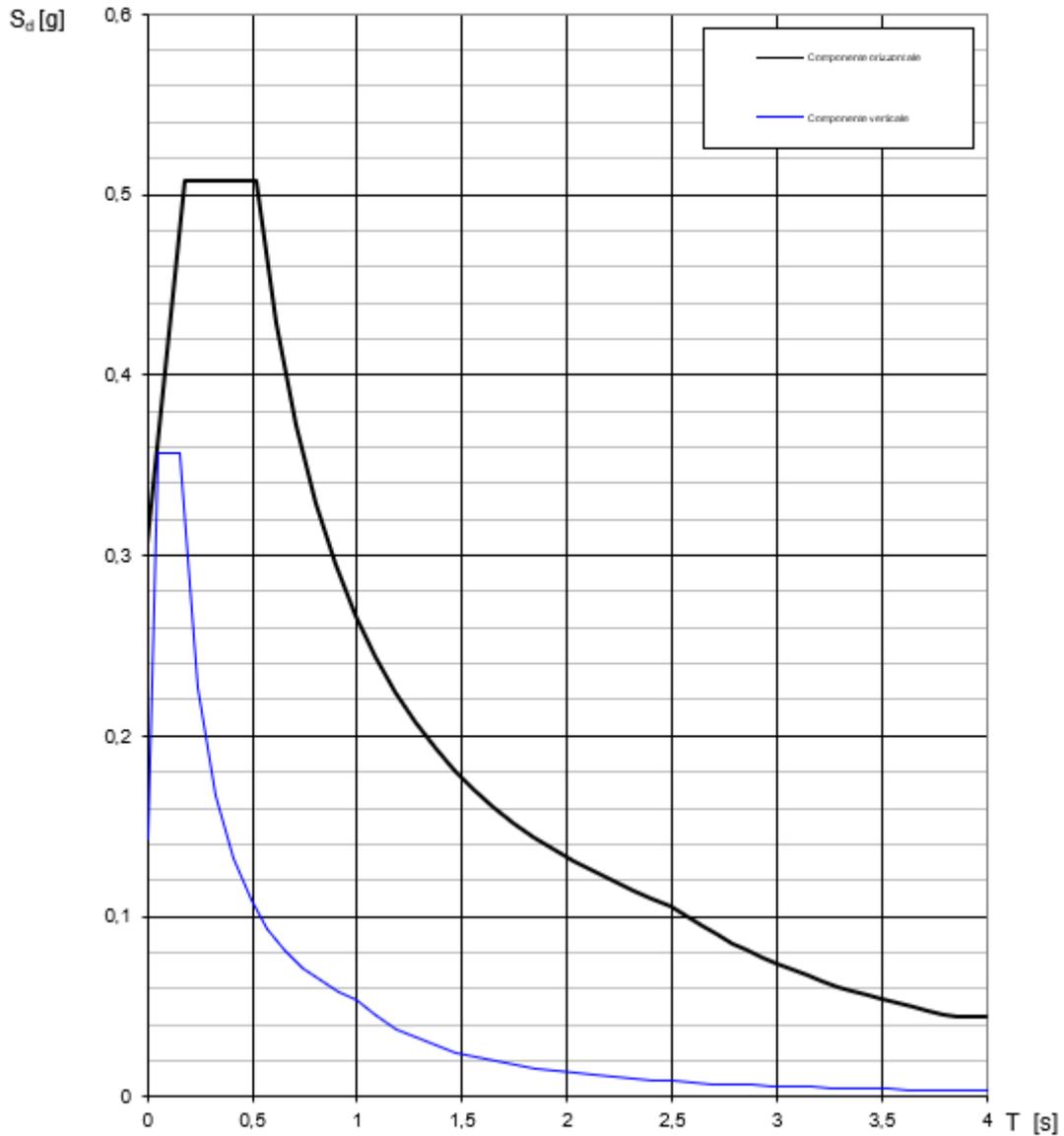


Figura 22 - Spettri di risposta di progetto (componente orizzontale e verticale)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	69

7.9.3 Amplificazione sismica di progetto

7.9.3.1 Metodo pseudostatico per muri

Con riferimento al § 7.11.6.2 delle NTC 2008 si esegue l'analisi con il metodo pseudostatico, dove l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

La deformabilità della parete viene tenuta in conto mediante dei coefficienti riduttivi correlati al massimo spostamento u_s che l'opera di altezza complessiva H , può ammettere senza riduzioni di resistenza ($u_{s,max}$) e tale per cui sia verificata l'ipotesi di riduzione dell'azione sismica per duttilità strutturale ($u_{s,min}$).

$k_v = \beta_m \cdot S_S \cdot S_T \cdot a_g / g$	coefficiente sismico orizzontale
$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$	coefficiente sismico verticale (di solito non considerato nelle paratie)
$S_S = 1.404$	coefficiente di amplificazione stratigrafica orizzontale
$S_T = 1.00$	coefficiente di amplificazione topografica
a_g	accelerazione massima attesa al sito per lo Stato Limite considerato
$g = 9.81 \text{ m/s}^2$	accelerazione di gravità
$\beta_m = 1.00$	(per muri non liberi di seguire spostamenti relativi rispetto al terreno, vedi §7.11.6.2.1 delle NTC2008)

Si aggiunge che, secondo le NTC2018, i valori del coefficiente β_m possono eventualmente essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di Figura 7.11.3 di cui al successivo §7.11.6.3.2 (coefficiente delle spinte β_m vs spostamenti orizzontali massimi u_s).

Secondo il §3.10.3.1 del MdP del Corpo Stradale si ha infatti che:

“Nelle analisi di muri su pali eseguite con il metodo pseudostatico, i valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali, nelle verifiche allo stato limite ultimo, potranno essere assunti come definito al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC 2018 adottando coefficiente β_m unitario.”

7.9.3.2 Azioni inerziali masse

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:

$E_h = G \cdot S_e(T)$	azione inerziale orizzontale
$E_v = G \cdot S_{ve}(T)$	azione inerziale verticale

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 (permanententi, terreno)
Q_{kj}	masse dei carichi accidentali

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	70

$\Psi_{2j} = 0.2$ 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 :

$E_x = G \cdot k_h$ azione inerziale orizzontale

$E_y = G \cdot k_v$ azione inerziale verticale

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

7.9.4 Sovrappinte dinamiche del terreno

I valori delle spinte vengono computate automaticamente dai software secondo le metodologie seguenti, per ulteriori approfondimenti si rimanda direttamente al manuale d'uso.

7.9.4.1 Azioni inerziali masse

Le sovrappinte $\Delta S_{ah,E}$ sono calcolate in spinta attiva secondo il metodo di Mononome-Okabe:

$$\Delta S_{ah,E} = S_{ah,E} - S_{ah}$$

$$S_{ah} = \frac{1}{2} \cdot \gamma^* \cdot H^2 \cdot K_a \quad \text{spinta attiva statica sulla parete}$$

$$S_{ah,E} = \frac{1}{2} \cdot \gamma^* \cdot (1 \pm k_v) \cdot H^2 \cdot K_{aE} \quad \text{spinta attiva sismica sulla parete}$$

$$K_{aE} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos\theta \cdot \text{sen}^2\psi \cdot \text{sen}(\psi - \theta - \delta) \left[1 + \frac{\sqrt{\text{sen}(\rho + \delta) \cdot \text{sen}(\rho - \beta - \theta)}}{\sqrt{\text{sen}(\psi - \theta - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2} \quad \text{coeff. spinta att. sismica (M-O)}$$

K_a coefficiente di spinta attiva statico

$H^* = H + \Delta H$ altezza della parete di spinta dal fondo scavo

$\Delta H = 0$ incremento dell'altezza della parete di spinta dal fondo scavo

$\gamma^*(z)$ peso specifico del terreno

φ angolo attrito del terreno

δ attrito tra terreno e parete

$\psi = 90^\circ$ angolo tra parete di spinta e piano orizzontale

β angolo inclinazione tra profilo e piano orizzontale

k_h coefficiente di amplificazione orizzontale

k_v coefficiente di amplificazione verticale

$\Theta = \arctan(k_h / (1 \pm k_v))$ terreni sopra falda $\gamma^* = \gamma_{sat}$

$\Theta = \arctan(k_h / (1 \pm k_v)) \cdot (\gamma_{sat} / (\gamma_{sat} - \gamma_w))$ terreni sotto falda $\gamma^* = \gamma'$

Restando a favore della sicurezza, la risultante $\Delta S_{ah,E}$ viene applicata su tutta l'altezza H^* come una pressione orizzontale distribuita $\Delta \sigma_{h,E}$ pari a:

$$\Delta \sigma_{h,E} = \Delta S_{ah,E} / H^*$$

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	71

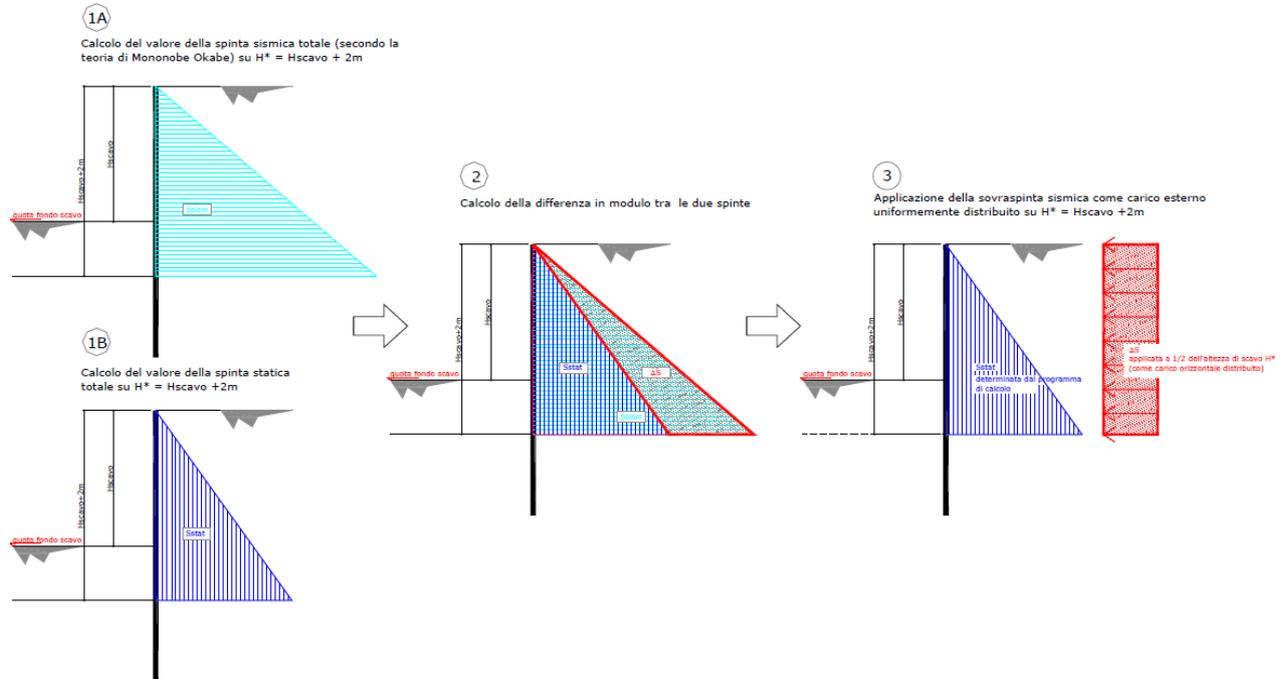


Figura 23 - Schema di calcolo sovraspinte dinamiche terreno

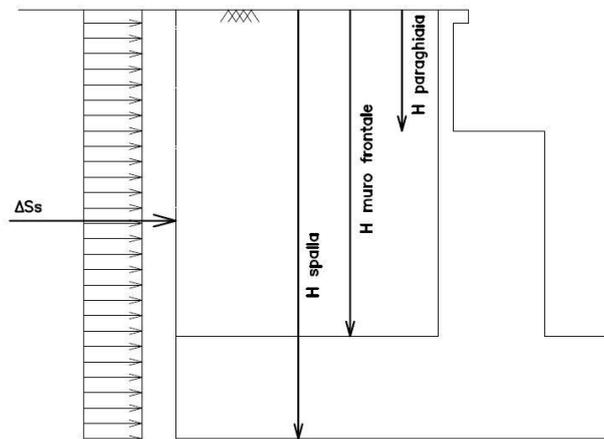


Figura 24: Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica

7.9.4.2 Spinta attiva in Excel®

Si adotta la formulazione del metodo di Mononome-Okabe prima descritto.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	72

7.10 VARIAZIONI TERMICHE (Q₇)

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 $\pm 15^\circ$, ai fini della valutazione delle escursioni dei giunti e degli appoggi mobili viene incrementata del 50% per una variazione totale di calcolo di $\pm 22.5^\circ\text{C}$.

7.11 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 $f = 3\%$.

$$Q_8 F_{a,G} = f \cdot (\sum V_{G,i})$$

$$Q_8 F_{a,Q} = f \cdot (\sum V_{Q,i})$$

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	74

IMPALCATO L=20m	Lato Appoggi Scorrevoli																													
	Appoggio 28 (UL)			Appoggio 29 (UL)			Appoggio 30 (UL)			Appoggio 31 (UL)			Appoggio 32 (M)			Appoggio 33 (M)			Appoggio 34 (M)			Appoggio 35 (M)			Appoggio 36 (M)					
	y (m)	x (m)	z (m)	y (m)	x (m)	z (m)	y (m)	x (m)	z (m)	y (m)	x (m)	z (m)	y (m)	x (m)	z (m)	y (m)	x (m)	z (m)	y (m)	x (m)	z (m)	y (m)	x (m)	z (m)	y (m)	x (m)	z (m)			
	0,00	0,29	-0,12	0,00	0,87	-0,12	0,00	1,44	-0,12	0,00	2,02	-0,12	0,00	2,60	-0,12	0,00	3,17	-0,12	0,00	3,75	-0,12	0,00	4,33	-0,12	0,00	4,90	-0,12			
	L	T	V	L	T	V	L	T	V	L	T	V	L	T	V	L	T	V	L	T	V	L	T	V	L	T	V	L	T	V
	[kN]			[kN]			[kN]			[kN]			[kN]			[kN]			[kN]			[kN]			[kN]					
Permanenti																														
G1 (peso proprio)	0	0	164	0	0	164	0	0	164	0	0	164	0	0	164	0	0	164	0	0	164	0	0	164	0	0	164	0	0	539
Ballast																														
G2,1 (ballast)	0	0	78	0	-1	78	0	-2	78	0	-2	78	0	0	77	0	0	75	0	0	73	0	0	65	0	0	41			
Perm. non strutturali																														
G2,2 (velette)	0	1	4	0	1	4	0	2	4	0	3	4	0	0	4	0	0	2	0	0	8	0	0	-9	0	0	70			
G2,3 (arredi)	0	0	9	0	1	9	0	2	10	0	3	9	0	0	10	0	0	10	0	0	16	0	0	10	0	0	78			
G2,4 (barriere)	0	1	9	0	2	9	0	3	9	0	5	8	0	0	9	0	0	7	0	0	19	0	0	-10	0	0	136			
Q8 Fa,G (attrito)	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	7	0	0	26	0	0			
Accidentali da traffico																														
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	54	0	0	56	0	0	39	0	0	-185	0	0	126	0	0	56	0	0	34	0	0	19	0	0	-80			
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	64	0	0	76	0	0	99	0	0	298	0	0	10	0	0	71	0	0	78	0	0	77	0	0	128			
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	63	0	0	68	0	0	49	0	0	-221	0	0	154	0	0	70	0	0	44	0	0	25	0	0	-98			
Q3,a B1-SW2 (avv)	0	0	-4	0	0	1	0	0	-3	0	0	-84	0	0	47	0	0	13	0	0	3	0	0	0	0	0	-8			
Q3,a B1-LM71 (avv)	0	0	-4	0	0	1	0	0	-3	0	0	-93	0	0	52	0	0	14	0	0	3	0	0	1	0	0	-9			
Q3,a B2-LM71 (avv)	0	0	-4	0	0	1	0	0	-3	0	0	-93	0	0	52	0	0	14	0	0	3	0	0	1	0	0	-9			
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-4	0	0	1	0	0	-3	0	0	-89	0	0	50	0	0	14	0	0	3	0	0	1	0	0	-8			
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-2	0	0	0	0	0	-2	0	0	-56	0	0	31	0	0	9	0	0	2	0	0	0	0	0	-5			
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-2	0	0	0	0	0	-2	0	0	-56	0	0	31	0	0	9	0	0	2	0	0	0	0	0	-5			
Q4 B1-SW2 (centr)	0	4	0	0	4	1	0	3	0	0	3	-11	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-6			
Q4 B1-LM71 (centr)	0	5	0	0	4	-1	0	4	0	0	4	12	0	0	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7			
Q4 B2-LM71 (centr)	0	5	0	0	4	1	0	4	0	0	4	-12	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-7			
Q5 B1-SW2 (serp)	0	7	0	0	7	1	0	7	0	0	6	-15	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-6			
Q5 B1-LM71 (serp)	0	8	0	0	8	-1	0	8	0	0	7	16	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7			
Q5 B2-LM71 (serp)	0	8	0	0	8	1	0	8	0	0	7	-16	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-7			
Q8 Fa,Q (attrito)	2	0	0	2	0	0	3	0	0	9	0	0	5	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	4	0	0			
Effetti ambientali																														
Q6 (vento)	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	0	0	-38	0	0	12	0	0	1	0	0	-2	0	0	-5	0	0	-22			

Tabella 21 – Scarichi caratteristici agli appoggi della spalla mobile

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	75

SPALLA S1

SPALLA S2

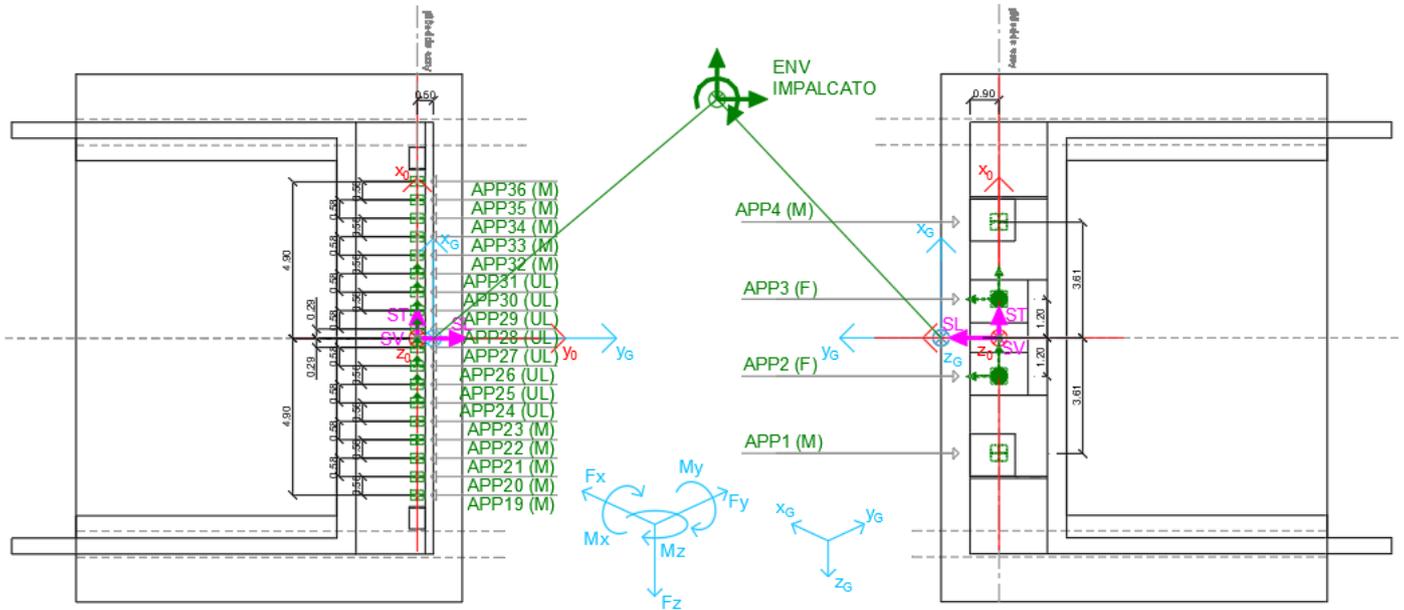


Figura 25- - Schema dei vincoli a terra impalcato

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	76

8. 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
	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	0,0
Gruppi di carico	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
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

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

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

Tabella 22 – Combinazioni di carico

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	77

8.1 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
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

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

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 $1,35 \cdot Gk1 + 1,50 \cdot Gk2b + 1,35 \cdot Gk2v + 0,73 \cdot Qk3a, i + 0,73 \cdot Qk3f, i + 1,45 \cdot Qk4, i + 1,45 \cdot Qk5, i + 0,9 \cdot Qk6 + 1,45 \cdot Qk1, i + 1,35 \cdot Qk2g + 1,45 \cdot Qk2q$
 - 2 $1,35 \cdot Gk1 + 1,50 \cdot Gk2b + 1,35 \cdot Gk2v + 1,45 \cdot Qk3a, i + 1,45 \cdot Qk3f, i + 0,73 \cdot Qk4, i + 0,73 \cdot Qk5, i + 0,9 \cdot Qk6 + 1,45 \cdot Qk1, i + 1,35 \cdot Qk2g + 1,45 \cdot Qk2q$
 - 3 $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 0,73 \cdot Qk3a, i + 0,73 \cdot Qk3f, i + 1,45 \cdot Qk4, i + 1,45 \cdot Qk5, i + 0,9 \cdot Qk6 + 1,45 \cdot Qk1, i + 1,35 \cdot Qk2g + 1,45 \cdot Qk2q$
 - 4 $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,45 \cdot Qk3a, i + 1,45 \cdot Qk3f, i + 0,73 \cdot Qk4, i + 0,73 \cdot Qk5, i + 0,9 \cdot Qk6 + 1,45 \cdot Qk1, i + 1,35 \cdot Qk2g + 1,45 \cdot Qk2q$
 - 5 $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,50 \cdot Qk6 + 1,00 \cdot Qk2g$
 - 6 $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,00 \cdot Qk2g + 0,73 \cdot Qk2q$
 - 7 $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 0,8 \cdot Qk3a, i + 0,8 \cdot Qk3f, i + 1,00 \cdot Qk4 + 1,00 \cdot Qk5 + 0,6 \cdot Qk6 + 1,00 \cdot Qk1 + 1,00 \cdot Qk2g + 1,00 \cdot Qk2q$
 - 8 $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,00 \cdot Qk3a, i + 1,00 \cdot Qk3f, i + 0,8 \cdot Qk4 + 0,8 \cdot Qk5 + 0,6 \cdot Qk6 + 1,00 \cdot Qk1 + 1,00 \cdot Qk2g + 1,00 \cdot Qk2q$
 - 9 $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,00 \cdot Qk6 + 1,00 \cdot Qk2g$
 - 10 $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v$
 - 11 $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,00 \cdot Qk2g$

Figura 26 - Tipologie di combinazioni di carico

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	78

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2v-Perm. non str. vari	Gk3a-Traffico 1	Gk3a-Traffico 2	Gk3a-Traffico 3	Gk3f-Traffico 1	Gk3f-Traffico 2	Gk3f-Traffico 3	Gk4-Traffico 1	Gk4-Traffico 2	Gk4-Traffico 3	Gk5-Traffico 1	Gk5-Traffico 2	Gk5-Traffico 3	Gk6 vento-Q6 (vento)	Gk1-Traffico 1	Gk1-Traffico 2	Gk1-Traffico 3	Gk2g attrito-Q8 Fa.G (attrito)	Gk2q attrito-Q8 Fa.Q (attrito)
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,35	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,35	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	1	3	SLU3	1,35	1,50	1,35	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	2	4	SLU4	1,35	1,50	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	1	5	SLU5	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	2	6	SLU6	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	3	7	SLU7	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	4	8	SLU8	1,00	1,00	1,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	3	9	SLU9	1,00	1,00	1,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	4	10	SLU10	1,00	1,00	1,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	3	11	SLU11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	4	12	SLU12	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	5	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	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
SLU	5	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	1,50	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLU	5	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	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
SLU	5	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	-1,50	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLU	6	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	1,00	0,73
SLU	6	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	-1,00	-0,73
SLE RA	7	19	RA1	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	8	20	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	7	21	RA3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	8	22	RA4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	7	23	RA5	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50
SLE RA	8	24	RA6	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,60	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50
SLE RA	7	25	RA7	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	8	26	RA8	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	7	27	RA9	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	8	28	RA10	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	7	29	RA11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	1,00	-1,00	-0,50
SLE RA	8	30	RA12	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,60	0,00	0,00	1,00	-1,00	-0,50
SLE RA	9	31	RA13	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	1,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLE RA	9	32	RA14	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	-1,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLE RA	9	33	RA15	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	1,00	1,00
SLE QP	10	34	QP1	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
SLE QP	11	35	QP2	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	-1,00	0,00
SLE QP	11	36	QP3	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	1,00	0,00

Tabella 23 – Combinazioni di carico Spalla (fondazione ed elevazione)

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	79

9. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

9.1 ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO

9.1.1 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

9.1.1.1 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

9.1.1.2 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

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left(0.18 \cdot k \cdot \frac{\sqrt[3]{100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d; (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\} \quad \text{Resistenza di calcolo a taglio}$$

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

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

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

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

d Altezza utile della sezione (mm)

b_w Larghezza minima della sezione (mm)

Elementi provvisti di armature resistenti a taglio

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	80

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

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

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

$$\theta$$

$$\cot \theta \leq 2.5)$$

α

A_{sw}

s

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

α_c

Resistenza di calcolo a taglio

Resistenza a taglio-trazione

Resistenza a taglio-compressione

Inclinazione puntoni di cls rispetto asse elemento ($1 \leq$

Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto asse elemento

Area dell'armatura trasversale

Interasse tra due armature trasversali consecutive

Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

Coefficienti maggiorativi pari a:

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

9.1.1.3 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)

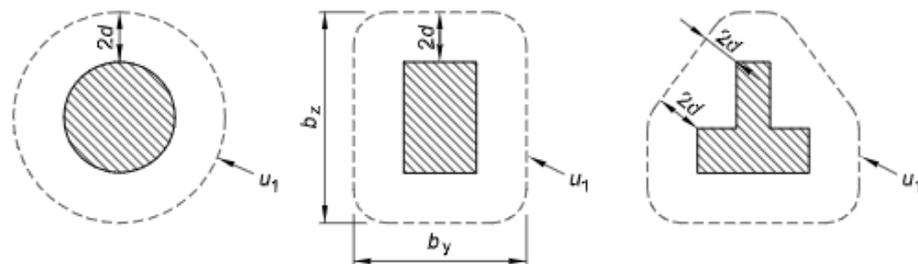
V_{Ed} azione sollecitante di progetto

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



VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	81

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

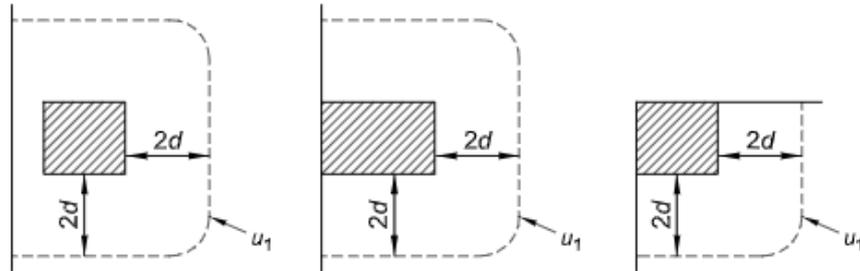


Figura 27 - Schemi aree di carico per diverse geometrie

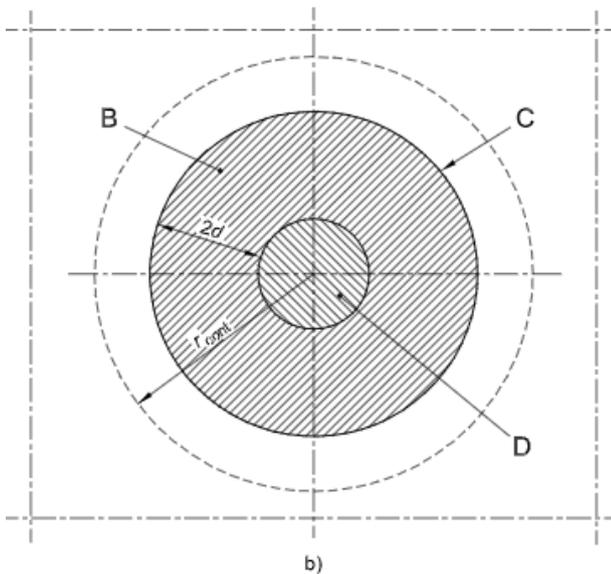
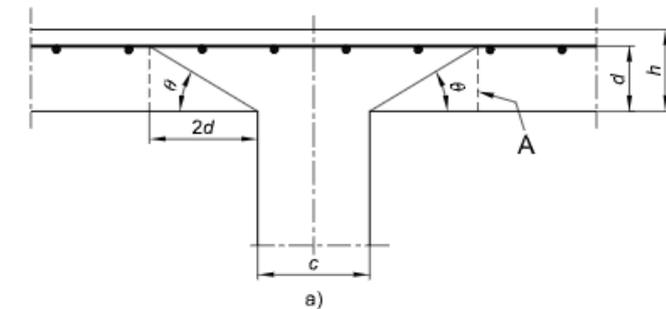


figura 6.12 Modello di verifica a punzonamento allo stato limite ultimo

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:

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

$$V_{Rd,cs} = 0.75 \cdot V_{Rd,c} + 1.5 \cdot \left(\frac{d}{s_r} \right) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,ef} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha \quad \text{per piastra con armature a punzonamento}$$

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	82

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

valore massimo assoluto

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

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

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

ρ_{1y}, ρ_{1z}

percentuale di armatura longitudinale nelle due direzioni principali

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

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

tensioni normali nelle due direzioni principali

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

azioni normali nelle due direzioni principali

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

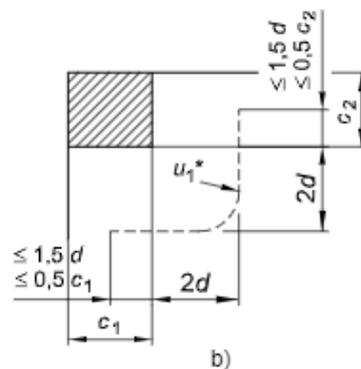
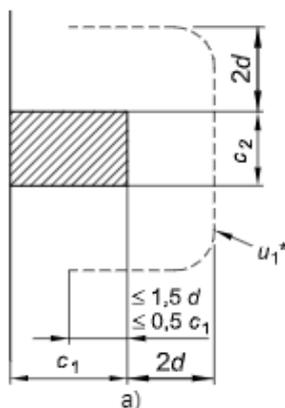


figura 6.20

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

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

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

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	83

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

9.1.2.1 Limiti tensionali in esercizio

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

$$E_d \leq C_d$$

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

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

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

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

9.1.2.2 Verifiche agli Stati Limite di Fessurazione

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

Combinazioni di azioni	Rara (RA) Quasi Permanente (QP)
Condizioni ambientali	Ordinarie (Gruppo A) Aggressive (Gruppo B) Molto aggressive (Gruppo C)
Sensibilità delle armature alla corrosione	Sensibili (acciai da precompresso) Poco sensibili (acciai ordinari)
Stato limite	Apertura fessure (AF) Formazione fessure (FF) Decompressione (D)
Apertura delle fessure	$w_1 = 0.20 \text{ mm}$ $w_2 = 0.30 \text{ mm}$ $w_3 = 0.40 \text{ mm}$

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Tabella 24 - Condizioni ambientali e classi di esposizione secondo NTC 2008

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	84

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 25 - 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).

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

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

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 26 – Riepilogo stati limite di fessurazione di verifica

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	85

10. MODELLO DI CALCOLO

Il modello della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo preparato specificatamente per ricavare le sollecitazioni globali partendo dagli scarichi appoggi dell'impalcato.

A tali sollecitazioni sono aggiunti i pesi propri degli elementi strutturali, del terreno di riempimento della spalla, le spinte del terreno di rilevato e, in condizioni sismiche, le masse, secondo le ipotesi illustrate nell'analisi dei carichi.

Vengono schematizzate ed analizzate le singole parti della struttura, a partire dal muro frontale e muri laterali che vengono modellati come delle mensole incastrate alla base.

Il solettone di fondazione viene considerato come una piastra rigida su pali.

Per il terreno di riempimento si considera lo standard per rilevati ferroviari e si assegnano le seguenti caratteristiche meccaniche:

Parametri Geotecnici		
γ	ϕ'	c'
[kN/m ³]	[°]	[kPa]
20	38	0

Tabella 27 – Parametri geotecnici terreno di riempimento

Tutte le azioni e le combinazioni di carico considerate per le verifiche strutturali e geotecniche sono state sviluppate nell'ipotesi A1-M1.

10.1.1 Condizioni statiche

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali della spalla sono calcolate con la teoria di Rankine, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta.

Si deve notare che essendo presente una fondazione su pali si ipotizza che la spalla sia impedita di traslare rispetto al terreno; pertanto, la spinta in condizioni di esercizio viene calcolata con il coefficiente di spinta in quiete k_0 .

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante sulla spalla e tergo di essa, si considera un carico uniformemente distribuito di lunghezza indefinita con valore equivalente pari ad entrambi i binari caricati con dei modelli di carico LM71, non amplificato per il coefficiente dinamico.

10.1.2 Condizioni sismiche

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica viene calcolata con la teoria di Mononome-Okabe con $\beta_m = 1.00$, in quanto si considera la spalla debolmente deformabile in condizione sismica.

In fase sismica si considerano inoltre le azioni orizzontali e verticali dovute all'inerzia delle parti in calcestruzzo e del rinterro compreso tra i muri andatori.

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	86

11. ANALISI SPALLA MOBILE S1

11.1 AZIONE 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 spalla, secondo lo schema di riferimento, a quota estradosso muro frontale, e i rispettivi assi x, y, z come riportato nella figura seguente.

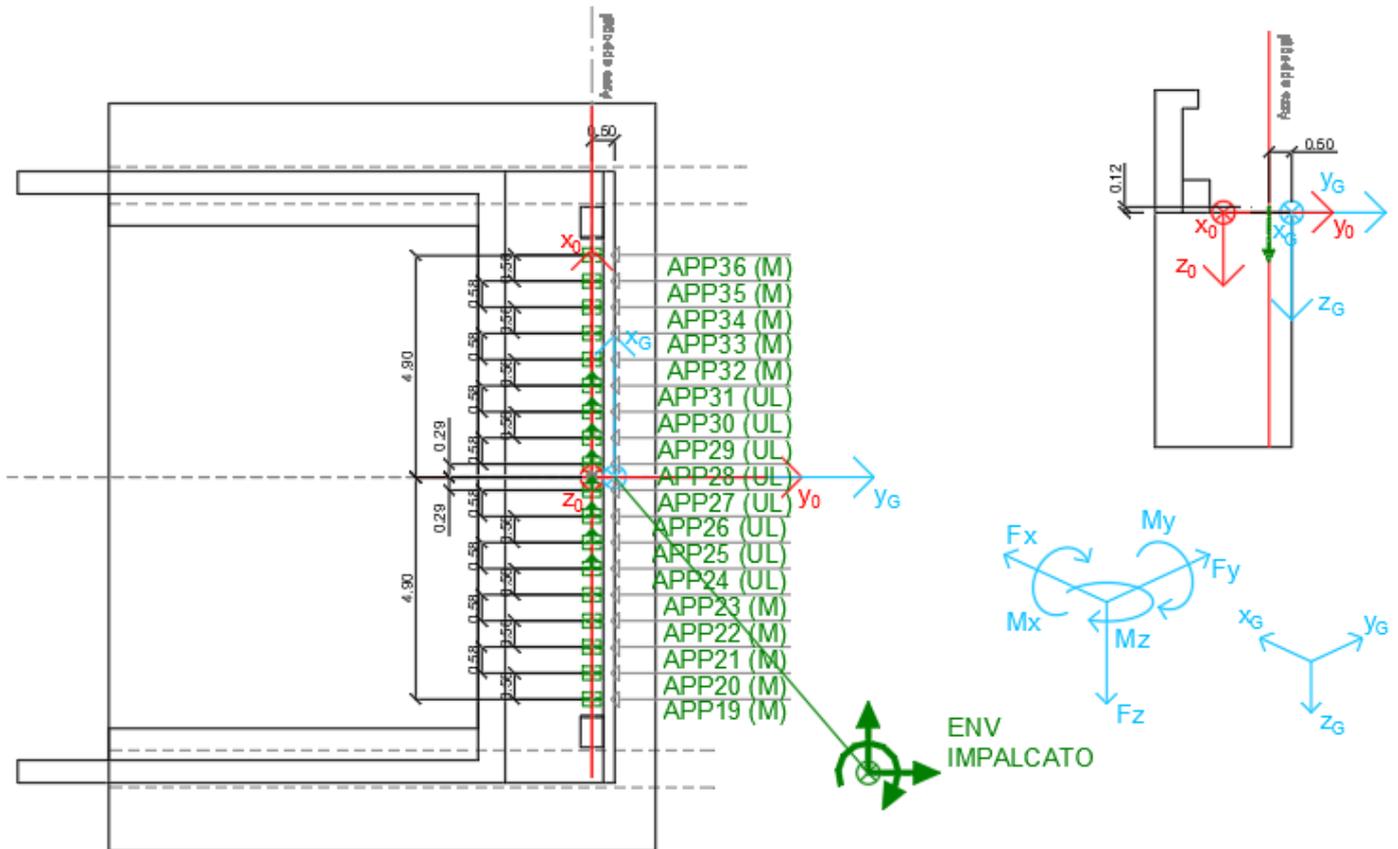


Figura 30 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	87

NOME: SPALLA 1		CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO														
LATI APPOGGI SCORREVOLI (IMPALCATO L=20m)																
APPOGGIO 19 (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	539	-4,90	0,00	-0,12	0	2646	0	0	0	539	-270	2646	0	
G2,1 (ballast)	0	0	42	-4,90	0,00	-0,12	0	204	0	0	0	42	-21	204	0	
G2,2 (velette)	0	0	53	-4,90	0,00	-0,12	0	262	0	0	0	53	-27	262	0	
G2,3 (arredi)	0	0	79	-4,90	0,00	-0,12	0	386	0	0	0	79	-39	386	0	
G2,4 (barriere)	0	0	136	-4,90	0,00	-0,12	0	668	0	0	0	136	-68	668	0	
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-8	-4,90	0,00	-0,12	0	-38	0	0	0	-8	4	-38	0	
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-9	-4,90	0,00	-0,12	0	-42	0	0	0	-9	4	-42	0	
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-9	-4,90	0,00	-0,12	0	-42	0	0	0	-9	4	-42	0	
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-8	-4,90	0,00	-0,12	0	-40	0	0	0	-8	4	-40	0	
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-5	-4,90	0,00	-0,12	0	-25	0	0	0	-5	3	-25	0	
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-5	-4,90	0,00	-0,12	0	-25	0	0	0	-5	3	-25	0	
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	6	-4,90	0,00	-0,12	0	29	0	0	0	6	-3	29	0	
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-7	-4,90	0,00	-0,12	0	-36	0	0	0	-7	4	-36	0	
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	7	-4,90	0,00	-0,12	0	36	0	0	0	7	-4	36	0	
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	6	-4,90	0,00	-0,12	0	30	0	0	0	6	-3	30	0	
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-7	-4,90	0,00	-0,12	0	-33	0	0	0	-7	3	-33	0	
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	7	-4,90	0,00	-0,12	0	33	0	0	0	7	-3	33	0	
Q6 (vento)	0	0	22	-4,90	0,00	-0,12	0	108	0	0	0	22	-11	108	0	
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	128	-4,90	0,00	-0,12	0	627	0	0	0	128	-64	627	0	
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	-80	-4,90	0,00	-0,12	0	-393	0	0	0	-80	40	-393	0	
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	159	-4,90	0,00	-0,12	0	780	0	0	0	159	-80	780	0	
Q8 Fa,G (attrito)	0	25	0	-4,90	0,00	-0,12	3	0	-125	0	25	0	3	0	-125	
Q8 Fa,Q (attrito)	0	5	0	-4,90	0,00	-0,12	1	0	-23	0	5	0	1	0	-23	
APPOGGIO 20 (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	164	-4,33	0,00	-0,12	0	710	0	0	0	164	-82	710	0	
G2,1 (ballast)	0	0	65	-4,33	0,00	-0,12	0	280	0	0	0	65	-32	280	0	
G2,2 (velette)	0	0	-11	-4,33	0,00	-0,12	0	-49	0	0	0	-11	6	-49	0	
G2,3 (arredi)	0	0	10	-4,33	0,00	-0,12	0	45	0	0	0	10	-5	45	0	
G2,4 (barriere)	0	0	-10	-4,33	0,00	-0,12	0	-45	0	0	0	-10	5	-45	0	
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	0	-4,33	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	0	0	2	0	
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	1	-4,33	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	1	0	2	0	
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	1	-4,33	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	1	0	2	0	
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	1	-4,33	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	1	0	2	0	
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-4,33	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	0	-4,33	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	1	-4,33	0,00	-0,12	0	4	0	0	0	1	0	4	0	
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-1	-4,33	0,00	-0,12	0	-6	0	0	0	-1	1	-6	0	
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	1	-4,33	0,00	-0,12	0	6	0	0	0	1	-1	6	0	
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	1	-4,33	0,00	-0,12	0	4	0	0	0	1	-1	4	0	
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-1	-4,33	0,00	-0,12	0	-5	0	0	0	-1	1	-5	0	
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	1	-4,33	0,00	-0,12	0	5	0	0	0	1	-1	5	0	
Q6 (vento)	0	0	5	-4,33	0,00	-0,12	0	22	0	0	0	5	-3	22	0	
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	77	-4,33	0,00	-0,12	0	332	0	0	0	77	-38	332	0	
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	19	-4,33	0,00	-0,12	0	81	0	0	0	19	-9	81	0	
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	84	-4,33	0,00	-0,12	0	363	0	0	0	84	-42	363	0	
Q8 Fa,G (attrito)	0	7	0	-4,33	0,00	-0,12	1	0	-30	0	7	0	1	0	-30	
Q8 Fa,Q (attrito)	0	3	0	-4,33	0,00	-0,12	0	0	-11	0	3	0	0	0	-11	
APPOGGIO 21 (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	164	-3,75	0,00	-0,12	0	615	0	0	0	164	-82	615	0	
G2,1 (ballast)	0	0	74	-3,75	0,00	-0,12	0	276	0	0	0	74	-37	276	0	
G2,2 (velette)	0	0	7	-3,75	0,00	-0,12	0	28	0	0	0	7	-4	28	0	
G2,3 (arredi)	0	0	16	-3,75	0,00	-0,12	0	61	0	0	0	16	-8	61	0	
G2,4 (barriere)	0	0	18	-3,75	0,00	-0,12	0	69	0	0	0	18	-9	69	0	
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	3	-3,75	0,00	-0,12	0	11	0	0	0	3	-2	11	0	
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	3	-3,75	0,00	-0,12	0	13	0	0	0	3	-2	13	0	
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	3	-3,75	0,00	-0,12	0	13	0	0	0	3	-2	13	0	
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	3	-3,75	0,00	-0,12	0	12	0	0	0	3	-2	12	0	
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	2	-3,75	0,00	-0,12	0	8	0	0	0	2	-1	8	0	
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	2	-3,75	0,00	-0,12	0	8	0	0	0	2	-1	8	0	
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-3,75	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-3,75	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-3,75	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	0	-3,75	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	0	-3,75	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	0	-3,75	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
Q6 (vento)	0	0	2	-3,75	0,00	-0,12	0	8	0	0	0	2	-1	8	0	
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	78	-3,75	0,00	-0,12	0	291	0	0	0	78	-39	291	0	
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	34	-3,75	0,00	-0,12	0	128	0	0	0	34	-17	128	0	
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	82	-3,75	0,00	-0,12	0	307	0	0	0	82	-41	307	0	
Q8 Fa,G (attrito)	0	8	0	-3,75	0,00	-0,12	1	0	-31	0	8	0	1	0	-31	
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	-3,75	0,00	-0,12	0	0	-9	0	2	0	0	0	-9	

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	88

APPOGGIO 22 (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	164	-3,17	0,00	-0,12	0	521	0	0	0	164	-82	521	0
G2,1 (ballast)	0	0	75	-3,17	0,00	-0,12	0	239	0	0	0	75	-38	239	0
G2,2 (velette)	0	0	2	-3,17	0,00	-0,12	0	5	0	0	0	2	-1	5	0
G2,3 (arredi)	0	0	10	-3,17	0,00	-0,12	0	32	0	0	0	10	-5	32	0
G2,4 (barriere)	0	0	7	-3,17	0,00	-0,12	0	21	0	0	0	7	-3	21	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	13	-3,17	0,00	-0,12	0	41	0	0	0	13	-6	41	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	14	-3,17	0,00	-0,12	0	45	0	0	0	14	-7	45	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	14	-3,17	0,00	-0,12	0	45	0	0	0	14	-7	45	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	14	-3,17	0,00	-0,12	0	43	0	0	0	14	-7	43	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	9	-3,17	0,00	-0,12	0	27	0	0	0	9	-4	27	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	9	-3,17	0,00	-0,12	0	27	0	0	0	9	-4	27	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-3,17	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	0	0	-2	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-3,17	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-3,17	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	0	-3,17	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	0	-3,17	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	0	-3,17	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0
Q6 (vento)	0	0	-1	-3,17	0,00	-0,12	0	-4	0	0	0	-1	1	-4	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	71	-3,17	0,00	-0,12	0	226	0	0	0	71	-36	226	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	56	-3,17	0,00	-0,12	0	177	0	0	0	56	-28	177	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	75	-3,17	0,00	-0,12	0	238	0	0	0	75	-37	238	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	8	0	-3,17	0,00	-0,12	1	0	-25	0	8	0	1	0	-25
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	-3,17	0,00	-0,12	0	0	-7	0	2	0	0	0	-7
APPOGGIO 23 (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	164	-2,60	0,00	-0,12	0	426	0	0	0	164	-82	426	0
G2,1 (ballast)	0	0	77	-2,60	0,00	-0,12	0	199	0	0	0	77	-38	199	0
G2,2 (velette)	0	0	4	-2,60	0,00	-0,12	0	10	0	0	0	4	-2	10	0
G2,3 (arredi)	0	0	10	-2,60	0,00	-0,12	0	26	0	0	0	10	-5	26	0
G2,4 (barriere)	0	0	9	-2,60	0,00	-0,12	0	24	0	0	0	9	-5	24	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	47	-2,60	0,00	-0,12	0	121	0	0	0	47	-23	121	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	52	-2,60	0,00	-0,12	0	134	0	0	0	52	-26	134	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	52	-2,60	0,00	-0,12	0	134	0	0	0	52	-26	134	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	50	-2,60	0,00	-0,12	0	129	0	0	0	50	-25	129	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	31	-2,60	0,00	-0,12	0	81	0	0	0	31	-16	81	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	31	-2,60	0,00	-0,12	0	81	0	0	0	31	-16	81	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-3	-2,60	0,00	-0,12	0	-8	0	0	0	-3	1	-8	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	3	-2,60	0,00	-0,12	0	8	0	0	0	3	-2	8	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-3	-2,60	0,00	-0,12	0	-8	0	0	0	-3	2	-8	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-3	-2,60	0,00	-0,12	0	-8	0	0	0	-3	2	-8	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	4	-2,60	0,00	-0,12	0	9	0	0	0	4	-2	9	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-4	-2,60	0,00	-0,12	0	-9	0	0	0	-4	2	-9	0
Q6 (vento)	0	0	-12	-2,60	0,00	-0,12	0	-31	0	0	0	-12	6	-31	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	10	-2,60	0,00	-0,12	0	26	0	0	0	10	-5	26	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	126	-2,60	0,00	-0,12	0	328	0	0	0	126	-63	328	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	1	-2,60	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	1	0	2	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	8	0	-2,60	0,00	-0,12	1	0	-21	0	8	0	1	0	-21
Q8 Fa,Q (attrito)	0	4	0	-2,60	0,00	-0,12	0	0	-10	0	4	0	0	0	-10
APPOGGIO 24 (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	164	-2,02	0,00	-0,12	0	331	0	0	0	164	-82	331	0
G2,1 (ballast)	2	0	78	-2,02	0,00	-0,12	0	156	0	2	0	78	-39	156	1
G2,2 (velette)	-1	0	4	-2,02	0,00	-0,12	0	8	0	-1	0	4	-2	8	-1
G2,3 (arredi)	-3	0	9	-2,02	0,00	-0,12	0	19	0	-3	0	9	-5	19	-2
G2,4 (barriere)	-5	0	8	-2,02	0,00	-0,12	0	17	0	-5	0	8	-4	17	-2
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-84	-2,02	0,00	-0,12	0	-170	0	0	0	-84	42	-170	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-93	-2,02	0,00	-0,12	0	-188	0	0	0	-93	47	-188	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-93	-2,02	0,00	-0,12	0	-188	0	0	0	-93	47	-188	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-89	-2,02	0,00	-0,12	0	-180	0	0	0	-89	45	-180	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-56	-2,02	0,00	-0,12	0	-113	0	0	0	-56	28	-113	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-56	-2,02	0,00	-0,12	0	-113	0	0	0	-56	28	-113	0
Q4 B1-SW2 (centr)	3	0	11	-2,02	0,00	-0,12	0	21	0	3	0	11	-5	21	1
Q4 B1-LM71 (centr)	4	0	-12	-2,02	0,00	-0,12	0	-25	0	4	0	-12	6	-25	2
Q4 B2-LM71 (centr)	4	0	12	-2,02	0,00	-0,12	0	24	0	4	0	12	-6	24	2
Q5 B1-SW2 (serp)	6	0	15	-2,02	0,00	-0,12	0	29	0	6	0	15	-7	29	3
Q5 B1-LM71 (serp)	7	0	-16	-2,02	0,00	-0,12	0	-34	0	7	0	-16	8	-34	3
Q5 B2-LM71 (serp)	7	0	16	-2,02	0,00	-0,12	0	32	0	7	0	16	-8	32	3
Q6 (vento)	0	0	38	-2,02	0,00	-0,12	0	77	0	0	0	38	-19	77	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	298	-2,02	0,00	-0,12	0	601	0	0	0	298	-149	601	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	-185	-2,02	0,00	-0,12	0	-374	0	0	0	-185	93	-374	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	346	-2,02	0,00	-0,12	0	698	0	0	0	346	-173	698	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	8	0	-2,02	0,00	-0,12	1	0	-16	0	8	0	1	0	-16
Q8 Fa,Q (attrito)	0	10	0	-2,02	0,00	-0,12	1	0	-21	0	10	0	1	0	-21

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	89

APPOGGIO 25 (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	164	-1,44	0,00	-0,12	0	237	0	0	0	164	-82	237	0
G2,1 (ballast)	2	0	78	-1,44	0,00	-0,12	0	112	0	2	0	78	-39	112	1
G2,2 (velette)	-1	0	4	-1,44	0,00	-0,12	0	6	0	-1	0	4	-2	6	0
G2,3 (arredi)	-2	0	10	-1,44	0,00	-0,12	0	14	0	-2	0	10	-5	14	-1
G2,4 (barriere)	-3	0	9	-1,44	0,00	-0,12	0	14	0	-3	0	9	-5	14	-2
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-3	-1,44	0,00	-0,12	0	-4	0	0	0	-3	1	-4	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-3	-1,44	0,00	-0,12	0	-4	0	0	0	-3	1	-4	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-3	-1,44	0,00	-0,12	0	-4	0	0	0	-3	1	-4	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-3	-1,44	0,00	-0,12	0	-4	0	0	0	-3	1	-4	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-2	-1,44	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	-2	1	-2	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-2	-1,44	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	-2	1	-2	0
Q4 B1-SW2 (centr)	3	0	0	-1,44	0,00	-0,12	0	0	0	3	0	0	0	0	2
Q4 B1-LM71 (centr)	4	0	0	-1,44	0,00	-0,12	0	-1	0	4	0	0	0	-1	2
Q4 B2-LM71 (centr)	4	0	0	-1,44	0,00	-0,12	0	0	0	4	0	0	0	0	2
Q5 B1-SW2 (serp)	7	0	0	-1,44	0,00	-0,12	0	0	0	7	0	0	0	0	4
Q5 B1-LM71 (serp)	8	0	0	-1,44	0,00	-0,12	0	-2	0	8	0	0	0	-2	4
Q5 B2-LM71 (serp)	8	0	0	-1,44	0,00	-0,12	0	0	0	8	0	0	0	0	4
Q6 (vento)	0	0	1	-1,44	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	1	-1	2	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	99	-1,44	0,00	-0,12	0	142	0	0	0	99	-49	142	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	39	-1,44	0,00	-0,12	0	56	0	0	0	39	-20	56	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	108	-1,44	0,00	-0,12	0	156	0	0	0	108	-54	156	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	8	0	-1,44	0,00	-0,12	1	0	-11	0	8	0	1	0	-11
Q8 Fa,Q (attrito)	0	3	0	-1,44	0,00	-0,12	0	0	-5	0	3	0	0	0	-5
APPOGGIO 26 (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	164	-0,87	0,00	-0,12	0	142	0	0	0	164	-82	142	0
G2,1 (ballast)	1	0	78	-0,87	0,00	-0,12	0	68	0	1	0	78	-39	68	0
G2,2 (velette)	0	0	4	-0,87	0,00	-0,12	0	4	0	0	0	4	-2	4	0
G2,3 (arredi)	-1	0	9	-0,87	0,00	-0,12	0	8	0	-1	0	9	-5	8	-1
G2,4 (barriere)	-2	0	9	-0,87	0,00	-0,12	0	8	0	-2	0	9	-5	8	-1
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	1	-0,87	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	1	-0,87	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	1	-0,87	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	1	-0,87	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-0,87	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	0	-0,87	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	4	0	-1	-0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	4	0	-1	0	-1	2
Q4 B1-LM71 (centr)	4	0	1	-0,87	0,00	-0,12	0	0	0	4	0	1	0	0	2
Q4 B2-LM71 (centr)	4	0	-1	-0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	4	0	-1	0	-1	2
Q5 B1-SW2 (serp)	7	0	-1	-0,87	0,00	-0,12	0	-2	0	7	0	-1	0	-2	4
Q5 B1-LM71 (serp)	8	0	1	-0,87	0,00	-0,12	0	0	0	8	0	1	0	0	4
Q5 B2-LM71 (serp)	8	0	-1	-0,87	0,00	-0,12	0	-2	0	8	0	-1	0	-2	4
Q6 (vento)	0	0	-1	-0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	-1	1	-1	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	76	-0,87	0,00	-0,12	0	65	0	0	0	76	-38	65	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	56	-0,87	0,00	-0,12	0	49	0	0	0	56	-28	49	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	85	-0,87	0,00	-0,12	0	74	0	0	0	85	-43	74	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	8	0	-0,87	0,00	-0,12	1	0	-7	0	8	0	1	0	-7
Q8 Fa,Q (attrito)	0	3	0	-0,87	0,00	-0,12	0	0	-2	0	3	0	0	0	-2
APPOGGIO 27 (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	164	-0,29	0,00	-0,12	0	47	0	0	0	164	-82	47	0
G2,1 (ballast)	0	0	78	-0,29	0,00	-0,12	0	22	0	0	0	78	-39	22	0
G2,2 (velette)	0	0	4	-0,29	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	4	-2	1	0
G2,3 (arredi)	0	0	9	-0,29	0,00	-0,12	0	3	0	0	0	9	-5	3	0
G2,4 (barriere)	-1	0	9	-0,29	0,00	-0,12	0	3	0	-1	0	9	-5	3	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-4	-0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	-4	2	-1	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-4	-0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	-4	2	-1	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-4	-0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	-4	2	-1	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-4	-0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	-4	2	-1	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-2	-0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	-2	1	-1	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-2	-0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	-2	1	-1	0
Q4 B1-SW2 (centr)	4	0	0	-0,29	0,00	-0,12	0	0	0	4	0	0	0	0	2
Q4 B1-LM71 (centr)	5	0	0	-0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	5	0	0	0	-1	2
Q4 B2-LM71 (centr)	5	0	0	-0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	5	0	0	0	-1	2
Q5 B1-SW2 (serp)	7	0	0	-0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	7	0	0	0	-1	4
Q5 B1-LM71 (serp)	8	0	0	-0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	8	0	0	0	-1	4
Q5 B2-LM71 (serp)	8	0	0	-0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	8	0	0	0	-1	4
Q6 (vento)	0	0	0	-0,29	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	64	-0,29	0,00	-0,12	0	18	0	0	0	64	-32	18	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	54	-0,29	0,00	-0,12	0	16	0	0	0	54	-27	16	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	72	-0,29	0,00	-0,12	0	21	0	0	0	72	-36	21	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	8	0	-0,29	0,00	-0,12	1	0	-2	0	8	0	1	0	-2
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	-0,29	0,00	-0,12	0	0	-1	0	2	0	0	0	-1

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	90

APPOGGIO 28 (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	164	0,29	0,00	-0,12	0	-47	0	0	0	164	-82	-47	0
G2,1 (ballast)	0	0	78	0,29	0,00	-0,12	0	-22	0	0	0	78	-39	-22	0
G2,2 (velette)	1	0	4	0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	1	0	4	-2	-1	0
G2,3 (arredi)	0	0	9	0,29	0,00	-0,12	0	-3	0	0	0	9	-5	-3	0
G2,4 (barriere)	1	0	9	0,29	0,00	-0,12	0	-3	0	1	0	9	-5	-3	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-4	0,29	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	-4	2	1	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-4	0,29	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	-4	2	1	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-4	0,29	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	-4	2	1	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-4	0,29	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	-4	2	1	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-2	0,29	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	-2	1	1	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-2	0,29	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	-2	1	1	0
Q4 B1-SW2 (centr)	4	0	0	0,29	0,00	-0,12	0	0	0	4	0	0	0	0	2
Q4 B1-LM71 (centr)	5	0	0	0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	5	0	0	0	-1	2
Q4 B2-LM71 (centr)	5	0	0	0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	5	0	0	0	-1	2
Q5 B1-SW2 (serp)	7	0	0	0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	7	0	0	0	-1	4
Q5 B1-LM71 (serp)	8	0	0	0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	8	0	0	0	-1	4
Q5 B2-LM71 (serp)	8	0	0	0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	8	0	0	0	-1	4
Q6 (vento)	0	0	0	0,29	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	54	0,29	0,00	-0,12	0	-16	0	0	0	54	-27	-16	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	64	0,29	0,00	-0,12	0	-18	0	0	0	64	-32	-18	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	63	0,29	0,00	-0,12	0	-18	0	0	0	63	-32	-18	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	8	0	0,29	0,00	-0,12	1	0	2	0	8	0	1	0	2
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	0,29	0,00	-0,12	0	0	1	0	2	0	0	0	1
APPOGGIO 29 (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	164	0,87	0,00	-0,12	0	-142	0	0	0	164	-82	-142	0
G2,1 (ballast)	-1	0	78	0,87	0,00	-0,12	0	-68	0	-1	0	78	-39	-68	0
G2,2 (velette)	1	0	4	0,87	0,00	-0,12	0	-4	0	1	0	4	-2	-4	1
G2,3 (arredi)	1	0	9	0,87	0,00	-0,12	0	-8	0	1	0	9	-5	-8	1
G2,4 (barriere)	2	0	9	0,87	0,00	-0,12	0	-8	0	2	0	9	-5	-8	1
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	1	0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	1	0	-1	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	1	0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	1	0	-1	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	1	0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	1	0	-1	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	1	0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	1	0	-1	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	0,87	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	0	0,87	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	4	0	1	0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	4	0	1	0	-1	2
Q4 B1-LM71 (centr)	4	0	-1	0,87	0,00	-0,12	0	0	0	4	0	-1	0	0	2
Q4 B2-LM71 (centr)	4	0	1	0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	4	0	1	0	-1	2
Q5 B1-SW2 (serp)	7	0	1	0,87	0,00	-0,12	0	-2	0	7	0	1	0	-2	4
Q5 B1-LM71 (serp)	8	0	-1	0,87	0,00	-0,12	0	0	0	8	0	-1	0	0	4
Q5 B2-LM71 (serp)	8	0	1	0,87	0,00	-0,12	0	-2	0	8	0	1	0	-2	4
Q6 (vento)	0	0	1	0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	1	-1	-1	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	56	0,87	0,00	-0,12	0	-49	0	0	0	56	-28	-49	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	76	0,87	0,00	-0,12	0	-65	0	0	0	76	-38	-65	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	68	0,87	0,00	-0,12	0	-59	0	0	0	68	-34	-59	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	8	0	0,87	0,00	-0,12	1	0	7	0	8	0	1	0	7
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	0,87	0,00	-0,12	0	0	2	0	2	0	0	0	2
APPOGGIO 30 (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	164	1,44	0,00	-0,12	0	-237	0	0	0	164	-82	-237	0
G2,1 (ballast)	-2	0	78	1,44	0,00	-0,12	0	-112	0	-2	0	78	-39	-112	-1
G2,2 (velette)	2	0	4	1,44	0,00	-0,12	0	-7	0	2	0	4	-2	-7	1
G2,3 (arredi)	2	0	10	1,44	0,00	-0,12	0	-14	0	2	0	10	-5	-14	1
G2,4 (barriere)	3	0	9	1,44	0,00	-0,12	0	-14	0	3	0	9	-5	-14	2
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-3	1,44	0,00	-0,12	0	4	0	0	0	-3	1	4	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-3	1,44	0,00	-0,12	0	4	0	0	0	-3	1	4	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-3	1,44	0,00	-0,12	0	4	0	0	0	-3	1	4	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-3	1,44	0,00	-0,12	0	4	0	0	0	-3	1	4	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-2	1,44	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	-2	1	2	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-2	1,44	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	-2	1	2	0
Q4 B1-SW2 (centr)	3	0	0	1,44	0,00	-0,12	0	0	0	3	0	0	0	0	2
Q4 B1-LM71 (centr)	4	0	0	1,44	0,00	-0,12	0	-1	0	4	0	0	0	-1	2
Q4 B2-LM71 (centr)	4	0	0	1,44	0,00	-0,12	0	0	0	4	0	0	0	0	2
Q5 B1-SW2 (serp)	7	0	0	1,44	0,00	-0,12	0	0	0	7	0	0	0	0	4
Q5 B1-LM71 (serp)	8	0	0	1,44	0,00	-0,12	0	-2	0	8	0	0	0	-2	4
Q5 B2-LM71 (serp)	8	0	0	1,44	0,00	-0,12	0	0	0	8	0	0	0	0	4
Q6 (vento)	0	0	-1	1,44	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	-1	1	2	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	39	1,44	0,00	-0,12	0	-56	0	0	0	39	-20	-56	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	99	1,44	0,00	-0,12	0	-142	0	0	0	99	-49	-142	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	49	1,44	0,00	-0,12	0	-71	0	0	0	49	-24	-71	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	8	0	1,44	0,00	-0,12	1	0	11	0	8	0	1	0	11
Q8 Fa,Q (attrito)	0	3	0	1,44	0,00	-0,12	0	0	4	0	3	0	0	0	4

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	91

APPOGGIO 31 (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	164	2,02	0,00	-0,12	0	-331	0	0	0	164	-82	-331	0
G2,1 (ballast)	-2	0	78	2,02	0,00	-0,12	0	-156	0	-2	0	78	-39	-156	-1
G2,2 (velette)	3	0	4	2,02	0,00	-0,12	0	-9	0	3	0	4	-2	-9	1
G2,3 (arredi)	3	0	9	2,02	0,00	-0,12	0	-19	0	3	0	9	-5	-19	2
G2,4 (barriere)	5	0	8	2,02	0,00	-0,12	0	-17	0	5	0	8	-4	-17	2
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-84	2,02	0,00	-0,12	0	170	0	0	0	-84	42	170	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-93	2,02	0,00	-0,12	0	188	0	0	0	-93	47	188	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-93	2,02	0,00	-0,12	0	188	0	0	0	-93	47	188	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-89	2,02	0,00	-0,12	0	180	0	0	0	-89	45	180	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-56	2,02	0,00	-0,12	0	113	0	0	0	-56	28	113	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-56	2,02	0,00	-0,12	0	113	0	0	0	-56	28	113	0
Q4 B1-SW2 (centr)	3	0	-11	2,02	0,00	-0,12	0	21	0	3	0	-11	5	21	1
Q4 B1-LM71 (centr)	4	0	12	2,02	0,00	-0,12	0	-25	0	4	0	12	-6	-25	2
Q4 B2-LM71 (centr)	4	0	-12	2,02	0,00	-0,12	0	24	0	4	0	-12	6	24	2
Q5 B1-SW2 (serp)	6	0	-15	2,02	0,00	-0,12	0	29	0	6	0	-15	7	29	3
Q5 B1-LM71 (serp)	7	0	16	2,02	0,00	-0,12	0	-34	0	7	0	16	-8	-34	3
Q5 B2-LM71 (serp)	7	0	-16	2,02	0,00	-0,12	0	32	0	7	0	-16	8	32	3
Q6 (vento)	0	0	-38	2,02	0,00	-0,12	0	77	0	0	0	-38	19	77	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-185	2,02	0,00	-0,12	0	374	0	0	0	-185	93	374	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	298	2,02	0,00	-0,12	0	-601	0	0	0	298	-149	-601	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	-221	2,02	0,00	-0,12	0	446	0	0	0	-221	110	446	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	8	0	2,02	0,00	-0,12	1	0	16	0	8	0	1	0	16
Q8 Fa,Q (attrito)	0	9	0	2,02	0,00	-0,12	1	0	18	0	9	0	1	0	18
APPOGGIO 32 (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	164	2,60	0,00	-0,12	0	-426	0	0	0	164	-82	-426	0
G2,1 (ballast)	0	0	77	2,60	0,00	-0,12	0	-199	0	0	0	77	-38	-199	0
G2,2 (velette)	0	0	4	2,60	0,00	-0,12	0	-11	0	0	0	4	-2	-11	0
G2,3 (arredi)	0	0	10	2,60	0,00	-0,12	0	-26	0	0	0	10	-5	-26	0
G2,4 (barriere)	0	0	9	2,60	0,00	-0,12	0	-24	0	0	0	9	-5	-24	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	47	2,60	0,00	-0,12	0	-121	0	0	0	47	-23	-121	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	52	2,60	0,00	-0,12	0	-134	0	0	0	52	-26	-134	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	52	2,60	0,00	-0,12	0	-134	0	0	0	52	-26	-134	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	50	2,60	0,00	-0,12	0	-129	0	0	0	50	-25	-129	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	31	2,60	0,00	-0,12	0	-81	0	0	0	31	-16	-81	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	31	2,60	0,00	-0,12	0	-81	0	0	0	31	-16	-81	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	3	2,60	0,00	-0,12	0	-8	0	0	0	3	-1	-8	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-3	2,60	0,00	-0,12	0	8	0	0	0	-3	2	8	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	3	2,60	0,00	-0,12	0	-8	0	0	0	3	-2	-8	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	3	2,60	0,00	-0,12	0	-8	0	0	0	3	-2	-8	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-4	2,60	0,00	-0,12	0	9	0	0	0	-4	2	9	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	4	2,60	0,00	-0,12	0	-9	0	0	0	4	-2	-9	0
Q6 (vento)	0	0	12	2,60	0,00	-0,12	0	-31	0	0	0	12	-6	-31	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	126	2,60	0,00	-0,12	0	-328	0	0	0	126	-63	-328	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	10	2,60	0,00	-0,12	0	-26	0	0	0	10	-5	-26	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	154	2,60	0,00	-0,12	0	-399	0	0	0	154	-77	-399	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	8	0	2,60	0,00	-0,12	1	0	21	0	8	0	1	0	21
Q8 Fa,Q (attrito)	0	5	0	2,60	0,00	-0,12	1	0	12	0	5	0	1	0	12
APPOGGIO 33 (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	164	3,17	0,00	-0,12	0	-521	0	0	0	164	-82	-521	0
G2,1 (ballast)	0	0	75	3,17	0,00	-0,12	0	-239	0	0	0	75	-38	-239	0
G2,2 (velette)	0	0	2	3,17	0,00	-0,12	0	-8	0	0	0	2	-1	-8	0
G2,3 (arredi)	0	0	10	3,17	0,00	-0,12	0	-32	0	0	0	10	-5	-32	0
G2,4 (barriere)	0	0	7	3,17	0,00	-0,12	0	-21	0	0	0	7	-3	-21	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	13	3,17	0,00	-0,12	0	-41	0	0	0	13	-6	-41	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	14	3,17	0,00	-0,12	0	-45	0	0	0	14	-7	-45	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	14	3,17	0,00	-0,12	0	-45	0	0	0	14	-7	-45	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	14	3,17	0,00	-0,12	0	-43	0	0	0	14	-7	-43	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	9	3,17	0,00	-0,12	0	-27	0	0	0	9	-4	-27	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	9	3,17	0,00	-0,12	0	-27	0	0	0	9	-4	-27	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	3,17	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	0	0	-2	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	3,17	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	3,17	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	0	3,17	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	0	3,17	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	0	3,17	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0
Q6 (vento)	0	0	1	3,17	0,00	-0,12	0	-4	0	0	0	1	-1	-4	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	56	3,17	0,00	-0,12	0	-177	0	0	0	56	-28	-177	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	71	3,17	0,00	-0,12	0	-226	0	0	0	71	-36	-226	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	70	3,17	0,00	-0,12	0	-222	0	0	0	70	-35	-222	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	8	0	3,17	0,00	-0,12	1	0	25	0	8	0	1	0	25
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	3,17	0,00	-0,12	0	0	7	0	2	0	0	0	7

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	92

APPOGGIO 34 (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	164	3,75	0,00	-0,12	0	-615	0	0	0	164	-82	-615	0
G2,1 (ballast)	0	0	73	3,75	0,00	-0,12	0	-275	0	0	0	73	-37	-275	0
G2,2 (velette)	0	0	8	3,75	0,00	-0,12	0	-32	0	0	0	8	-4	-32	0
G2,3 (arredi)	0	0	16	3,75	0,00	-0,12	0	-61	0	0	0	16	-8	-61	0
G2,4 (barriere)	0	0	19	3,75	0,00	-0,12	0	-70	0	0	0	19	-9	-70	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	3	3,75	0,00	-0,12	0	-11	0	0	0	3	-2	-11	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	3	3,75	0,00	-0,12	0	-13	0	0	0	3	-2	-13	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	3	3,75	0,00	-0,12	0	-13	0	0	0	3	-2	-13	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	3	3,75	0,00	-0,12	0	-12	0	0	0	3	-2	-12	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	2	3,75	0,00	-0,12	0	-8	0	0	0	2	-1	-8	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	2	3,75	0,00	-0,12	0	-8	0	0	0	2	-1	-8	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	3,75	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	3,75	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	3,75	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	0	3,75	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	0	3,75	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	0	3,75	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Q6 (vento)	0	0	-2	3,75	0,00	-0,12	0	8	0	0	0	-2	1	8	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	34	3,75	0,00	-0,12	0	-128	0	0	0	34	-17	-128	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	78	3,75	0,00	-0,12	0	-291	0	0	0	78	-39	-291	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	44	3,75	0,00	-0,12	0	-167	0	0	0	44	-22	-167	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	8	0	3,75	0,00	-0,12	1	0	32	0	8	0	1	0	32
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	3,75	0,00	-0,12	0	0	9	0	2	0	0	0	9
APPOGGIO 35 (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	164	4,33	0,00	-0,12	0	-710	0	0	0	164	-82	-710	0
G2,1 (ballast)	0	0	65	4,33	0,00	-0,12	0	-279	0	0	0	65	-32	-279	0
G2,2 (velette)	0	0	-9	4,33	0,00	-0,12	0	37	0	0	0	-9	4	37	0
G2,3 (arredi)	0	0	10	4,33	0,00	-0,12	0	-44	0	0	0	10	-5	-44	0
G2,4 (barriere)	0	0	-10	4,33	0,00	-0,12	0	45	0	0	0	-10	5	45	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	0	4,33	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	0	0	-2	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	1	4,33	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	1	0	-2	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	1	4,33	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	1	0	-2	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	1	4,33	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	1	0	-2	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	4,33	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	0	4,33	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-1	4,33	0,00	-0,12	0	4	0	0	0	-1	0	4	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	1	4,33	0,00	-0,12	0	-6	0	0	0	1	-1	-6	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-1	4,33	0,00	-0,12	0	6	0	0	0	-1	1	6	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-1	4,33	0,00	-0,12	0	4	0	0	0	-1	1	4	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	1	4,33	0,00	-0,12	0	-5	0	0	0	1	-1	-5	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-1	4,33	0,00	-0,12	0	5	0	0	0	-1	1	5	0
Q6 (vento)	0	0	-5	4,33	0,00	-0,12	0	22	0	0	0	-5	3	22	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	19	4,33	0,00	-0,12	0	-81	0	0	0	19	-9	-81	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	77	4,33	0,00	-0,12	0	-332	0	0	0	77	-38	-332	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	25	4,33	0,00	-0,12	0	-110	0	0	0	25	-13	-110	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	7	0	4,33	0,00	-0,12	1	0	30	0	7	0	1	0	30
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	4,33	0,00	-0,12	0	0	10	0	2	0	0	0	10
APPOGGIO 36 (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	539	4,90	0,00	-0,12	0	-2646	0	0	0	539	-270	-2646	0
G2,1 (ballast)	0	0	41	4,90	0,00	-0,12	0	-202	0	0	0	41	-21	-202	0
G2,2 (velette)	0	0	70	4,90	0,00	-0,12	0	-343	0	0	0	70	-35	-343	0
G2,3 (arredi)	0	0	78	4,90	0,00	-0,12	0	-381	0	0	0	78	-39	-381	0
G2,4 (barriere)	0	0	136	4,90	0,00	-0,12	0	-669	0	0	0	136	-68	-669	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-8	4,90	0,00	-0,12	0	38	0	0	0	-8	4	38	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-9	4,90	0,00	-0,12	0	42	0	0	0	-9	4	42	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-9	4,90	0,00	-0,12	0	42	0	0	0	-9	4	42	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-8	4,90	0,00	-0,12	0	40	0	0	0	-8	4	40	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-5	4,90	0,00	-0,12	0	25	0	0	0	-5	3	25	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-5	4,90	0,00	-0,12	0	25	0	0	0	-5	3	25	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-6	4,90	0,00	-0,12	0	29	0	0	0	-6	3	29	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	7	4,90	0,00	-0,12	0	-36	0	0	0	7	-4	-36	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-7	4,90	0,00	-0,12	0	36	0	0	0	-7	4	36	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-6	4,90	0,00	-0,12	0	30	0	0	0	-6	3	30	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	7	4,90	0,00	-0,12	0	-33	0	0	0	7	-3	-33	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-7	4,90	0,00	-0,12	0	33	0	0	0	-7	3	33	0
Q6 (vento)	0	0	-22	4,90	0,00	-0,12	0	108	0	0	0	-22	11	108	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-80	4,90	0,00	-0,12	0	393	0	0	0	-80	40	393	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	128	4,90	0,00	-0,12	0	-627	0	0	0	128	-64	-627	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	-98	4,90	0,00	-0,12	0	480	0	0	0	-98	49	480	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	26	0	4,90	0,00	-0,12	3	0	127	0	26	0	3	0	127
Q8 Fa,Q (attrito)	0	4	0	4,90	0,00	-0,12	0	0	19	0	4	0	0	0	19

Tabella 28 - Riepilogo azioni elementari derivanti dagli scarichi degli impalcati

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	93

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv} Fx [kN]	V _{long} Fy [kN]	N _{vert} Fz [kN]	M _{long} Mx [kNm]	M _{trasv} My [kNm]	M _{torc} Mz [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	3704	-1852	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	0	1286	-643	2	0
Gk2v	G2,2 (arredi vari)	4	0	882	-441	-96	2
Qk3a Avviamento	Traffico 1	0	0	-76	38	0	0
	Traffico 2	0	0	-69	35	0	0
	Traffico 3	0	0	-69	35	0	0
Qk3f Frenatura	Traffico 1	0	0	-46	23	0	0
	Traffico 2	0	0	-46	23	0	0
	Traffico 3	0	0	-73	37	0	0
Qk4 Centrifuga	Traffico 1	67	0	0	0	-8	34
	Traffico 2	60	0	0	0	202	30
	Traffico 3	27	0	0	0	89	13
Qk5 Serpeggio	Traffico 1	123	0	0	0	-15	62
	Traffico 2	118	0	0	0	218	59
	Traffico 3	56	0	0	0	104	28
Qk6 vento	Q6 (vento)	0	0	0	0	363	0
Qk1 Treno	Traffico 1	0	0	2037	-1019	0	0
	Traffico 2	0	0	2185	-1093	257	0
	Traffico 3	0	0	1167	-583	2520	0
Qk2g attrito	Q8 Fa,G (attrito)	0	177	0	21	0	3
Qk2q attrito	Q8 Fa,Q (attrito)	0	65	0	8	0	-8

Tabella 29 - Risultanti azioni elementari al centro dell'elevazione G (quota estradosso muro frontale)

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	94

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2v-Perm. non str. vari	Gk3a-Traffico 1	Gk3a-Traffico 2	Gk3a-Traffico 3	Gk3f-Traffico 1	Gk3f-Traffico 2	Gk3f-Traffico 3	Gk4-Traffico 1	Gk4-Traffico 2	Gk4-Traffico 3	Gk5-Traffico 1	Gk5-Traffico 2	Gk5-Traffico 3	Gk6 vento-Q6 (vento)	Gk1-Traffico 1	Gk1-Traffico 2	Gk1-Traffico 3	Gk2g attrito-Q8 Fa.G (attrito)	Gk2q attrito-Q8 Fa.Q (attrito)
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,35	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,35	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	1	3	SLU3	1,35	1,50	1,35	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	2	4	SLU4	1,35	1,50	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	1	5	SLU5	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	2	6	SLU6	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	3	7	SLU7	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	4	8	SLU8	1,00	1,00	1,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	3	9	SLU9	1,00	1,00	1,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	4	10	SLU10	1,00	1,00	1,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	3	11	SLU11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	4	12	SLU12	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	5	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	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
SLU	5	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	1,50	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLU	5	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	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
SLU	5	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	-1,50	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLU	6	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	1,00	0,73
SLU	6	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	-1,00	-0,73
SLE RA	7	19	RA1	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	8	20	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	7	21	RA3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	8	22	RA4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	7	23	RA5	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50
SLE RA	8	24	RA6	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,60	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50
SLE RA	7	25	RA7	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	8	26	RA8	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	7	27	RA9	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	8	28	RA10	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	7	29	RA11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	1,00	-1,00	-0,50
SLE RA	8	30	RA12	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,60	0,00	0,00	1,00	-1,00	-0,50
SLE RA	9	31	RA13	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	1,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLE RA	9	32	RA14	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	-1,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLE RA	9	33	RA15	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	1,00	1,00
SLE QP	10	34	QP1	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
SLE QP	11	35	QP2	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	-1,00	0,00
SLE QP	11	36	QP3	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	1,00	0,00

Tabella 30 – Combinazioni di carico adottate

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	95

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	SLU3	11205	264	1180	334	-5562	124
N _{vert} Min	SLU18	5872	4	-94	-224	-2963	5
V _{trasv} Max	SLU7	8737	281	199	334	-4329	133
V _{trasv} Min	SLU18	5872	4	-94	-224	-2963	5
M _{trasv} Max	SLU11	7460	124	4166	334	-3690	55
M _{trasv} Min	SLU16	5872	4	-638	-177	-2957	-1
V _{long} Max	SLU12	7357	64	4026	334	-3638	25
V _{long} Min	SLU18	5872	4	-94	-224	-2963	5
M _{long} Max	SLU17	5872	4	-94	224	-2909	-1
M _{long} Min	SLU3	11205	264	1180	334	-5562	124
M _{torc} Max	SLU7	8737	281	199	334	-4329	133
M _{torc} Min	SLU17	5872	4	-94	224	-2909	-1

Tabella 31 – 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	RA3	7965	182	800	242	-3953	86
N _{vert} Min	RA15	5872	4	-94	242	-2907	-3
V _{trasv} Max	RA1	7811	195	101	242	-3877	92
V _{trasv} Min	RA14	5872	4	-457	-177	-2957	-1
M _{trasv} Max	RA5	6925	87	2836	209	-3437	42
M _{trasv} Min	RA14	5872	4	-457	-177	-2957	-1
V _{long} Max	RA15	5872	4	-94	242	-2907	-3
V _{long} Min	RA10	7942	147	716	-242	-4000	78
M _{long} Max	RA15	5872	4	-94	242	-2907	-3
M _{long} Min	RA9	7965	182	800	-242	-4012	96
M _{torc} Max	RA7	7811	195	101	-242	-3935	103
M _{torc} Min	RA15	5872	4	-94	242	-2907	-3
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	5872	4	-94	177	-2915	5
N _{vert} Min	QP2	5872	4	-94	-177	-2957	-1
V _{trasv} Max	QP3	5872	4	-94	177	-2915	5
V _{trasv} Min	QP2	5872	4	-94	-177	-2957	-1
M _{trasv} Max	QP3	5872	4	-94	177	-2915	5
M _{trasv} Min	QP2	5872	4	-94	-177	-2957	-1

LINEA PESCARA – BARI

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

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	96

V _{long} Max	QP3	5872	4	-94	177	-2915	5
V _{long} Min	QP2	5872	4	-94	-177	-2957	-1
M _{long} Max	QP3	5872	4	-94	177	-2915	5
M _{long} Min	QP2	5872	4	-94	-177	-2957	-1
M _{torc} Max	QP3	5872	4	-94	177	-2915	5
M _{torc} Min	QP2	5872	4	-94	-177	-2957	-1

Tabella 32 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali involuppo

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	97

11.2 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 spalla, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi, combinandole opportunamente con gli inviluppi di azioni totali ricavate a testa elevazione.

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.

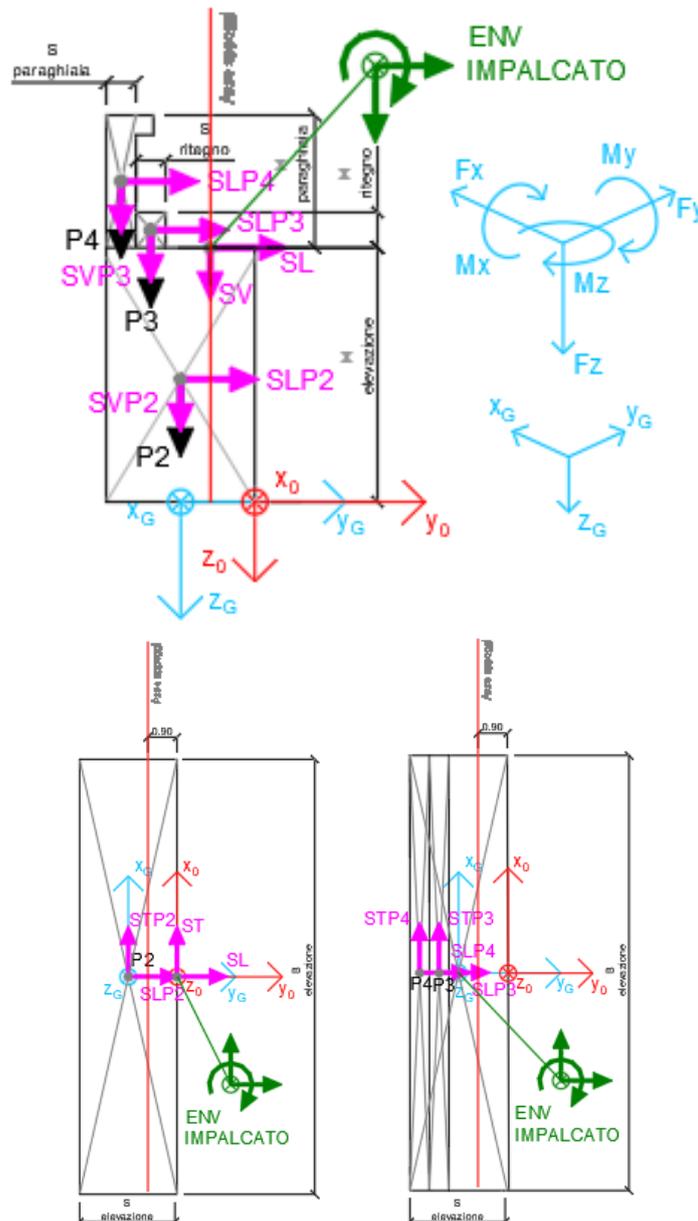


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	98

11.2.1 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.

NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO													
PGA orizzontale a _g (g)		0,224		Coeff. sismico orizz. k _h				0,3060				Coeff. spinta attiva sismica k _{aE}				0,4210	
Coeff. stratigrafico S _s		1,366		Coeff. sismico vert. k _v				0,1530									
NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA													
		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 long	SLP2	0	1363	0	0,00	-1,10	-3,00	4089	0	0							
	SLP3	0	0	0	0,00	-1,80	-6,00	0	0	0							
	SLP4	0	60	0	0,00	-2,00	-6,73	403	0	0							
			0	1423	0				4492	0	0	0	1423	0	4492	0	0
Sisma trasv	STP2	1363	0	0	0,00	-1,10	-3,00	0	-4089	1499							
	STP3	0	0	0	0,00	-1,80	-6,00	0	0	0							
	STP4	60	0	0	0,00	-2,00	-6,73	0	-403	120							
			1423	0	0				0	-4492	1619	1423	0	0	0	-4492	54
Sisma vert	SVP2	0	0	682	0,00	-1,10	-3,00	-750	0	0							
	SVP3	0	0	0	0,00	-1,80	-6,00	0	0	0							
	SVP4	0	0	30	0,00	-2,00	-6,73	-60	0	0							
			0	0	712				-810	0	0	0	0	712	-27	0	0
Sisma ballast long	SGBH	0	242	0	0,00	-2,20	-3,73	901	0	0							
		0	242	0				901	0	0	0	242	0	901	0	0	
Sisma terreno long	STHL	0	1855	0	0,00	-2,20	-3,73	6908	0	0							
		0	1855	0				6908	0	0	0	1855	0	6908	0	0	
Sisma impalcato long	SL	0	0	0	0,00	0,00	-6,00	0	0	0							
		0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sisma impalcato trasv	ST	2465	0	0	0,00	0,00	-6,00	0	-14792	0							
		2465	0	0				0	-14792	0	2465	0	0	0	-14792	-2712	
Sisma impalcato vert	SV	0	0	1233	0,00	0,00	-6,00	0	0	0							
		0	0	1233				0	0	0	0	0	1233	1356	0	0	

Tabella 33 – 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**

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	99

NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				PARAMETRI DI CALCOLO ELEVAZIONE												
H paraghiaia (m)	1,45	H elevazione (m)	6,00	Peso terreno (kN/m3)	20,00			Carico variab. Q LM71 (kPa)				23,15				
S paraghiaia (m)	0,40	S elevazione (m)	2,20	Angolo di attrito terreno (*)	38,00			XG elevazione				0,00				
H ritegno (m)	0,00	B elevazione (m)	13,50	Coeff. spinta attiva statica ka	0,2379			YG elevazione				-1,10				
S ritegno (m)	0,00	Carico perm. Gb ballast (kPa)	9,72	Coeff. spinta riposo statica k0	0,3843			ZG elevazione				0,00				
NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA												
		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	4455	0,00	-1,10	-3,00	-4901	0	0						
	P3	0	0	0	0,00	-1,80	-6,00	0	0	0						
	P4	0	0	196	0,00	-2,00	-6,73	-392	0	0						
		0	0	4651				-5292	0	0	0	0	4651	-176	0	0
Ballast	GBH	0	376	0	0,00	-2,20	-3,73	1399	0	0						
		0	376	0				1399	0	0	0	376	0	1399	0	0
Spinta terreno	THL	0	2880	0	0,00	-2,20	-2,48	7151	0	0						
		0	2880	0				7151	0	0	0	2880	0	7151	0	0
Sovraccarico long	Q1	0	895	0	0,00	-2,20	-3,73	3333	0	0						
		0	895	0				3333	0	0	0	895	0	3333	0	0
NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				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	Nvert Max	264	334	11205	0,00	0,00	-6,00	-5562	1180	124	264	334	11205	8764	-404	-166
SLU	Nvert Min	4	-224	5872	0,00	0,00	-6,00	-2963	-94	5	4	-224	5872	2151	-121	0
	Vtrasv Max	281	334	8737	0,00	0,00	-6,00	-4329	199	133	281	334	8737	7283	-1484	-176
	Vtrasv Min	4	-224	5872	0,00	0,00	-6,00	-2963	-94	5	4	-224	5872	2151	-121	0
	Mlong Max	4	224	5872	0,00	0,00	-6,00	-2909	-94	-1	4	224	5872	4895	-121	-6
	Mlong Min	264	334	11205	0,00	0,00	-6,00	-5562	1180	124	264	334	11205	8764	-404	-166
	Vlong Max	64	334	7357	0,00	0,00	-6,00	-3638	4026	25	64	334	7357	6455	3639	-46
	Vlong Min	4	-224	5872	0,00	0,00	-6,00	-2963	-94	5	4	-224	5872	2151	-121	0
	Mtrasv Max	124	334	7460	0,00	0,00	-6,00	-3690	4166	55	124	334	7460	6517	3419	-82
	Mtrasv Min	4	-177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2957	-638	-1	4	-177	5872	2441	-665	-5
	Mtorc Max	281	334	8737	0,00	0,00	-6,00	-4329	199	133	281	334	8737	7283	-1484	-176
	Mtorc Min	4	224	5872	0,00	0,00	-6,00	-2909	-94	-1	4	224	5872	4895	-121	-6
ENV		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)
SLR	Nvert Max	182	242	7965	0,00	0,00	-6,00	-3953	800	86	182	242	7965	6261	-295	-115
	Nvert Min	4	242	5872	0,00	0,00	-6,00	-2907	-94	-3	4	242	5872	5005	-121	-8
	Vtrasv Max	195	242	7811	0,00	0,00	-6,00	-3877	101	92	195	242	7811	6169	-1069	-122
	Vtrasv Min	4	-177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2957	-457	-1	4	-177	5872	2441	-483	-5
	Mtrasv Max	87	209	6925	0,00	0,00	-6,00	-3437	2836	42	87	209	6925	5437	2313	-53
	Mtrasv Min	4	-177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2957	-457	-1	4	-177	5872	2441	-483	-5
	Vlong Max	4	242	5872	0,00	0,00	-6,00	-2907	-94	-3	4	242	5872	5005	-121	-8
	Vlong Min	147	-242	7942	0,00	0,00	-6,00	-4000	716	78	147	-242	7942	3283	-165	-83
	Mlong Max	4	242	5872	0,00	0,00	-6,00	-2907	-94	-3	4	242	5872	5005	-121	-8
	Mlong Min	182	-242	7965	0,00	0,00	-6,00	-4012	800	96	182	-242	7965	3297	-295	-104
	Mtorc Max	195	-242	7811	0,00	0,00	-6,00	-3935	101	103	195	-242	7811	3205	-1069	-112
	Mtorc Min	4	242	5872	0,00	0,00	-6,00	-2907	-94	-3	4	242	5872	5005	-121	-8
ENV		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)
SLE	Nvert Max	4	177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2915	-94	5	4	177	5872	4605	-121	0
QP	Nvert Min	4	-177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2957	-94	-1	4	-177	5872	2441	-121	-5
	Vtrasv Max	4	177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2915	-94	5	4	177	5872	4605	-121	0
	Vtrasv Min	4	-177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2957	-94	-1	4	-177	5872	2441	-121	-5
	Mtrasv Max	4	177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2915	-94	5	4	177	5872	4605	-121	0
	Mtrasv Min	4	-177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2957	-94	-1	4	-177	5872	2441	-121	-5
	Vlong Max	4	177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2915	-94	5	4	177	5872	4605	-121	0
	Vlong Min	4	-177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2957	-94	-1	4	-177	5872	2441	-121	-5
	Mlong Max	4	177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2915	-94	5	4	177	5872	4605	-121	0
	Mlong Min	4	-177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2957	-94	-1	4	-177	5872	2441	-121	-5
	Mtorc Max	4	177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2915	-94	5	4	177	5872	4605	-121	0
	Mtorc Min	4	-177	5872	0,00	0,00	-6,00	-2957	-94	-1	4	-177	5872	2441	-121	-5

Tabella 34 – Riepilogo azioni elementari statiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	100

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv}	V _{long}	N _{vert}	M _{long}	M _{trasv}	M _{torc}
		F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	4651	-176	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	376	0	1399	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	2880	0	7151	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	264	334	11205	8764	-404	-166
	Nvert Min	4	-224	5872	2151	-121	0
	Vtrasv Max	281	334	8737	7283	-1484	-176
	Vtrasv Min	4	-224	5872	2151	-121	0
	Mtrasv Max	4	224	5872	4895	-121	-6
	Mtrasv Min	264	334	11205	8764	-404	-166
	Vlong Max	64	334	7357	6455	3639	-46
	Vlong Min	4	-224	5872	2151	-121	0
	Mlong Max	124	334	7460	6517	3419	-82
	Mlong Min	4	-177	5872	2441	-665	-5
	Mtorc Max	281	334	8737	7283	-1484	-176
	Mtorc Min	4	224	5872	4895	-121	-6
SLE RA Impalcato	Nvert Max	182	242	7965	6261	-295	-115
	Nvert Min	4	242	5872	5005	-121	-8
	Vtrasv Max	195	242	7811	6169	-1069	-122
	Vtrasv Min	4	-177	5872	2441	-483	-5
	Mtrasv Max	87	209	6925	5437	2313	-53
	Mtrasv Min	4	-177	5872	2441	-483	-5
	Vlong Max	4	242	5872	5005	-121	-8
	Vlong Min	147	-242	7942	3283	-165	-83
	Mlong Max	4	242	5872	5005	-121	-8
	Mlong Min	182	-242	7965	3297	-295	-104
	Mtorc Max	195	-242	7811	3205	-1069	-112
	Mtorc Min	4	242	5872	5005	-121	-8
SLE QP Impalcato	Nvert Max	4	177	5872	4605	-121	0
	Nvert Min	4	-177	5872	2441	-121	-5
	Vtrasv Max	4	177	5872	4605	-121	0
	Vtrasv Min	4	-177	5872	2441	-121	-5
	Mtrasv Max	4	177	5872	4605	-121	0
	Mtrasv Min	4	-177	5872	2441	-121	-5
	Vlong Max	4	177	5872	4605	-121	0
	Vlong Min	4	-177	5872	2441	-121	-5
	Mlong Max	4	177	5872	4605	-121	0
	Mlong Min	4	-177	5872	2441	-121	-5
	Mtorc Max	4	177	5872	4605	-121	0
	Mtorc Min	4	-177	5872	2441	-121	-5

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	102

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	SLU6	17484	264	-404	6514	26185	-166
N _{vert} Min	SLU24	10523	4	-121	4777	18103	-6
V _{trasv} Max	SLU3	15016	281	-1484	6514	24705	-176
V _{trasv} Min	SLU22	10523	4	-665	4376	15649	-5
M _{trasv} Max	SLU7	13635	64	3639	6514	23877	-46
M _{trasv} Min	SLU15	13388	281	-1484	4886	20491	-176
V _{long} Max	SLU11	15016	281	-1484	6514	24705	-176
V _{long} Min	SLU14	10523	4	-121	4329	15359	0
M _{long} Max	SLU6	17484	264	-404	6514	26185	-166
M _{long} Min	SLU14	10523	4	-121	4329	15359	0
M _{torc} Max	SLU2	12150	4	-121	5956	19572	0
M _{torc} Min	SLU15	13388	281	-1484	4886	20491	-176
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	12467	3893	-19405	4488	17999	-2658
N _{vert} Min	SLV6	8578	3893	-19405	4488	15341	-2658
V _{trasv} Max	SLV5	12467	3893	-19405	4488	17999	-2658
V _{trasv} Min	SLV2	9939	1171	-5906	6952	24883	-797
M _{trasv} Max	SLV1	11106	1171	-5906	6952	25680	-797
M _{trasv} Min	SLV6	8578	3893	-19405	4488	15341	-2658
V _{long} Max	SLV1	11106	1171	-5906	6952	25680	-797
V _{long} Min	SLV6	8578	3893	-19405	4488	15341	-2658
M _{long} Max	SLV1	11106	1171	-5906	6952	25680	-797
M _{long} Min	SLV6	8578	3893	-19405	4488	15341	-2658
M _{torc} Max	SLV1	11106	1171	-5906	6952	25680	-797
M _{torc} Min	SLV6	8578	3893	-19405	4488	15341	-2658

Tabella 37 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	103

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	12616	182	-295	4392	17969	-115
N _{vert} Min	RA12	10523	4	-121	4392	16713	-8
V _{trasv} Max	RA3	12462	195	-1069	4392	17877	-122
V _{trasv} Min	RA4	10523	4	-483	3973	14149	-5
M _{trasv} Max	RA5	11575	87	2313	4360	17145	-53
M _{trasv} Min	RA11	12462	195	-1069	3908	14912	-112
V _{long} Max	RA7	10523	4	-121	4392	16713	-8
V _{long} Min	RA11	12462	195	-1069	3908	14912	-112
M _{long} Max	RA1	12616	182	-295	4392	17969	-115
M _{long} Min	RA4	10523	4	-483	3973	14149	-5
M _{torc} Max	RA4	10523	4	-483	3973	14149	-5
M _{torc} Min	RA3	12462	195	-1069	4392	17877	-122
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	10523	4	-121	3432	12980	0
N _{vert} Min	QP12	10523	4	-121	3079	10816	-5
V _{trasv} Max	QP1	10523	4	-121	3432	12980	0
V _{trasv} Min	QP12	10523	4	-121	3079	10816	-5
M _{trasv} Max	QP1	10523	4	-121	3432	12980	0
M _{trasv} Min	QP12	10523	4	-121	3079	10816	-5
V _{long} Max	QP1	10523	4	-121	3432	12980	0
V _{long} Min	QP12	10523	4	-121	3079	10816	-5
M _{long} Max	QP1	10523	4	-121	3432	12980	0
M _{long} Min	QP12	10523	4	-121	3079	10816	-5
M _{torc} Max	QP1	10523	4	-121	3432	12980	0
M _{torc} Min	QP12	10523	4	-121	3079	10816	-5

Tabella 38 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

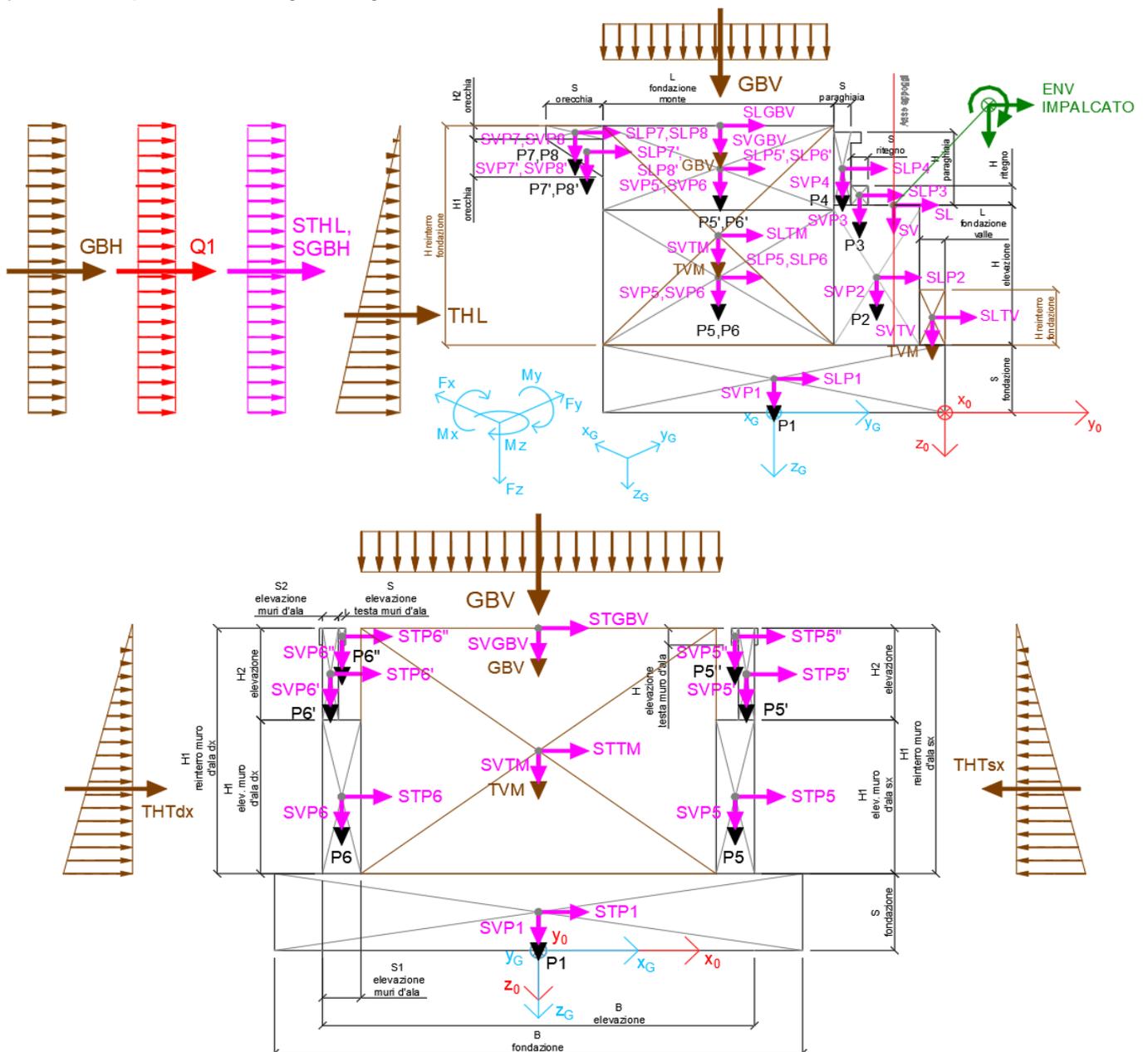
**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	104

11.3 SOLLECITAZIONI IN FONDAZIONE

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 spalla, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi, combinandole opportunamente con gli involuppi di azioni totali ricavate a testa elevazione.

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 palificata a quota testa pali., e i rispettivi assi x, y, z come riportato nella figura seguente.



VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	105

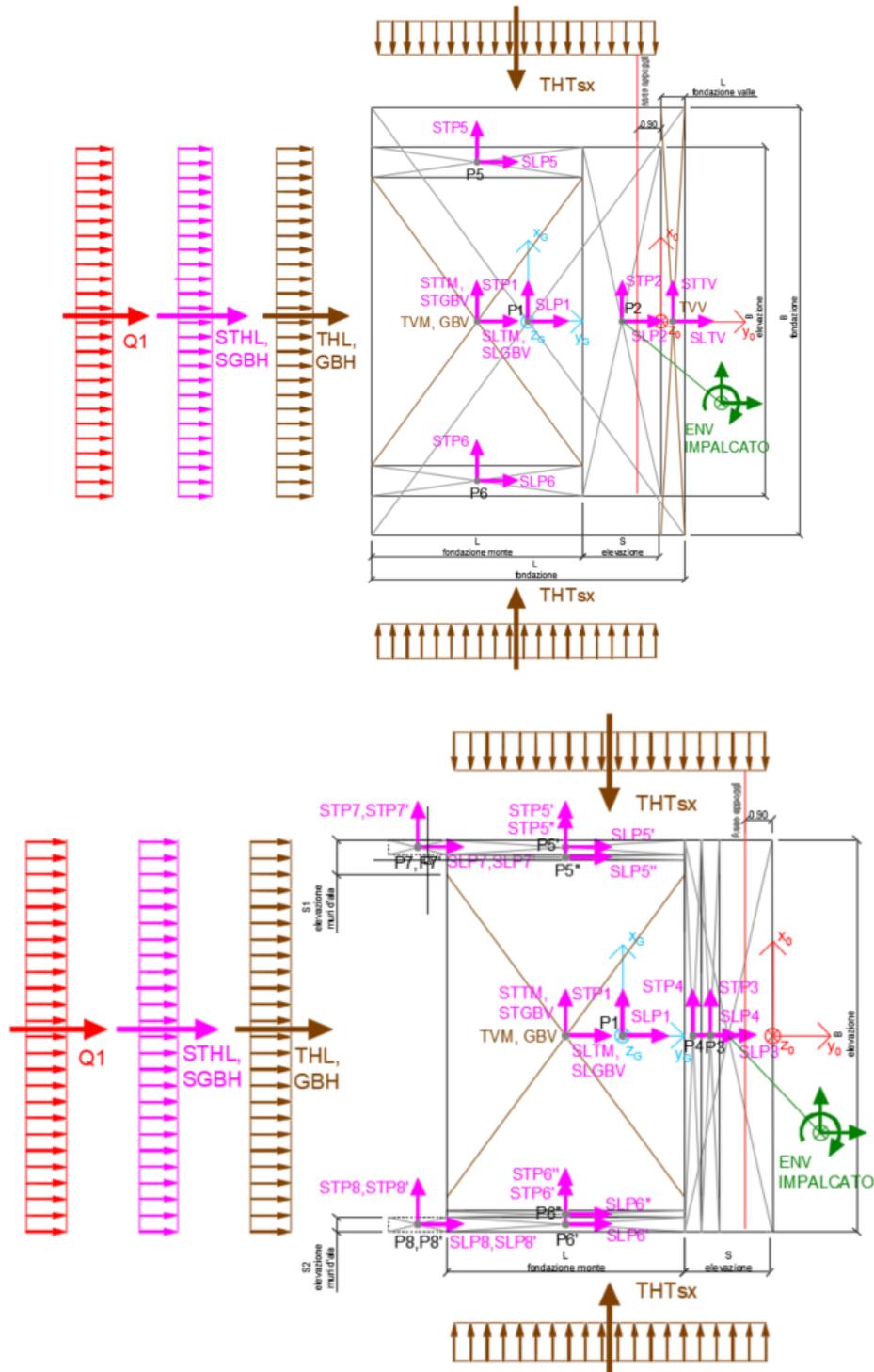


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 06 04			PROGR 001

11.3.1 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.

NOME: FONDAZIONE SPALLA 1			CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO													
PGA orizzontale a _g (g)		0,224	Coeff. sismico orizz. k _h					0,3060	Coeff. spinta attiva sismica k _{AE}					0,4210		
Coeff. stratigrafico SS		1,366	Coeff. sismico vert. k _v					0,1530								
NOME: FONDAZIONE SPALLA 1			CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA													
	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 long	SLP1	0	3029	0	0,00	-6,00	-1,00	3029	0	0						
	SLP2	0	1363	0	0,00	-1,70	-5,00	6816	0	0						
	SLP3	0	0	0	0,00	-2,40	-8,00	0	0	0						
	SLP4	0	60	0	0,00	-2,60	-8,73	523	0	0						
	SLP5	0	507	0	6,15	-7,40	-5,00	2534	0	3116						
	SLP5'	0	53	0	6,50	-7,40	-8,75	462	0	343						
	SLP5''	0	9	0	6,36	-7,40	-9,23	79	0	54						
	SLP6	0	507	0	-6,15	-7,40	-5,00	2534	0	-3116						
	SLP6'	0	53	0	-6,50	-7,40	-8,75	462	0	-343						
	SLP6''	0	9	0	-6,36	-7,40	-9,23	79	0	-54						
	SLP7	0	7	0	6,50	-13,75	-9,25	62	0	44						
	SLP7'	0	16	0	6,50	-13,17	-8,22	129	0	102						
	SLP8	0	7	0	-6,50	-13,75	-9,25	62	0	-44						
	SLP8'	0	16	0	-6,50	-13,17	-8,22	129	0	-102						
		0	5633	0				16898	0	0	0	5633	0	16898	0	0
	Sisma trasv	STP1	3029	0	0	0,00	-6,00	-1,00	0	-3029	18175					
STP2		1363	0	0	0,00	-1,70	-5,00	0	-6816	2317						
STP3		0	0	0	0,00	-2,40	-8,00	0	0	0						
STP4		60	0	0	0,00	-2,60	-8,73	0	-523	156						
STP5		507	0	0	6,15	-7,40	-5,00	0	-2534	3750						
STP5'		53	0	0	6,50	-7,40	-8,75	0	-462	391						
STP5''		9	0	0	6,36	-7,40	-9,23	0	-79	63						
STP6		507	0	0	-6,15	-7,40	-5,00	0	-2534	3750						
STP6'		53	0	0	-6,50	-7,40	-8,75	0	-462	391						
STP6''		9	0	0	-6,36	-7,40	-9,23	0	-79	63						
STP7		7	0	0	6,50	-13,75	-9,25	0	-62	92						
STP7'		16	0	0	6,50	-13,17	-8,22	0	-129	207						
STP8		7	0	0	-6,50	-13,75	-9,25	0	-62	92						
STP8'		16	0	0	-6,50	-13,17	-8,22	0	-129	207						
		0	0	5633	0			0	-16898	29653	5633	0	0	0	-16898	-4146
Sisma vert		SVP1	0	0	1515	0,00	-6,00	-1,00	-9088	0	0					
	SVP2	0	0	682	0,00	-1,70	-5,00	-1159	0	0						
	SVP3	0	0	0	0,00	-2,40	-8,00	0	0	0						
	SVP4	0	0	30	0,00	-2,60	-8,73	-78	0	0						
	SVP5	0	0	253	6,15	-7,40	-5,00	-1875	-1558	0						
	SVP5'	0	0	26	6,50	-7,40	-8,75	-195	-172	0						
	SVP5''	0	0	4	6,36	-7,40	-9,23	-32	-27	0						
	SVP6	0	0	253	-6,15	-7,40	-5,00	-1875	1558	0						
	SVP6'	0	0	26	-6,50	-7,40	-8,75	-195	172	0						
	SVP6''	0	0	4	-6,36	-7,40	-9,23	-32	27	0						
	SVP7	0	0	3	6,50	-13,75	-9,25	-46	-22	0						
	SVP7'	0	0	8	6,50	-13,17	-8,22	-104	-51	0						
	SVP8	0	0	3	-6,50	-13,75	-9,25	-46	22	0						
	SVP8'	0	0	8	-6,50	-13,17	-8,22	-104	51	0						
		0	0	2817	0			-14827	0	0	0	0	2817	2073	0	0
	Sisma ballast long	SLGBV	0	369	0	0,00	-7,40	-9,50	3509	0	0					
SGBH		0	307	0	0,00	-12,00	-4,73	1450	0	0						
	0	676	0				4959	0	0	0	676	0	4959	0	0	
Sisma ballast trasv	STGBV	369	0	0	0,00	-7,40	-9,50	0	-3509	2733						
	369	0	0				0	-3509	2733	369	0	0	0	-3509	517	
Sisma ballast vert	SVGBV	0	0	185	0,00	-7,40	-9,50	-1367	0	0						
	0	0	185				-1367	0	0	0	0	185	-259	0	0	
Sisma terreno long	SLVM	0	4656	0	0,00	-7,40	-5,73	26655	0	0						
	SLVV	0	61	0	0,00	-0,30	-2,50	151	0	0						
	STHL	0	2984	0	0,00	-12,00	-3,15	9399	0	0						
	0	7700	0				36205	0	0	0	7700	0	36205	0	0	
Sisma terreno trasv	STIM	4656	0	0	0,00	-7,40	-5,73	0	-26655	34453						
	STIV	61	0	0	0,00	-0,30	-2,50	0	-151	18						
	4716	0	0				0	-26806	34471	4716	0	0	0	-26806	6173	
Sisma terreno vert	SVTM	0	0	2328	0,00	-7,40	-5,73	-17227	0	0						
	SVTV	0	0	30	0,00	-0,30	-2,50	-9	0	0						
	0	0	2358				-17236	0	0	0	0	2358	-3086	0	0	
Sisma impalcato long	SL	0	0	0	0,00	-0,60	-8,00	0	0	0						
	0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sisma impalcato trasv	ST	2465	0	0	0,00	-0,60	-8,00	0	-19723	1479						
	2465	0	0				0	-19723	1479	2465	0	0	0	-19723	-13313	
Sisma impalcato vert	SV	0	0	1233	0,00	-0,60	-8,00	-740	0	0						
	0	0	1233				-740	0	0	0	0	1233	6656	0	0	

Tabella 39 – Riepilogo azioni elementari sismiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	107

NOME: FONDAZIONE SPALLA 1		PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE									
H paragonata (m)	1,45	S fondazione (m)	2,00	S2 elevazione muri d'ala (m)	0,50	H elev. testa muro d'ala (m)	0,55	Carico variabile (kPa)	23,15		
S paragonata (m)	0,40	L fondazione monte (m)	9,20	H1 elev. muro d'ala sx (m)	6,00	H1 orecchia (m)	2,35	Carico ballast (kPa)	9,72		
H ritengo (m)	0,00	L fondazione valle (m)	0,60	H1 elev. muro d'ala dx (m)	6,00	H2 orecchia (m)	0,50				
S ritengo (m)	0,00	L fondazione (m)	12,00	H reintro muro d'ala sx (m)	7,50	S orecchia (m)	3,50				
H elevazione (m)	6,00	B fondazione (m)	16,50	H reintro muro d'ala dx (m)	7,50	Peso terreno (kN/m ³)	20,00	X _G fondazione	0,00		
S elevazione (m)	2,20	H reintro fondaz. valle (m)	1,00	H2 elev. muro d'ala (m)	1,50	Coeff. spinta attiva statica k _a	0,2379	Y _G fondazione	-6,00		
B elevazione (m)	13,50	S1 elevazione muri d'ala (m)	1,20	S elev. testa muri d'ala (m)	0,22	Coeff. spinta riposo statica k ₀	0,3843	Z _G fondazione	0,00		

NOME: FONDAZIONE SPALLA 1		CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA																
		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	9900	0,00	-6,00	-1,00	-59400	0	0	0	0	0	18410	13548	0	0	
	P2	0	0	4455	0,00	-1,70	-5,00	-7574	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P3	0	0	0	0,00	-2,40	-8,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P4	0	0	196	0,00	-2,60	-8,73	-509	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P5	0	0	1656	6,15	-7,40	-5,00	-12254	-10184	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P5'	0	0	173	6,50	-7,40	-8,75	-1277	-1121	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P5''	0	0	28	6,36	-7,40	-9,23	-206	-177	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P6	0	0	1656	-6,15	-7,40	-5,00	-12254	10184	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P6'	0	0	173	-6,50	-7,40	-8,75	-1277	1121	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P6''	0	0	28	-6,36	-7,40	-9,23	-206	177	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ballast	GBV	0	0	1207	0,00	-7,40	-9,50	-8932	0	0	0	0	0	18410	13548	0	0	
	GBH	0	477	0	0,00	-12,00	-4,73	2252	0	0	0	0	477	1207	562	0	0	
		0	477	1207				-6681	0	0	0	0	477	1207	562	0	0	
	Spinta terreno	THL	0	4634	0	0,00	-12,00	-3,15	14596	0	0	0	0	477	1207	562	0	0
		THTsx	3954	0	0	6,75	-6,30	-3,17	0	-12522	24912	0	0	0	0	0	0	0
		THTdx	-3954	0	0	-6,75	-6,30	-3,17	0	12522	-24912	0	0	0	0	0	0	0
		TVM	0	0	15216	0,00	-7,40	-5,73	-112598	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TVV	0	0	198	0,00	-0,30	-2,50	-59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	4634	15414				-98061	0	0	0	0	4634	15414	-5578	0	0	0	
Sovraccarico long	Q1	0	1135	0	0,00	-12,00	-4,73	5363	0	0	0	0	1135	0	5363	0	0	
	0	1135	0				5363	0	0	0	0	1135	0	5363	0	0	0	

NOME: FONDAZIONE SPALLA 1		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	264	334	11205	0,00	-0,60	-8,00	-5562	1180	124	264	334	11205	57613	-932	-1302
	Nvert Min	4	-224	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2963	-94	5	4	-224	5872	26951	-129	-19
	Vtrasv Max	281	334	8737	0,00	-0,60	-8,00	-4329	199	133	281	334	8737	45520	-2046	-1383
	Vtrasv Min	4	-224	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2963	-94	5	4	-224	5872	26951	-129	-19
	Mlong Max	4	224	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2909	-94	-1	4	224	5872	30592	-129	-25
	Mlong Min	264	334	11205	0,00	-0,60	-8,00	-5562	1180	124	264	334	11205	57613	-932	-1302
	Vlong Max	64	334	7357	0,00	-0,60	-8,00	-3638	4026	25	64	334	7357	38757	3510	-323
	Vlong Min	4	-224	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2963	-94	5	4	-224	5872	26951	-129	-19
	Mtrasv Max	124	334	7460	0,00	-0,60	-8,00	-3690	4166	55	124	334	7460	39263	3170	-617
	Mtrasv Min	4	-177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2957	-638	-1	4	-177	5872	27336	-492	-24
	Mtorc Max	281	334	8737	0,00	-0,60	-8,00	-4329	199	133	281	334	8737	45520	-2046	-1383
	Mtorc Min	4	224	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2909	-94	-1	4	224	5872	30592	-129	-25
ENV SLE RA	Nvert Max	182	242	7965	0,00	-0,60	-8,00	-3953	800	86	182	242	7965	40995	-660	-899
	Nvert Min	4	242	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2907	-94	-3	4	242	5872	30738	-129	-27
	Vtrasv Max	195	242	7811	0,00	-0,60	-8,00	-3877	101	92	195	242	7811	40242	-1458	-960
	Vtrasv Min	4	-177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2957	-457	-1	4	-177	5872	27336	-492	-24
	Mtrasv Max	87	209	6925	0,00	-0,60	-8,00	-3437	2836	42	87	209	6925	35631	2139	-428
	Mtrasv Min	4	-177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2957	-457	-1	4	-177	5872	27336	-492	-24
	Vlong Max	4	242	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2907	-94	-3	4	242	5872	30738	-129	-27
	Vlong Min	147	-242	7942	0,00	-0,60	-8,00	-4000	716	78	147	-242	7942	36948	-459	-714
	Mlong Max	4	242	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2907	-94	-3	4	242	5872	30738	-129	-27
	Mlong Min	182	-242	7965	0,00	-0,60	-8,00	-4012	800	96	182	-242	7965	37061	-660	-899
	Mtorc Max	195	-242	7811	0,00	-0,60	-8,00	-3935	101	103	195	-242	7811	36308	-1458	-950
	Mtorc Min	4	242	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2907	-94	-3	4	242	5872	30738	-129	-27
ENV SLE QP	Nvert Max	4	177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2915	-94	5	4	177	5872	30207	-129	-19
	Nvert Min	4	-177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2957	-94	-1	4	-177	5872	27336	-129	-24
	Vtrasv Max	4	177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2915	-94	5	4	177	5872	30207	-129	-19
	Vtrasv Min	4	-177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2957	-94	-1	4	-177	5872	27336	-129	-24
	Mtrasv Max	4	177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2915	-94	5	4	177	5872	30207	-129	-19
	Mtrasv Min	4	-177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2957	-94	-1	4	-177	5872	27336	-129	-24
	Vlong Max	4	177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2915	-94	5	4	177	5872	30207	-129	-19
	Vlong Min	4	-177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2957	-94	-1	4	-177	5872	27336	-129	-24
	Mlong Max	4	177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2915	-94	5	4	177	5872	30207	-129	-19
	Mlong Min	4	-177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2957	-94	-1	4	-177	5872	27336	-129	-24
	Mtorc Max	4	177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2915	-94	5	4	177	5872	30207	-129	-19
	Mtorc Min	4	-177	5872	0,00	-0,60	-8,00	-2957	-94	-1	4	-177	5872	27336	-129	-24

Tabella 40 – Riepilogo azioni elementari statiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	108

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv} F _x [kN]	V _{long} F _y [kN]	N _{vert} F _z [kN]	M _{long} M _x [kNm]	M _{trasv} M _y [kNm]	M _{torc} M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	18410	13548	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	477	1207	562	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	4634	15414	-5578	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	264	334	11205	57613	-932	-1302
	Nvert Min	4	-224	5872	26951	-129	-19
	Vtrasv Max	281	334	8737	45520	-2046	-1383
	Vtrasv Min	4	-224	5872	26951	-129	-19
	Mtrasv Max	4	224	5872	30592	-129	-25
	Mtrasv Min	264	334	11205	57613	-932	-1302
	Vlong Max	64	334	7357	38757	3510	-323
	Vlong Min	4	-224	5872	26951	-129	-19
	Mlong Max	124	334	7460	39263	3170	-617
	Mlong Min	4	-177	5872	27336	-673	-24
	Mtorc Max	281	334	8737	45520	-2046	-1383
	Mtorc Min	4	224	5872	30592	-129	-25
SLE RA Impalcato	Nvert Max	182	242	7965	40995	-660	-899
	Nvert Min	4	242	5872	30738	-129	-27
	Vtrasv Max	195	242	7811	40242	-1458	-960
	Vtrasv Min	4	-177	5872	27336	-492	-24
	Mtrasv Max	87	209	6925	35631	2139	-428
	Mtrasv Min	4	-177	5872	27336	-492	-24
	Vlong Max	4	242	5872	30738	-129	-27
	Vlong Min	147	-242	7942	36948	-459	-714
	Mlong Max	4	242	5872	30738	-129	-27
	Mlong Min	182	-242	7965	37061	-660	-889
	Mtorc Max	195	-242	7811	36308	-1458	-950
	Mtorc Min	4	242	5872	30738	-129	-27
SLE QP Impalcato	Nvert Max	4	177	5872	30207	-129	-19
	Nvert Min	4	-177	5872	27336	-129	-24
	Vtrasv Max	4	177	5872	30207	-129	-19
	Vtrasv Min	4	-177	5872	27336	-129	-24
	Mtrasv Max	4	177	5872	30207	-129	-19
	Mtrasv Min	4	-177	5872	27336	-129	-24
	Vlong Max	4	177	5872	30207	-129	-19
	Vlong Min	4	-177	5872	27336	-129	-24
	Mlong Max	4	177	5872	30207	-129	-19
	Mlong Min	4	-177	5872	27336	-129	-24
	Mtorc Max	4	177	5872	30207	-129	-19
	Mtorc Min	4	-177	5872	27336	-129	-24

LINEA PESCARA – BARI

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

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	109

Qk1	Q (acc. Traffico)	0	1135	0	5363	0	0
E	Sisma long	0	14010	0	58062	0	0
Sisma	Sisma trasv	13184	0	0	0	-66935	-10769
	Sisma vert	0	0	6592	5384	0	0

Tabella 41 – Risultanti azioni elementari al centro della palificata G (quota testa palo)

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	111

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	SLU6	60990	264	-932	9644	76155	-1302
N _{vert} Min	SLU24	40903	4	-129	6980	46900	-25
V _{trasv} Max	SLU3	58522	281	-2046	9644	64062	-1383
V _{trasv} Min	SLU22	40903	4	-673	6579	43644	-24
M _{trasv} Max	SLU6	57142	64	3510	9644	57299	-323
M _{trasv} Min	SLU14	43768	281	-2046	7089	61828	-1383
V _{long} Max	SLU11	58522	281	-2046	9644	64062	-1383
V _{long} Min	SLU14	40903	4	-129	6532	43259	-19
M _{long} Max	SLU7	60990	264	-932	9644	76155	-1302
M _{long} Min	SLU15	40903	4	-129	6532	43259	-19
M _{torc} Max	SLU2	55657	4	-129	9087	45493	-19
M _{torc} Min	SLU15	43768	281	-2046	7089	61828	-1383
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	47495	3960	-20210	9490	61542	-3249
N _{vert} Min	SLV6	34311	3960	-20210	9490	50773	-3249
V _{trasv} Max	SLV3	42880	13189	-67065	9490	57773	-10788
V _{trasv} Min	SLV6	34311	3960	-20210	9490	50773	-3249
M _{trasv} Max	SLV1	42880	3960	-20210	19297	98416	-3249
M _{trasv} Min	SLV6	38925	13189	-67065	9490	54542	-10788
V _{long} Max	SLV1	42880	3960	-20210	19297	98416	-3249
V _{long} Min	SLV6	34311	3960	-20210	9490	50773	-3249
M _{long} Max	SLV1	42880	3960	-20210	19297	98416	-3249
M _{long} Min	SLV4	34311	3960	-20210	9490	50773	-3249
M _{torc} Max	SLV5	47495	3960	-20210	9490	61542	-3249
M _{torc} Min	SLV4	38925	13189	-67065	9490	54542	-10788

Tabella 43 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	112

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	42996	182	-660	6487	54890	-899
N _{vert} Min	RA12	40903	4	-129	6487	44633	-27
V _{trasv} Max	RA3	42842	195	-1458	6487	54137	-960
V _{trasv} Min	RA4	40903	4	-492	6068	41231	-24
M _{trasv} Max	RA1	41955	87	2139	6455	49526	-428
M _{trasv} Min	RA4	42842	195	-1458	6003	50203	-950
V _{long} Max	RA7	40903	4	-129	6487	44633	-27
V _{long} Min	RA11	42842	195	-1458	6003	50203	-950
M _{long} Max	RA5	42996	182	-660	6487	54890	-899
M _{long} Min	RA11	40903	4	-492	6068	41231	-24
M _{torc} Max	RA4	40903	4	-492	6068	41231	-24
M _{torc} Min	RA3	42842	195	-1458	6487	54137	-960
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	40903	4	-129	5287	38739	-19
N _{vert} Min	QP12	40903	4	-129	4933	35868	-24
V _{trasv} Max	QP1	40903	4	-129	5287	38739	-19
V _{trasv} Min	QP12	40903	4	-129	4933	35868	-24
M _{trasv} Max	QP1	40903	4	-129	5287	38739	-19
M _{trasv} Min	QP12	40903	4	-129	4933	35868	-24
V _{long} Max	QP1	40903	4	-129	5287	38739	-19
V _{long} Min	QP12	40903	4	-129	4933	35868	-24
M _{long} Max	QP1	40903	4	-129	5287	38739	-19
M _{long} Min	QP12	40903	4	-129	4933	35868	-24
M _{torc} Max	QP1	40903	4	-129	5287	38739	-19
M _{torc} Min	QP12	40903	4	-129	4933	35868	-24

Tabella 44 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	113

11.4 SOLLECITAZIONI MURO PARAGHIAIA

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 al muro paraghiaia della spalla, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi.

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 del muro paraghiaia a quota estradosso elevazione, e i rispettivi assi x, y, z come riportato nella figura seguente.

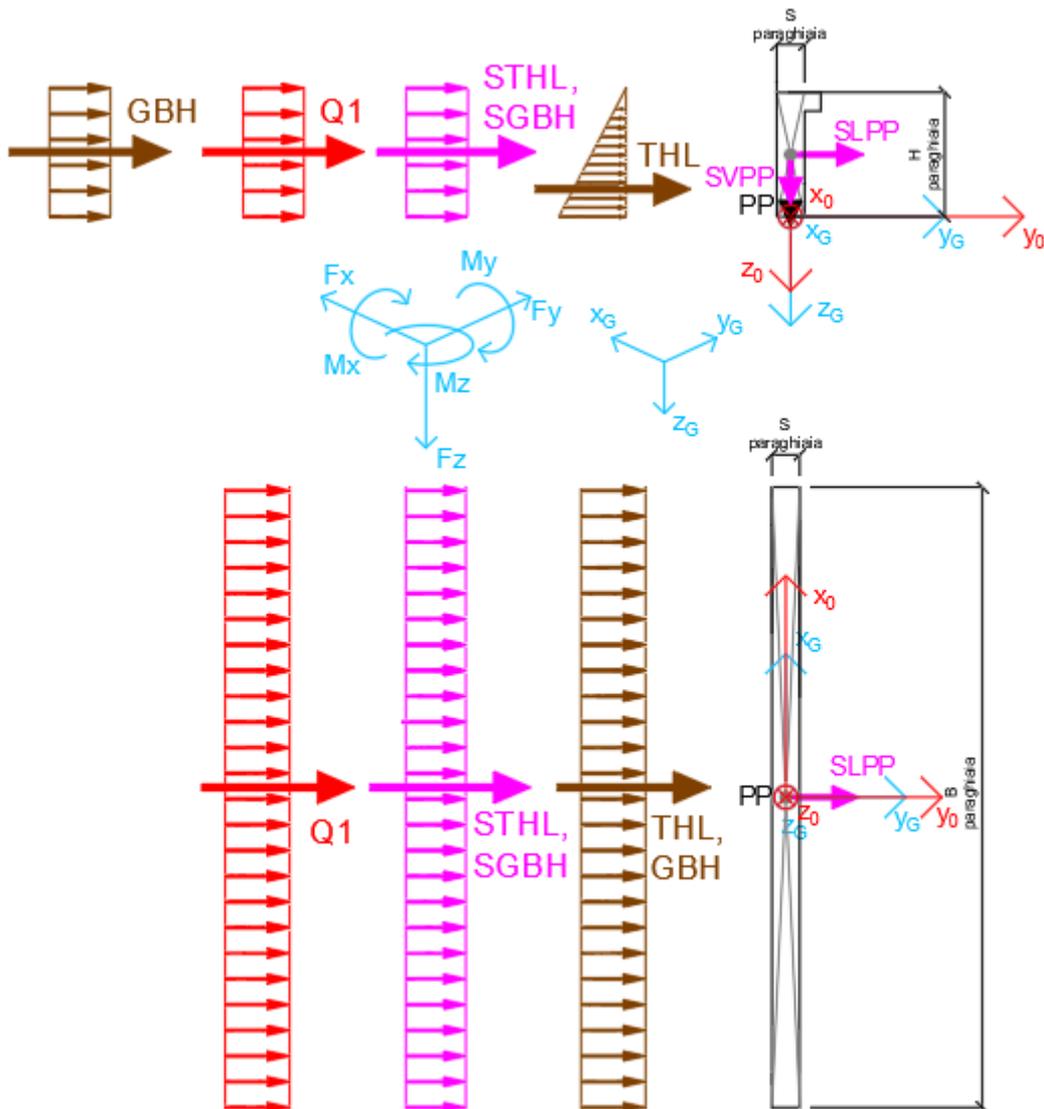


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	114

11.4.1 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.

NOME: MURO PARAGHIAIA				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO												
PGA orizzontale a _g (g)	0,224	Coeff. sismico orizz. k _h		0,3060				Coeff. spinta attiva sismica k _{aE}				0,4210				
Coeff. stratigrafico S _s	1,366	Coeff. sismico vert. k _v		0,1530												
NOME: MURO PARAGHIAIA				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA												
		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 long	SLPP	0	60	0	0,00	0,00	-0,73	43	0	0	0	0	60	0	43	0
		0	60	0				43	0	0	0	0	60	0	43	0
Sisma vert	SVPP	0	0	30	0,00	0,00	-0,73	0	0	0	0	0	0	30	0	0
		0	0	30				0	0	0	0	0	0	30	0	0
Sisma ballast long	SGBH	0	47	0	0,00	-0,20	-0,73	34	0	0	0	0	47	0	34	0
		0	47	0				34	0	0	0	0	47	0	34	0
Sisma terreno long	STHL	0	70	0	0,00	-0,20	-0,73	51	0	0	0	0	70	0	51	0
		0	70	0				51	0	0	0	0	70	0	51	0

Tabella 45 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

NOME: MURO PARAGHIAIA				PARAMETRI DI CALCOLO MURO PARAGHIAIA												
H paraghiaia (m)	1,45	Carico perm. Gb ballast (kPa)		9,72		Angolo di attrito terreno (°)		38,00		XG elevazione		0,00				
S paraghiaia (m)	0,40	Carico variab. Q LM71 (kPa)		56,18		Coeff. spinta attiva statica k _a		0,2379		YG elevazione		0,00				
B paraghiaia (m)	13,50	Peso terreno (kN/m ³)		20,00		Coeff. spinta riposo statica k ₀		0,3843		ZG elevazione		0,00				
NOME: MURO PARAGHIAIA				CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA												
		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	PP	0	0	196	0,00	0,00	-0,73	0	0	0	0	0	196	0	0	0
		0	0	196				0	0	0	0	0	196	0	0	0
Ballast	GBH	0	73	0	0,00	-0,20	-0,73	53	0	0	0	0	73	0	53	0
		0	73	0				53	0	0	0	0	73	0	53	0
Spinta terreno	THL	0	109	0	0,00	-0,20	-0,48	53	0	0	0	0	109	0	53	0
		0	109	0				53	0	0	0	0	109	0	53	0
Sovraccarico long	Q1	0	423	0	0,00	-0,20	-0,73	306	0	0	0	0	423	0	306	0
		0	423	0				306	0	0	0	0	423	0	306	0

Tabella 46 – Riepilogo azioni elementari statiche

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv}	V _{long}	N _{vert}	M _{long}	M _{trasv}	M _{torc}
		F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	196	0	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	73	0	53	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	109	0	53	0	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	0	423	0	306	0	0
E Sisma	Sisma long	0	177	0	128	0	0
	Sisma vert	0	0	30	0	0	0
	-Sisma vert	0	0	-30	0	0	0

Tabella 47 – Risultanti azioni elementari al centro dell'elevazione G (quota estradosso fondazione)

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	115

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2 Perm. Non Str.-G2,2 (terreno)	Qk1-Q (acc. Traffico)	E-Sisma long	E-Sisma vert	E--Sisma vert
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,50	1,45	0,00	0,00	0,00
SLU	3	3	SLU3	1,00	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	4	4	SLU4	1,00	1,50	1,50	1,45	0,00	0,00	0,00
SLU	5	5	SLU5	1,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00
SLV	6	6	SLV1	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,30	0,00
SLV	6	7	SLV2	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,30
SLV	6	8	SLV3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,30	1,00	0,00
SLV	6	9	SLV4	1,00	1,00	1,00	0,00	0,30	0,00	1,00
SLE RA	7	10	RA1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	8	11	RA2	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	8	12	QP1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	9	13	QP2	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabella 48 – Combinazioni di carico adottate

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	116

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	SLU2	264	886	603
N _{vert} Min	SLU5	196	613	444
V _{long} Max	SLU2	264	886	603
V _{long} Min	SLU3	196	273	159
M _{long} Max	SLU2	264	886	603
M _{long} Min	SLU3	196	273	159
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	SLV3	226	235	144
N _{vert} Min	SLV4	166	235	144
V _{long} Max	SLV1	205	359	234
V _{long} Min	SLV4	166	235	144
M _{long} Max	SLV1	205	359	234
M _{long} Min	SLV4	166	235	144

Tabella 49 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	RA1	196	605	412
N _{vert} Min	RA2	196	182	106
V _{long} Max	RA1	196	605	412
V _{long} Min	RA2	196	182	106
M _{long} Max	RA1	196	605	412
M _{long} Min	RA2	196	182	106
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	QP1	196	182	106
N _{vert} Min	QP2	196	0	0
V _{long} Max	QP1	196	182	106
V _{long} Min	QP2	196	0	0
M _{long} Max	QP1	196	182	106
M _{long} Min	QP2	196	0	0

Tabella 50 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	117

11.5 SOLLECITAZIONI MURO D'ALA

11.5.1 Sezione superiore muro d'ala

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 al muro laterale della spalla, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi.

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 baricentro del muro d'ala alla quota del ringrosso della sezione, e i rispettivi assi x, y, z come riportato nella figura seguente.

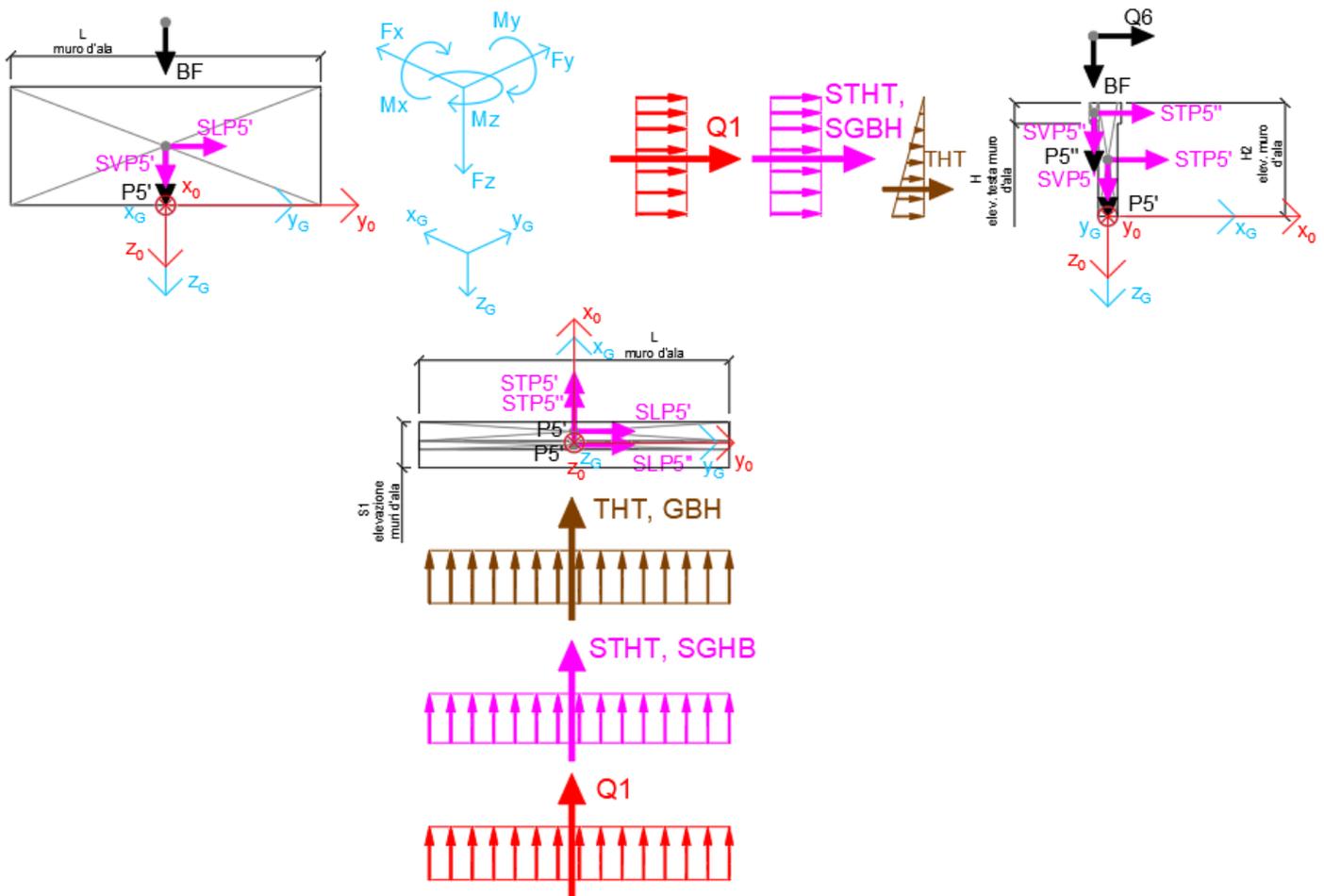


Figura 31 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	118

11.5.1.1 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.

NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO												
PGA orizzontale a _g (g)		0,224		Coeff. sismico orizz. k _h				0,3060			Coeff. spinta attiva sismica k _{aE}				0,4210	
Coeff. stratigrafico SS		1,366		Coeff. sismico vert. k _v				0,1530								
NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA												
	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 trasv	STP5'	53	0	0	0,00	0,00	-0,75	0	-40	0						
	STP5"	9	0	0	0,49	0,00	-1,23	0	-10	0						
	STP7	7	0	0	0,00	-6,35	-1,25	0	-8	43						
	STP7'	16	0	0	0,00	-5,77	-0,22	0	-3	91						
	84	0	0				0	-62	133	84	0	0	0	-62	133	
Sisma vert	SVP5'	0	0	26	0,00	0,00	-0,75	0	0	0						
	SVP5"	0	0	4	0,49	0,00	-1,23	0	-2	0						
	SVP7	0	0	3	0,00	-6,35	-1,25	-21	0	0						
	SVP7'	0	0	8	0,00	-5,77	-0,22	-45	0	0						
	0	0	42				-67	-2	0	0	0	42	-67	-2	0	
Sisma ballast trasv	SGBH	33	0	0	-0,25	0,00	-0,75	0	-25	0	33	0	0	0	-25	0
		33	0	0				0	-25	0						
Sisma terreno trasv	STHT	51	0	0	-0,25	0,00	-0,50	0	-26	0	51	0	0	0	-26	0
		51	0	0				0	-26	0						

Tabella 51 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 1				PARAMETRI DI CALCOLO MURO D'ALA											
S1 elevazione muri d'ala (m)	1,20	L muro d'ala (m)		9,20	S orecchia (m)		3,50	Carico variab. Q LM71 (kPa)			23,15				
S2 elevazione muri d'ala (m)	0,50	S elev. testa muri d'ala (m)		0,22	Peso terreno (kN/m ³)		20,00	Carico ballast (kPa)			9,72				
H1 elev. muro d'ala sx (m)	6,00	H elev. testa muro d'ala (m)		0,55	Coeff. spinta attiva statica k _a		0,2379	X _G muro sx			0,00				
H2 elev. muro d'ala (m)	1,50	H1 orecchia (m)		2,35	Coeff. spinta riposo statica k ₀		0,3843	Y _G muro sx			0,00				
H reintero muro d'ala sx (m)	7,50	H2 orecchia (m)		0,50				Z _G muro sx			0,00				
NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA											
	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	P5'	0	0	173	0,00	0,00	-0,75	0	0	0					
	P5"	0	0	28	0,49	0,00	-1,23	0	-14	0					
	P7	0	0	22	0,00	-6,35	-1,25	-139	0	0					
	P7'	0	0	51	0,00	-5,77	-0,22	-296	0	0					
		0	0	274				-435	-14	0	0	0	274	-435	-14
Barriera fonoassorbente	BF	0	0	184	-0,35	0,00	-4,00	0	64	0					
		0	0	184				0	64	0	0	0	184	0	64
Ballast	GBH	52	0	0	-0,25	0,00	-0,75	0	-39	0	52	0	0	0	-39
		52	0	0				0	-39	0					
Spinta terreno	THT	80	0	0	-0,25	0,00	-0,50	0	-40	0	80	0	0	0	-40
		80	0	0				0	-40	0					
Sovraccarico traffico	Q1	123	0	0	-0,25	0,00	-0,75	0	-92	0	123	0	0	0	-92
		123	0	0				0	-92	0					
Vento	Q6	92	0	0	-0,35	0,00	-4,00	0	-366	0	92	0	0	0	-366
		92	0	0				0	-366	0					

Tabella 52 – Riepilogo azioni elementari statiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	119

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trav} F _x [kN]	V _{long} F _y [kN]	N _{vert} F _z [kN]	M _{long} M _x [kNm]	M _{trav} M _y [kNm]	M _{torc} M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	274	-435	-14	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	52	0	0	0	-39	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (barriera)	0	0	184	0	64	0
Gk2 Perm. Non Str. altri	G2,3 (terreno)	80	0	0	0	-40	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	123	0	0	0	-92	0
Qk6 Vento	Vento MAX	92	0	0	0	-366	0
	Vento MIN	-92	0	0	0	366	0
E Sisma	Sisma trasv	168	0	0	0	-112	133
	-Sisma trasv	-168	0	0	0	112	-133
	Sisma vert	0	0	42	-67	-2	0
	-Sisma vert	0	0	-42	67	2	0

Tabella 53 – Risultanti azioni elementari al centro del muro d'ala G (quota ringrosso sezione)

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2 Perm. Non Str.-G2,2 (barriera)	Gk2 Perm. Non Str. altri-G2,3 (terreno)	Qk1-Q (acc. Traffico)	Qk6-Vento MAX	Qk6-Vento MIN	E-Sisma trasv	E-Sisma trasv	E-Sisma vert	E-Sisma vert
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,50	1,50	1,45	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	2	3	SLU3	1,35	1,50	1,50	1,50	1,45	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	3	4	SLU4	1,35	1,50	1,50	1,50	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	4	5	SLU5	1,35	1,50	1,50	1,50	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLV	5	6	SLV1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,30	0,00
SLV	5	7	SLV2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,00	0,30	0,00
SLV	5	8	SLV3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,00	0,30
SLV	5	9	SLV4	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	0,30
SLV	5	10	SLV5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,30	0,00	1,00	0,00
SLV	5	11	SLV6	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,30	0,00	1,00	0,00
SLV	5	12	SLV7	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,30	0,00	0,00	1,00
SLV	5	13	SLV8	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,30	0,00	0,00	1,00
SLV	5	14	SLV9	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00
SLV	5	15	SLV10	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,30	0,00
SLV	5	16	SLV11	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,30
SLV	5	17	SLV12	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,30
SLV	5	18	SLV13	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,30	1,00	0,00
SLV	5	19	SLV14	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,30	1,00	0,00
SLV	5	20	SLV15	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,30	0,00	1,00
SLV	5	21	SLV16	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,30	0,00	1,00
SLE RA	6	22	RA1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	6	23	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	7	24	RA3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	7	25	RA4	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	8	26	QP1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	9	27	QP2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	9	28	QP3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabella 54 – Combinazioni di carico adottate

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	120

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLU3	645	292	157
N _{vert} Min	SLU5	645	375	-173
V _{trasv} Max	SLU2	645	457	-503
V _{trasv} Min	SLU3	645	292	157
M _{trasv} Max	SLU5	645	292	157
M _{trasv} Min	SLU4	645	334	-589
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLV14	499	35	187
N _{vert} Min	SLV15	416	126	-175
V _{trasv} Max	SLV3	445	345	-322
V _{trasv} Min	SLV10	470	-83	267
M _{trasv} Max	SLV12	445	-83	268
M _{trasv} Min	SLV1	470	345	-324

Tabella 55 – ENV SLU, SLV - Azioni totali involuppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	RA4	458	138	265
N _{vert} Min	RA3	458	321	-467
V _{trasv} Max	RA3	458	321	-467
V _{trasv} Min	RA4	458	138	265
M _{trasv} Max	RA4	458	138	265
M _{trasv} Min	RA3	458	321	-467
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	QP3	458	85	155
N _{vert} Min	QP2	458	177	-211
V _{trasv} Max	QP2	458	177	-211
V _{trasv} Min	QP3	458	85	155
M _{trasv} Max	QP3	458	85	155
M _{trasv} Min	QP2	458	177	-211

Tabella 56 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali involuppo

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	121

11.5.2 Sezione base muro d'ala

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 al muro laterale della spalla, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi.

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 baricentro del muro d'ala a quota estradosso plinto., e i rispettivi assi x, y, z come riportato nella figura seguente.

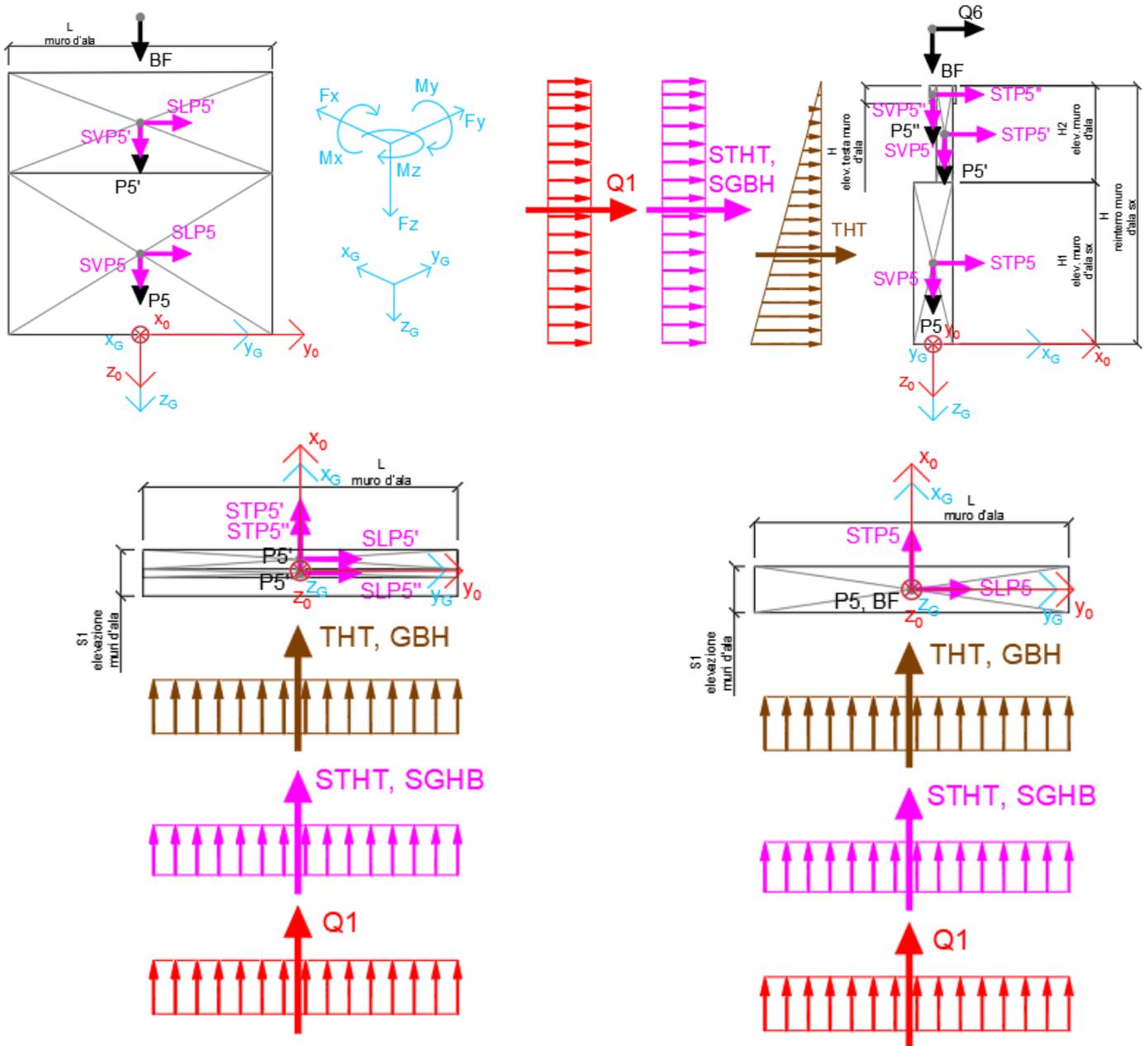


Figura 32 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	122

11.5.2.1 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.

NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO												
PGA orizzontale a _g (g)	0,224	Coeff. sismico orizz. k _h				0,3060	Coeff. spinta attiva sismica k _{aE}				0,4210					
Coeff. stratigrafico SS	1,366	Coeff. sismico vert. k _v				0,1530										
NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA												
	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 trasv	STP5	507	0	0	0,00	0,00	-3,00	0	-1520	0						
	STP5'	53	0	0	0,35	0,00	-6,75	0	-356	0						
	STP5"	9	0	0	-0,01	0,00	-7,23	0	-62	0						
	STP7	7	0	0	0,35	-6,35	-7,25	0	-49	43						
	STP7'	16	0	0	0,35	-5,77	-6,22	0	-98	91						
		590	0	0				0	-2084	133	590	0	0	0	-2084	133
Sisma vert	SVP5	0	0	253	0,00	0,00	-3,00	0	0	0						
	SVP5'	0	0	26	0,35	0,00	-6,75	0	-9	0						
	SVP5"	0	0	4	-0,01	0,00	-7,23	0	0	0						
	SVP7	0	0	3	0,35	-6,35	-7,25	-21	-1	0						
	SVP7'	0	0	8	0,35	-5,77	-6,22	-45	-3	0						
		0	0	295				-67	-13	0	0	0	295	-67	-13	0
Sisma ballast trasv	SGBH	166	0	0	-0,60	0,00	-3,75	0	-622	0						
		166	0	0				0	-622	0	166	0	0	0	-622	0
Sisma terreno trasv	STHT	1281	0	0	-0,60	0,00	-2,50	0	-3202	0						
		1281	0	0				0	-3202	0	1281	0	0	0	-3202	0

Tabella 57 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 1				PARAMETRI DI CALCOLO MURO D'ALA												
S1 elevazione muri d'ala (m)	1,20	L muro d'ala (m)		9,20	S orecchia (m)		3,50	Carico variab. Q LM71 (kPa)			23,15					
S2 elevazione muri d'ala (m)	0,50	S elev. testa muri d'ala (m)		0,22	Peso terreno (kN/m ³)		20,00	Carico ballast (kPa)			9,72					
H1 elev. muro d'ala sx (m)	6,00	H elev. testa muro d'ala (m)		0,55	Coeff. spinta attiva statica k _a		0,2379	X _G muro sx			0,00					
H2 elev. muro d'ala (m)	1,50	H1 orecchia (m)		2,35	Coeff. spinta riposo statica k ₀		0,3843	Y _G muro sx			0,00					
H reinterro muro d'ala sx (m)	7,50	H2 orecchia (m)		0,50				Z _G muro sx			0,00					
NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA												
	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	P5	0	0	1656	0,00	0,00	-3,00	0	0	0						
	P5'	0	0	173	0,35	0,00	-6,75	0	-60	0						
	P5"	0	0	28	-0,01	0,00	-7,23	0	0	0						
	P7	0	0	22	0,35	-6,35	-7,25	-139	-8	0						
	P7'	0	0	51	0,35	-5,77	-6,22	-296	-18	0						
		0	0	1930				-435	-86	0	0	0	1930	-435	-86	0
Barriera fonosorbente	BF	0	0	184	0,00	0,00	-10,00	0	0	0						
		0	0	184				0	0	0	0	0	184	0	0	0
Ballast	GBH	258	0	0	-0,60	0,00	-3,75	0	-966	0						
		258	0	0				0	-966	0	258	0	0	0	-966	0
Spinta terreno	THT	1989	0	0	-0,60	0,00	-2,50	0	-4972	0						
		1989	0	0				0	-4972	0	1989	0	0	0	-4972	0
Sovraccarico traffico	Q1	614	0	0	-0,60	0,00	-3,75	0	-2302	0						
		614	0	0				0	-2302	0	614	0	0	0	-2302	0
Vento	Q6	92	0	0	0,00	0,00	-10,00	0	-915	0						
		92	0	0				0	-915	0	92	0	0	0	-915	0

Tabella 58 – Riepilogo azioni elementari statiche

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	123

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv} F _x [kN]	V _{long} F _y [kN]	N _{vert} F _z [kN]	M _{long} M _x [kNm]	M _{trasv} M _y [kNm]	M _{torc} M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	1930	-435	-86	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	258	0	0	0	-966	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (barriera)	0	0	184	0	0	0
Gk2 Perm. Non Str. altri	G2,3 (terreno)	1989	0	0	0	-4972	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	614	0	0	0	-2302	0
Qk6 Vento	Vento MAX	92	0	0	0	-915	0
	Vento MIN	-92	0	0	0	915	0
E Sisma	Sisma trasv	2037	0	0	0	-5909	133
	-Sisma trasv	-2037	0	0	0	5909	-133
	Sisma vert	0	0	295	-67	-13	0
	-Sisma vert	0	0	-295	67	13	0

Tabella 59 – Risultanti azioni elementari al centro del muro d'ala G (quota estradosso fondazione)

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2 Perm. Non Str.-G2,2 (barriera)	Gk2 Perm. Non Str.-G2,3 (terreno)	Qk1-Q (acc. Traffico)	Qk6-Vento MAX	Qk6-Vento MIN	E-Sisma trasv	E-Sisma trasv	E-Sisma vert	E-Sisma vert
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,50	1,50	1,45	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	2	3	SLU3	1,35	1,50	1,50	1,50	1,45	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	3	4	SLU4	1,35	1,50	1,50	1,50	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	4	5	SLU5	1,35	1,50	1,50	1,50	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLV	5	6	SLV1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,30	0,00
SLV	5	7	SLV2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,00	0,30	0,00
SLV	5	8	SLV3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,00	0,30
SLV	5	9	SLV4	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	0,30
SLV	5	10	SLV5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,30	0,00	1,00	0,00
SLV	5	11	SLV6	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,30	0,00	1,00	0,00
SLV	5	12	SLV7	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,30	0,00	0,00	1,00
SLV	5	13	SLV8	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,30	0,00	0,00	1,00
SLV	5	14	SLV9	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00
SLV	5	15	SLV10	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,30	0,00
SLV	5	16	SLV11	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,30
SLV	5	17	SLV12	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,30
SLV	5	18	SLV13	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,30	1,00	0,00
SLV	5	19	SLV14	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,30	1,00	0,00
SLV	5	20	SLV15	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,30	0,00	1,00
SLV	5	21	SLV16	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,30	0,00	1,00
SLE RA	6	22	RA1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	6	23	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	7	24	RA3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	7	25	RA4	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	8	26	QP1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	9	27	QP2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	9	28	QP3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabella 60 – Combinazioni di carico adottate

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	124

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLU4	2881	3507	-10397
N _{vert} Min	SLU5	2881	4260	-12362
V _{trasv} Max	SLU2	2881	4343	-13186
V _{trasv} Min	SLU4	2881	3507	-10397
M _{trasv} Max	SLU5	2881	3507	-10397
M _{trasv} Min	SLU5	2881	4343	-13186
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLV14	2409	1590	-3807
N _{vert} Min	SLV15	1818	1681	-4697
V _{trasv} Max	SLV3	2025	4330	-12387
V _{trasv} Min	SLV10	2202	164	338
M _{trasv} Max	SLV12	2025	164	346
M _{trasv} Min	SLV1	2202	4330	-12395

Tabella 61 – ENV SLU, SLV - Azioni totali involuppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	RA4	2114	2646	-6951
N _{vert} Min	RA3	2114	2829	-8782
V _{trasv} Max	RA1	2114	2915	-8876
V _{trasv} Min	RA4	2114	2646	-6951
M _{trasv} Max	RA4	2114	2646	-6951
M _{trasv} Min	RA1	2114	2915	-8876
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	QP3	2114	2201	-5567
N _{vert} Min	QP2	2114	2292	-6482
V _{trasv} Max	QP2	2114	2292	-6482
V _{trasv} Min	QP3	2114	2201	-5567
M _{trasv} Max	QP3	2114	2201	-5567
M _{trasv} Min	QP2	2114	2292	-6482

Tabella 62 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali involuppo

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	125

11.6 VERIFICHE MURO FRONTALE

Nel seguente paragrafo vengono riportate le sollecitazioni a quota estradosso plinto di fondazione per le combinazioni di carico allo SLU e le relative verifiche di resistenza a pressoflessione e taglio.

11.6.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

La sezione è armata con un quantitativo di armatura longitudinale nel lato teso di $\Phi 24/20$ e nel lato compresso di $\Phi 20/20$ come rappresentato nella figura seguente per un totale di 148 ferri. I domini di resistenza M-N e i coefficienti di sicurezza a pressoflessione sono ottenuti attraverso il software SAX 10.0 distribuito da Aztec.

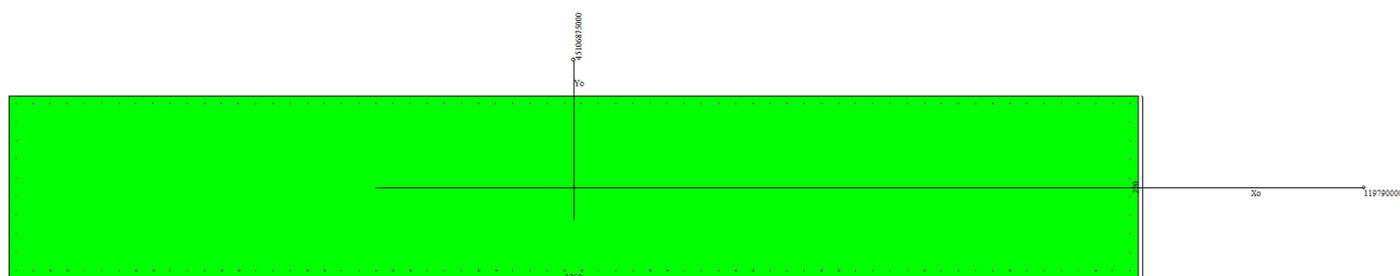


Figura 33 – Sezione trasversale spalla 1 e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE SPALLA S1

Tipo sezione: Rettangolare
 Base: 1350,0 [cm]
 Altezza: 220,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione: 297000,00 [cmq]
 Inerzia in direzione X: 45106875000,0 [cm⁴]
 Inerzia in direzione Y: 11979000000,0 [cm⁴]
 Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm⁴]
 Ascissa baricentro sezione: $X_G = 675,00$ [cm]
 Ordinata baricentro sezione: $Y_G = 110,00$ [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	9,20	9,20	24	4,52
2	29,69	9,20	24	4,52

LINEA PESCARA – BARI

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

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	126

3	50,17	9,20	24	4,52
4	70,66	9,20	24	4,52
5	91,14	9,20	24	4,52
6	111,63	9,20	24	4,52
7	132,12	9,20	24	4,52
8	152,60	9,20	24	4,52
9	173,09	9,20	24	4,52
10	193,58	9,20	24	4,52
11	214,06	9,20	24	4,52
12	234,55	9,20	24	4,52
13	255,03	9,20	24	4,52
14	275,52	9,20	24	4,52
15	296,01	9,20	24	4,52
16	316,49	9,20	24	4,52
17	336,98	9,20	24	4,52
18	357,46	9,20	24	4,52
19	377,95	9,20	24	4,52
20	398,44	9,20	24	4,52
21	418,92	9,20	24	4,52
22	439,41	9,20	24	4,52
23	459,90	9,20	24	4,52
24	480,38	9,20	24	4,52
25	500,87	9,20	24	4,52
26	521,35	9,20	24	4,52
27	541,84	9,20	24	4,52
28	562,33	9,20	24	4,52
29	582,81	9,20	24	4,52
30	603,30	9,20	24	4,52
31	623,78	9,20	24	4,52
32	644,27	9,20	24	4,52
33	664,76	9,20	24	4,52
34	685,24	9,20	24	4,52
35	705,73	9,20	24	4,52
36	726,22	9,20	24	4,52
37	746,70	9,20	24	4,52
38	767,19	9,20	24	4,52
39	787,67	9,20	24	4,52
40	808,16	9,20	24	4,52
41	828,65	9,20	24	4,52
42	849,13	9,20	24	4,52
43	869,62	9,20	24	4,52
44	890,10	9,20	24	4,52
45	910,59	9,20	24	4,52
46	931,08	9,20	24	4,52
47	951,56	9,20	24	4,52
48	972,05	9,20	24	4,52
49	992,54	9,20	24	4,52
50	1013,02	9,20	24	4,52
51	1033,51	9,20	24	4,52
52	1053,99	9,20	24	4,52
53	1074,48	9,20	24	4,52
54	1094,97	9,20	24	4,52
55	1115,45	9,20	24	4,52
56	1135,94	9,20	24	4,52
57	1156,42	9,20	24	4,52
58	1176,91	9,20	24	4,52
59	1197,40	9,20	24	4,52
60	1217,88	9,20	24	4,52
61	1238,37	9,20	24	4,52
62	1258,86	9,20	24	4,52

LINEA PESCARA – BARI

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

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	127

63	1279,34	9,20	24	4,52
64	1299,83	9,20	24	4,52
65	1320,31	9,20	24	4,52
66	1340,80	9,20	24	4,52
67	1341,00	211,00	20	3,14
68	1320,51	211,00	20	3,14
69	1300,02	211,00	20	3,14
70	1279,52	211,00	20	3,14
71	1259,03	211,00	20	3,14
72	1238,54	211,00	20	3,14
73	1218,05	211,00	20	3,14
74	1197,55	211,00	20	3,14
75	1177,06	211,00	20	3,14
76	1156,57	211,00	20	3,14
77	1136,08	211,00	20	3,14
78	1115,58	211,00	20	3,14
79	1095,09	211,00	20	3,14
80	1074,60	211,00	20	3,14
81	1054,11	211,00	20	3,14
82	1033,62	211,00	20	3,14
83	1013,12	211,00	20	3,14
84	992,63	211,00	20	3,14
85	972,14	211,00	20	3,14
86	951,65	211,00	20	3,14
87	931,15	211,00	20	3,14
88	910,66	211,00	20	3,14
89	890,17	211,00	20	3,14
90	869,68	211,00	20	3,14
91	849,18	211,00	20	3,14
92	828,69	211,00	20	3,14
93	808,20	211,00	20	3,14
94	787,71	211,00	20	3,14
95	767,22	211,00	20	3,14
96	746,72	211,00	20	3,14
97	726,23	211,00	20	3,14
98	705,74	211,00	20	3,14
99	685,25	211,00	20	3,14
100	664,75	211,00	20	3,14
101	644,26	211,00	20	3,14
102	623,77	211,00	20	3,14
103	603,28	211,00	20	3,14
104	582,78	211,00	20	3,14
105	562,29	211,00	20	3,14
106	541,80	211,00	20	3,14
107	521,31	211,00	20	3,14
108	500,82	211,00	20	3,14
109	480,32	211,00	20	3,14
110	459,83	211,00	20	3,14
111	439,34	211,00	20	3,14
112	418,85	211,00	20	3,14
113	398,35	211,00	20	3,14
114	377,86	211,00	20	3,14
115	357,37	211,00	20	3,14
116	336,88	211,00	20	3,14
117	316,38	211,00	20	3,14
118	295,89	211,00	20	3,14
119	275,40	211,00	20	3,14
120	254,91	211,00	20	3,14
121	234,42	211,00	20	3,14
122	213,92	211,00	20	3,14

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	128

123	193,43	211,00	20	3,14
124	172,94	211,00	20	3,14
125	152,45	211,00	20	3,14
126	131,95	211,00	20	3,14
127	111,46	211,00	20	3,14
128	90,97	211,00	20	3,14
129	70,48	211,00	20	3,14
130	49,98	211,00	20	3,14
131	29,49	211,00	20	3,14
132	9,00	211,00	20	3,14
133	1341,00	31,44	20	3,14
134	1341,00	53,89	20	3,14
135	1341,00	76,33	20	3,14
136	1341,00	98,78	20	3,14
137	1341,00	121,22	20	3,14
138	1341,00	143,67	20	3,14
139	1341,00	166,11	20	3,14
140	1341,00	188,56	20	3,14
141	9,00	188,56	20	3,14
142	9,00	166,11	20	3,14
143	9,00	143,67	20	3,14
144	9,00	121,22	20	3,14
145	9,00	98,78	20	3,14
146	9,00	76,33	20	3,14
147	9,00	53,89	20	3,14
148	9,00	31,44	20	3,14

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	17483,5300	26185,4200	-404,1200	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	10522,5100	18102,8100	-120,5200	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	13635,4800	23876,5900	3639,2700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	13387,9300	20490,9600	-1484,4100	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	17483,5300	26185,4200	-404,1200	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	10522,5100	15358,5600	-120,5200	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	129

7	12466,7200	-19405,0100	17999,0900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
8	8578,3000	-19405,0100	15341,1000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
9	11105,7700	-5905,8700	25679,9500	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
10	8578,3000	-19405,0100	15341,1000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
11	11105,7700	-5905,8700	25679,9500	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
12	8578,3000	-19405,0100	15341,1000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
13	12615,6600	-294,7700	17968,9100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
14	10522,5100	-120,5200	16713,0100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
15	11575,2900	2313,1800	17144,5200	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
16	12461,9900	-1068,6400	14912,2700	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
17	12615,6600	-294,7700	17968,9100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
18	10522,5100	-483,2300	14148,9100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
19	10522,5100	-120,5200	12979,6000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
20	10522,5100	-120,5200	10815,8300	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
21	10522,5100	-120,5200	12979,6000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
22	10522,5100	-120,5200	10815,8300	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
23	10522,5100	-120,5200	12979,6000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
24	10522,5100	-120,5200	10815,8300	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 [°]
(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	1620,05	64,20	(1350,00; 3722,68)	(-449,38; 0,00)
14	1632,61	80,92	(1350,00; 10345,85)	(-303,32; 0,00)
15	439,54	-11,23	(-907,04; 220,00)	(1350,00; -228,12)
16	831,54	21,98	(1350,00; 896,71)	(-871,74; 0,00)
17	1620,05	64,20	(1350,00; 3722,68)	(-449,38; 0,00)
18	1284,82	41,66	(1350,00; 1719,61)	(-583,08; 0,00)
19	1895,02	78,37	(1350,00; 9402,30)	(-584,72; 0,00)
20	2122,97	76,13	(1350,00; 8855,45)	(-836,74; 0,00)
21	1895,02	78,37	(1350,00; 9402,30)	(-584,72; 0,00)
22	2122,97	76,13	(1350,00; 8855,45)	(-836,74; 0,00)
23	1895,02	78,37	(1350,00; 9402,30)	(-584,72; 0,00)
24	2122,97	76,13	(1350,00; 8855,45)	(-836,74; 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}
13	0,694	0,000	0,000	10,329	2,061
14	0,593	0,000	0,000	8,837	1,499
15	0,833	0,000	0,000	12,201	-0,806
16	0,711	0,000	0,000	10,512	1,718
17	0,694	0,000	0,000	10,329	2,061
18	0,587	0,000	0,000	8,715	1,616
19	0,539	0,000	0,000	8,037	2,299

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	130

20	0,508	0,000	0,000	7,574	2,763
21	0,539	0,000	0,000	8,037	2,299
22	0,508	0,000	0,000	7,574	2,763
23	0,539	0,000	0,000	8,037	2,299
24	0,508	0,000	0,000	7,574	2,763

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>48186,4684</u>	<u>-1113,7977</u>	<u>72169,8028</u>	2,76
<u>546650,5144</u>	<u>-12635,4578</u>	26185,4200	31,27
<u>48188,7627</u>	-404,1200	<u>72173,2390</u>	2,76
<u>546858,1315</u>	-404,1200	26185,4200	31,28
17483,5300	<u>-226961,1155</u>	26185,4200	561,62
17483,5300	<u>-670,2736</u>	<u>43431,1491</u>	1,66
17483,5300	-404,1200	<u>43431,4264</u>	1,66

Combinazione n° 2

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>34887,4753</u>	<u>-399,5851</u>	<u>60020,0273</u>	3,32
<u>556469,3005</u>	<u>-6373,5440</u>	18102,8100	52,88
<u>34888,0064</u>	-120,5200	<u>60020,9409</u>	3,32
<u>556551,3799</u>	-120,5200	18102,8100	52,89
10522,5100	<u>-194151,7126</u>	18102,8100	1610,95
10522,5100	<u>-243,5994</u>	<u>36590,0573</u>	2,02
10522,5100	-120,5200	<u>36590,1554</u>	2,02

Combinazione n° 3

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>33555,6271</u>	<u>8955,8994</u>	<u>58758,0305</u>	2,46
<u>541006,1136</u>	<u>144392,9600</u>	23876,5900	39,68
<u>33572,0386</u>	3639,2700	<u>58786,7681</u>	2,46
<u>549605,5908</u>	3639,2700	23876,5900	40,31
13635,4800	<u>207066,7992</u>	23876,5900	56,90
13635,4800	<u>6044,3959</u>	<u>39656,1844</u>	1,66
13635,4800	3639,2700	<u>39660,1776</u>	1,66

Combinazione n° 4

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>45667,7279</u>	<u>-5063,4887</u>	<u>69896,9584</u>	3,41
<u>551942,0752</u>	<u>-61197,5366</u>	20490,9600	41,23
<u>45681,2484</u>	-1484,4100	<u>69917,6523</u>	3,41
<u>553698,9199</u>	-1484,4100	20490,9600	41,36
13387,9300	<u>-209175,5475</u>	20490,9600	140,91
13387,9300	<u>-2855,5039</u>	<u>39417,6918</u>	1,92
13387,9300	-1484,4100	<u>39419,3435</u>	1,92

Combinazione n° 5

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
----------------	-----------------	-----------------	----

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	131

48186,4684	-1113,7977	72169,8028	2,76
<u>546650,5144</u>	<u>-12635,4578</u>	26185,4200	31,27
<u>48188,7627</u>	-404,1200	<u>72173,2390</u>	2,76
<u>546858,1315</u>	-404,1200	26185,4200	31,28
17483,5300	<u>-226961,1155</u>	26185,4200	561,62
17483,5300	<u>-670,2736</u>	<u>43431,1491</u>	1,66
17483,5300	-404,1200	<u>43431,4264</u>	1,66

Combinazione n° 6

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>51414,8918</u>	<u>-588,8826</u>	<u>75044,7090</u>	4,89
<u>559698,0348</u>	<u>-6410,5244</u>	15358,5600	53,19
<u>51416,4681</u>	-120,5200	<u>75047,0097</u>	4,89
<u>559776,2485</u>	-120,5200	15358,5600	53,20
10522,5100	<u>-195993,0050</u>	15358,5600	1626,23
10522,5100	<u>-287,1252</u>	<u>36590,0220</u>	2,38
10522,5100	-120,5200	<u>36590,1554</u>	2,38

Combinazione n° 7

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>32685,0341</u>	<u>47189,7076</u>	<u>-50875,7247</u>	2,62
<u>440285,9256</u>	<u>635672,0934</u>	-19405,0100	35,32
<u>32997,0122</u>	17999,0900	<u>-51361,3325</u>	2,65
<u>562903,9997</u>	17999,0900	-19405,0100	45,15
12466,7200	<u>196707,9771</u>	-19405,0100	10,93
12466,7200	<u>29038,3083</u>	<u>-31306,5085</u>	1,61
12466,7200	17999,0900	<u>-31358,3589</u>	1,62

Combinazione n° 8

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>14927,9031</u>	<u>26696,4846</u>	<u>-33768,4749</u>	1,74
<u>411616,4244</u>	<u>736118,8964</u>	-19405,0100	47,98
<u>14966,3671</u>	15341,1000	<u>-33855,4846</u>	1,74
<u>562958,5694</u>	15341,1000	-19405,0100	65,63
8578,3000	<u>171651,9357</u>	-19405,0100	11,19
8578,3000	<u>21697,1732</u>	<u>-27444,8288</u>	1,41
8578,3000	15341,1000	<u>-27469,3458</u>	1,42

Combinazione n° 9

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>227407,2875</u>	<u>525835,4687</u>	<u>-120931,5407</u>	20,48
<u>372258,2712</u>	<u>860775,4161</u>	-5905,8700	33,52
<u>310890,6152</u>	25679,9500	<u>-165326,6327</u>	27,99
<u>575932,0570</u>	25679,9500	-5905,8700	51,86
11105,7700	<u>200856,2629</u>	-5905,8700	7,82
11105,7700	<u>123393,9013</u>	<u>-28378,1059</u>	4,81
11105,7700	25679,9500	<u>-29964,0230</u>	5,07

Combinazione n° 10

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>14927,9031</u>	<u>26696,4846</u>	<u>-33768,4749</u>	1,74
<u>411616,4244</u>	<u>736118,8964</u>	-19405,0100	47,98
<u>14966,3671</u>	15341,1000	<u>-33855,4846</u>	1,74
<u>562958,5694</u>	15341,1000	-19405,0100	65,63
8578,3000	<u>171651,9357</u>	-19405,0100	11,19

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 06 04			PROGR 001

8578,3000	21697,1732	-27444,8288	1,41
8578,3000	15341,1000	-27469,3458	1,42

Combinazione n° 11

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>227407,2875</u>	<u>525835,4687</u>	<u>-120931,5407</u>	20,48
<u>372258,2712</u>	<u>860775,4161</u>	-5905,8700	33,52
<u>310890,6152</u>	25679,9500	<u>-165326,6327</u>	27,99
<u>575932,0570</u>	25679,9500	-5905,8700	51,86
11105,7700	<u>200856,2629</u>	-5905,8700	7,82
11105,7700	<u>123393,9013</u>	<u>-28378,1059</u>	4,81
11105,7700	25679,9500	<u>-29964,0230</u>	5,07

Combinazione n° 12

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>14927,9031</u>	<u>26696,4846</u>	<u>-33768,4749</u>	1,74
<u>411616,4244</u>	<u>736118,8964</u>	-19405,0100	47,98
<u>14966,3671</u>	15341,1000	<u>-33855,4846</u>	1,74
<u>562958,5694</u>	15341,1000	-19405,0100	65,63
8578,3000	<u>171651,9357</u>	-19405,0100	11,19
8578,3000	<u>21697,1732</u>	<u>-27444,8288</u>	1,41
8578,3000	15341,1000	<u>-27469,3458</u>	1,42

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 M_x Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
 M_y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
 σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
 σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
 A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]
 ϵ Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
 S_{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
13	163966,3037	-2689,7762	-444,508	-29,989	112879,90	0,0000	0	0,0000
14	168004,9216	-1211,5085	-502,587	-33,862	116872,34	0,0000	0	0,0000
15	98406,8660	13277,2918	-239,764	-16,440	77194,21	0,0000	0	0,0000
16	125839,7534	-9017,9023	-327,420	-22,260	96800,49	0,0000	0	0,0000
17	163966,3037	-2689,7762	-444,508	-29,989	112879,90	0,0000	0	0,0000
18	145556,9116	-4971,2286	-428,823	-28,994	109870,15	0,0000	0	0,0000
19	166037,4769	-1541,7144	-496,023	-33,429	116339,16	0,0000	0	0,0000
20	164316,1173	-1830,9624	-490,295	-33,051	115861,11	0,0000	0	0,0000
21	166037,4769	-1541,7144	-496,023	-33,429	116339,16	0,0000	0	0,0000
22	164316,1173	-1830,9624	-490,295	-33,051	115861,11	0,0000	0	0,0000
23	166037,4769	-1541,7144	-496,023	-33,429	116339,16	0,0000	0	0,0000
24	164316,1173	-1830,9624	-490,295	-33,051	115861,11	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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	133

Comb. Combinazione critica

Sezione n° 1 - SEZIONE SPALLA S1

N	Mx	My	N	Mx,u	My,u	FS	Comb.
8578,30	15341,10	-19405,01	14927,90	26696,48	-33768,47	1.740	8
17483,53	-404,12	26185,42	546650,51	-12635,46	26185,42	31.267	1
8578,30	15341,10	-19405,01	14966,37	15341,10	-33855,48	1.745	8
17483,53	-404,12	26185,42	546858,13	-404,12	26185,42	31.278	1
11105,77	25679,95	-5905,87	11105,77	200856,26	-5905,87	7.822	9
8578,30	15341,10	-19405,01	8578,30	21697,17	-27444,83	1.414	8
8578,30	15341,10	-19405,01	8578,30	15341,10	-27469,35	1.416	8

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 - SEZIONE SPALLA S1

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	0,539	14,940	0,150	3,099	2,299	8,037	450,000	19
SLER	0,833	18,260	-0,074	3,099	-0,806	12,201	337,500	15

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 - SEZIONE SPALLA S1

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-496,023	-33,429	11409,156	0,0000	0,000	0,000	0,200	19
SLER	-444,508	-29,989	11069,912	0,0000	0,000	0,000	0,200	13

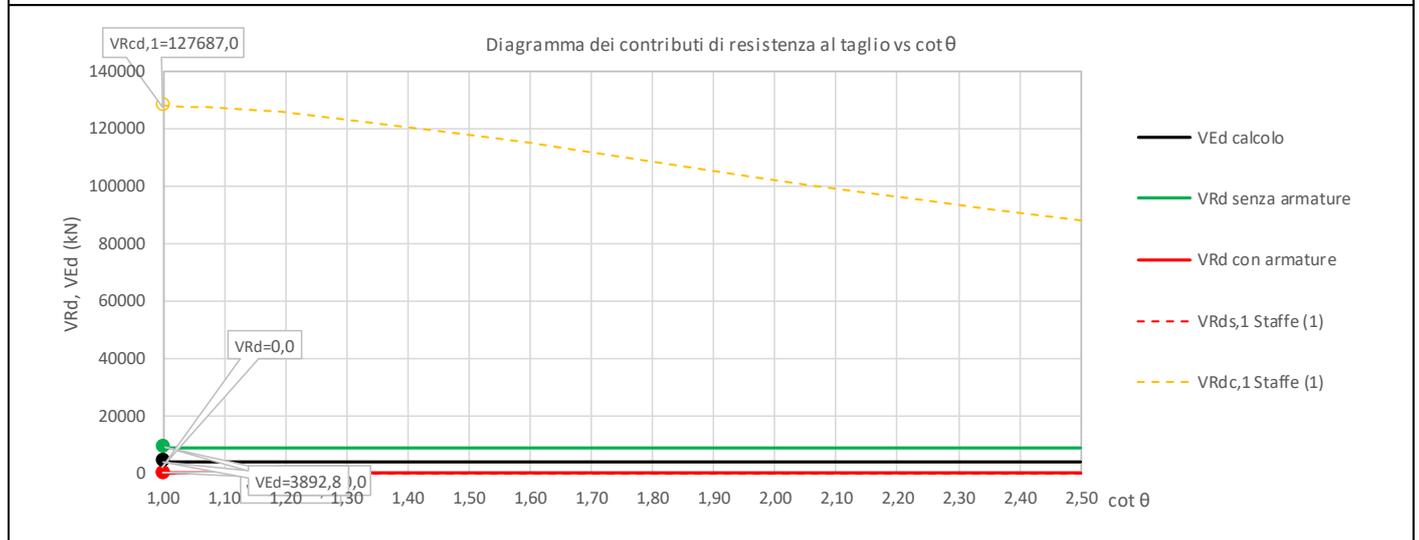
MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 06 04			PROGR 001

11.6.2 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 RETTANGOLARE (NTC 2008)									Rev. 10.1
DATI SEZIONE			AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO				
b_w	d	θ cotg θ	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c		
(m)	(m)	(°)	(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)			
2,20	13,41	45,00 1,00	-12466,7	3892,8	17999,1	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}					
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)					
Barre B450C	391,3	10	20	3,14	31,42					
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)		
	31,42	0,15	1,12	0,01%	0,24	0,42	1,02	8942,1	43,5%	VERIFICA OK

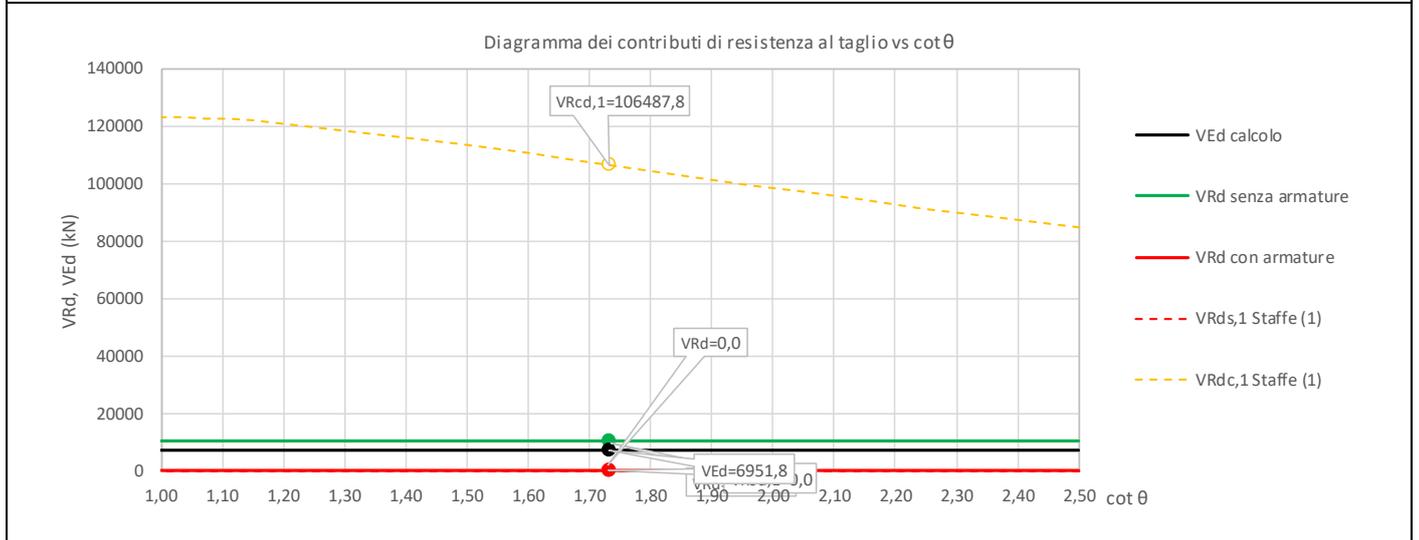


Non si è reso necessario l'inserimento di armatura trasversale per questa sezione.

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	135

NOME: SLV LONG	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)							Rev. 10.1
DATI SEZIONE			AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO		
b_w (m)	d (m)	θ cotg θ (°)	N_{Ed} (kN)	V_{Ed} (kN)	M_{Ed} (kNm)	f_{ck} (MPa)	f_{cd} (MPa)	γ_c
13,50	2,11	30,00 1,73	-11105,8	6951,8	5905,9	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} (MPa)	n	\varnothing (mm)	$A_{sl,\varnothing}$ (cm ²)	A_{sl} (cm ²)			
Barre B450C	391,3	66	24	4,52	298,58			
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)								
	A_{sl} (cm ²)	k_1	k	ρ_l (%) (%)	V_{min} (MPa)	σ_{cp} (MPa)	α_c	V_{Rd} V_{Ed}/V_{Rd} (kN)
	298,58	0,15	1,31	0,10%	0,30	0,39	1,02	10251,3 67,8% VERIFICA OK



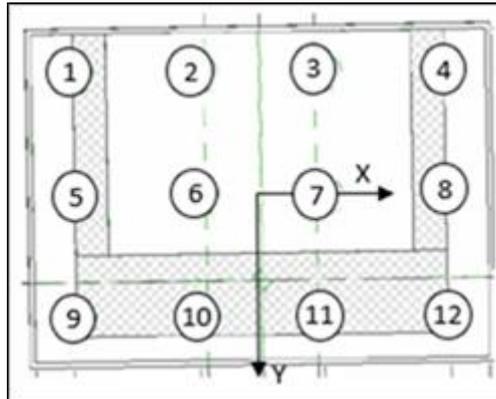
Non si è reso necessario l'inserimento di armatura trasversale per questa sezione.

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	136

11.7 VERIFICHE PLINTO FONDAZIONE

Nel presente paragrafo sono stati eseguite le verifiche strutturali del plinto di fondazione, considerando le reazioni in testa palo riportate nella specifica relazione di dimensionamento geotecnico delle palificate, di cui di seguito si riportano gli schemi generali e le azioni calcolate per i vari stati limite.



Azioni		Ripartizione degli sforzi normali sui pali della palificata												Hmax, singolo palo
		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	
Combo		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Nvert Max	SLU6	2901	2914	2926	2939	5130	5142	5155	5167	7358	7371	7383	7396	806
Nvert Min	SLU24	2100	2102	2104	2106	3406	3408	3410	3411	4711	4713	4715	4717	583
Vtrasv Max	SLU15	3008	3038	3068	3098	4893	4923	4954	4984	6778	6809	6839	6869	806
Vtrasv Min	SLU16	2181	2191	2201	2211	3394	3404	3414	3424	4606	4616	4626	4636	548
Mtrasv Max	SLU13	3241	3175	3110	3044	4895	4830	4764	4699	6550	6484	6419	6353	806
Mtrasv Min	SLU4	1840	1870	1901	1931	3663	3694	3724	3754	5487	5517	5547	5578	593
Vlong Max	SLU11	3008	3038	3068	3098	4893	4923	4954	4984	6778	6809	6839	6869	806
Vlong Min	SLU20	2207	2209	2211	2212	3406	3408	3410	3411	4605	4607	4608	4610	543
Mlong Max	SLU14	2901	2914	2926	2939	5130	5142	5155	5167	7358	7371	7383	7396	806
Mlong Min	SLU19	2207	2209	2211	2212	3406	3408	3410	3411	4605	4607	4608	4610	543
Mtorc Max	SLU14	3374	3376	3378	3380	4635	4637	4639	4641	5896	5898	5900	5902	756
Mtorc Min	SLU15	1840	1870	1901	1931	3663	3694	3724	3754	5487	5517	5547	5578	593
Nvert Max	SLV5	1785	2090	2395	2701	3507	3812	4118	4423	5229	5534	5840	6145	859
Nvert Min	SLV6	996	1302	1607	1912	2394	2700	3005	3310	3792	4097	4403	4708	859
Vtrasv Max	SLV3	447	1460	2474	3487	2055	3069	4082	5095	3664	4677	5691	6704	1365
Vtrasv Min	SLV6	996	1302	1607	1912	2394	2700	3005	3310	3792	4097	4403	4708	859
Mtrasv Max	SLV1	380	685	991	1296	3117	3423	3728	4033	5855	6160	6466	6771	1642
Mtrasv Min	SLV6	210	1224	2237	3250	1722	2735	3748	4762	3233	4246	5260	6273	1365
Vlong Max	SLV1	380	685	991	1296	3117	3423	3728	4033	5855	6160	6466	6771	1642
Vlong Min	SLV6	996	1302	1607	1912	2394	2700	3005	3310	3792	4097	4403	4708	859
Mlong Max	SLV1	380	685	991	1296	3117	3423	3728	4033	5855	6160	6466	6771	1642
Mlong Min	SLV4	996	1302	1607	1912	2394	2700	3005	3310	3792	4097	4403	4708	859
Mtorc Max	SLV5	1785	2090	2395	2701	3507	3812	4118	4423	5229	5534	5840	6145	859
Mtorc Min	SLV4	210	1224	2237	3250	1722	2735	3748	4762	3233	4246	5260	6273	1365

SLU	3376	3378		5142	5155		806
SLV	2090	2474		3812	4118		1642

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	137

Azioni		Ripartizione degli sforzi normali sui pali della palificata												
Combo		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	Hmax, singolo palo
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Nvert Max	RA1	2013	2021	2030	2039	3615	3624	3633	3642	5218	5227	5236	5245	542
Nvert Min	RA12	2162	2164	2166	2168	3406	3408	3410	3411	4649	4651	4653	4655	542
Vtrasv Max	RA3	2003	2025	2047	2068	3580	3602	3623	3645	5157	5179	5200	5222	542
Vtrasv Min	RA12	2252	2260	2267	2274	3398	3405	3412	3419	4543	4550	4558	4565	506
Mtrasv Max	RA1	2165	2124	2083	2042	3582	3541	3500	3459	4999	4958	4917	4876	539
Mtrasv Min	RA12	2120	2142	2163	2185	3580	3602	3623	3645	5040	5062	5084	5105	499
Vlong Max	RA11	2162	2164	2166	2168	3406	3408	3410	3411	4649	4651	4653	4655	542
Vlong Min	RA8	2120	2142	2163	2185	3580	3602	3623	3645	5040	5062	5084	5105	499
Mlong Max	RA12	2013	2021	2030	2039	3615	3624	3633	3642	5218	5227	5236	5245	542
Mlong Min	RA6	2252	2260	2267	2274	3398	3405	3412	3419	4543	4550	4558	4565	506
Mtorc Max	RA12	2252	2260	2267	2274	3398	3405	3412	3419	4543	4550	4558	4565	506
Mtorc Min	RA3	2003	2025	2047	2068	3580	3602	3623	3645	5157	5179	5200	5222	542
Nvert Max	QP1	2330	2332	2333	2335	3406	3408	3410	3411	4482	4484	4486	4488	441
Nvert Min	QP12	2409	2411	2413	2415	3406	3408	3410	3411	4402	4404	4406	4408	411
Vtrasv Max	QP1	2330	2332	2333	2335	3406	3408	3410	3411	4482	4484	4486	4488	441
Vtrasv Min	QP12	2409	2411	2413	2415	3406	3408	3410	3411	4402	4404	4406	4408	411
Mtrasv Max	QP1	2330	2332	2333	2335	3406	3408	3410	3411	4482	4484	4486	4488	441
Mtrasv Min	QP12	2409	2411	2413	2415	3406	3408	3410	3411	4402	4404	4406	4408	411
Vlong Max	QP1	2330	2332	2333	2335	3406	3408	3410	3411	4482	4484	4486	4488	441
Vlong Min	QP12	2409	2411	2413	2415	3406	3408	3410	3411	4402	4404	4406	4408	411
Mlong Max	QP1	2330	2332	2333	2335	3406	3408	3410	3411	4482	4484	4486	4488	441
Mlong Min	QP12	2409	2411	2413	2415	3406	3408	3410	3411	4402	4404	4406	4408	411
Mtorc Max	QP1	2330	2332	2333	2335	3406	3408	3410	3411	4482	4484	4486	4488	441
Mtorc Min	QP12	2409	2411	2413	2415	3406	3408	3410	3411	4402	4404	4406	4408	411

SLE RA	2260	2267		3624	3633		542
SLE QP	2411	2413		3408	3410		441

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	138

11.7.1 Verifiche a flessione (SLU, SLV, SLE)

Per valutare lo stato di sollecitazione del plinto di fondazione, si considera uno schema di trave a mensola incastrata con luce libera L che va dal filo esterno dell'elevazione spalla fino al bordo libero della fondazione, applicato alla coppia dei pali interni più sollecitati all'interno della fondazione, con larghezza di collaborazione B determinata dall'interasse tra i pali. La mensola è sollecitata da due azioni verticali N_{Ed1} , N_{Ed2} e da una massima orizzontale H_{Ed} applicate ad una distanza x_1 , x_2 dall'incastro, e stabilizzate dall'azione distribuita del peso proprio strutturale PP e del peso del terreno PT di rinterro del plinto (valutati a favore di sicurezza con coefficiente 1.35 e 1.50). In analogia all'analisi che si svolge per i pali interni, si considera uno schema di trave a mensola incastrata applicato al caso del palo più sollecitato d'angolo. La mensola è sollecitata da una azione verticale N_{Ed} e da una orizzontale H_{Ed} applicate ad una distanza x dall'incastro, e stabilizzate dall'azione distribuita del peso proprio strutturale PP e del peso del terreno PT di rinterro a valle del plinto (valutati a favore di sicurezza con coefficiente 1.35 e 1.50).

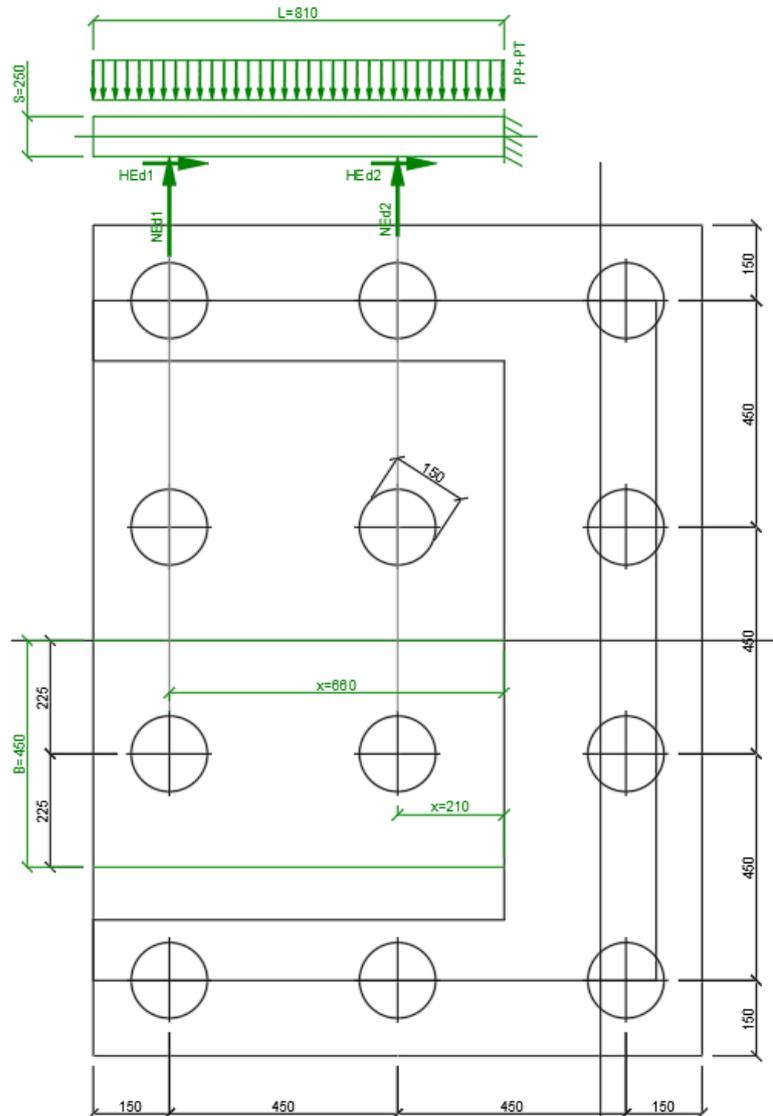
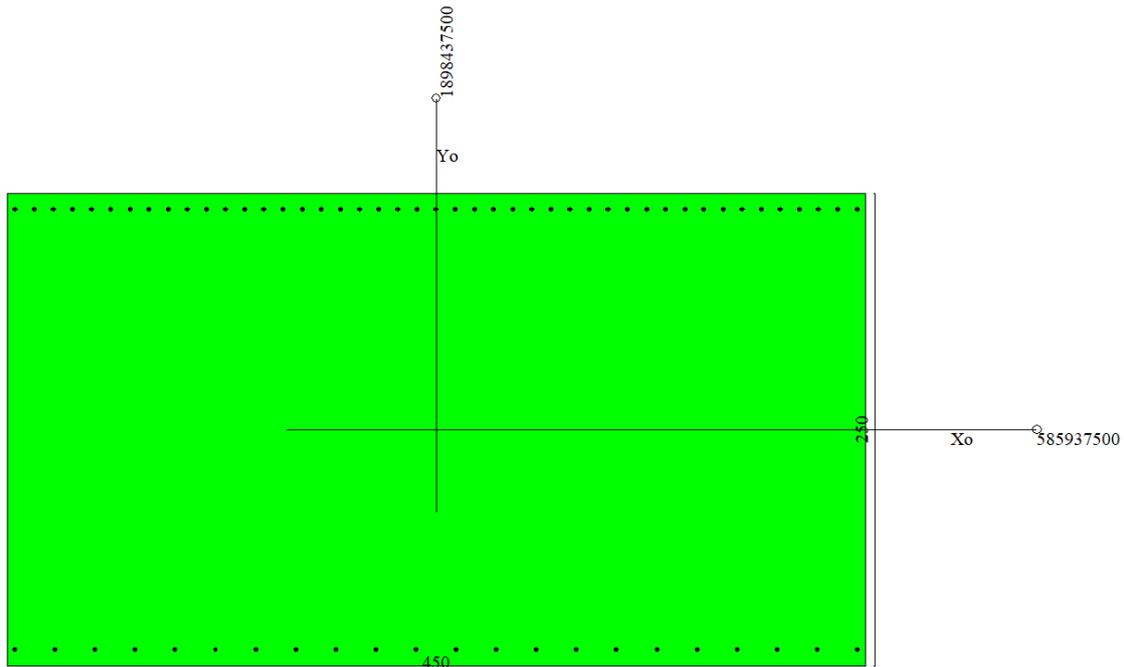


Figura 34 – Schema delle verifiche a flessione del plinto per i pali interni ed esterni più caricati

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	139

NOME: PALO 2-6, 3-7			CALCOLO MOMENTI PLINTO			
HT (m)	B (m)	S (m)	PP (kN/m)	PT (kN/m)	L (m)	
7,50	4,50	2,00	225,0	675,0	8,10	
	x (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP
Palo 2	6,60	N _{Ed1} (kN)	3376,067	2090,148	2259,6	2411,255
Palo 6	2,10	N _{Ed2} (kN)	5142,283	3812,188	3624,098	3407,596
		H _{Ed1} =H _{Ed2} (kN)	806,0077	1642,395	542,2086	440,5685
		M _{Ed} (kNm)	-9293	-6082	-6458	-6014
	x (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP
Palo 3	6,60	N _{Ed1} (kN)	3377,984	2473,562	2266,89	2413,172
Palo 7	2,10	N _{Ed2} (kN)	5154,717	4117,539	3632,92	3409,513
		H _{Ed1} =H _{Ed2} (kN)	806	1642	542	441
		M _{Ed} (kNm)	-9254	-2910	-6392	-5997



Dati

Nome sezione:

SPALLA S1

Tipo sezione

Rettangolare

Base

450,0 [cm]

Altezza

200,0 [cm]

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	140

Caratteristiche geometriche

Area sezione	90000,00	[cmq]
Inerzia in direzione X	1518750000,0	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	300000000,0	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	X _G = 225,00	[cm]
Ordinata baricentro sezione	Y _G = 100,00	[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	445,70	191,40	26	5,31
2	435,67	191,40	26	5,31
3	425,64	191,40	26	5,31
4	415,60	191,40	26	5,31
5	405,57	191,40	26	5,31
6	395,54	191,40	26	5,31
7	385,51	191,40	26	5,31
8	375,48	191,40	26	5,31
9	365,45	191,40	26	5,31
10	355,41	191,40	26	5,31
11	345,38	191,40	26	5,31
12	335,35	191,40	26	5,31
13	325,32	191,40	26	5,31
14	315,29	191,40	26	5,31
15	305,25	191,40	26	5,31
16	295,22	191,40	26	5,31
17	285,19	191,40	26	5,31
18	275,16	191,40	26	5,31
19	265,13	191,40	26	5,31
20	255,10	191,40	26	5,31
21	245,06	191,40	26	5,31
22	235,03	191,40	26	5,31
23	225,00	191,40	26	5,31
24	214,97	191,40	26	5,31
25	204,94	191,40	26	5,31
26	194,90	191,40	26	5,31
27	184,87	191,40	26	5,31
28	174,84	191,40	26	5,31
29	164,81	191,40	26	5,31
30	154,78	191,40	26	5,31
31	144,75	191,40	26	5,31
32	134,71	191,40	26	5,31
33	124,68	191,40	26	5,31
34	114,65	191,40	26	5,31
35	104,62	191,40	26	5,31
36	94,59	191,40	26	5,31
37	84,55	191,40	26	5,31
38	74,52	191,40	26	5,31
39	64,49	191,40	26	5,31
40	54,46	191,40	26	5,31
41	44,43	191,40	26	5,31

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	141

42	34,40	191,40	26	5,31
43	24,36	191,40	26	5,31
44	14,33	191,40	26	5,31
45	4,30	191,40	26	5,31
46	4,20	8,40	24	4,52
47	25,23	8,40	24	4,52
48	46,26	8,40	24	4,52
49	67,29	8,40	24	4,52
50	88,31	8,40	24	4,52
51	109,34	8,40	24	4,52
52	130,37	8,40	24	4,52
53	151,40	8,40	24	4,52
54	172,43	8,40	24	4,52
55	193,46	8,40	24	4,52
56	214,49	8,40	24	4,52
57	235,51	8,40	24	4,52
58	256,54	8,40	24	4,52
59	277,57	8,40	24	4,52
60	298,60	8,40	24	4,52
61	319,63	8,40	24	4,52
62	340,66	8,40	24	4,52
63	361,69	8,40	24	4,52
64	382,71	8,40	24	4,52
65	403,74	8,40	24	4,52
66	424,77	8,40	24	4,52
67	445,80	8,40	24	4,52

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

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

Combinazioni

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in[kN]
M _y	momento lungo Y espresso in [kNm]
M _x	momento lungo X espresso in [kNm]
M _t	momento torcente espresso in [kNm]
T _y	taglio lungo Y espresso in [kN]
T _x	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, 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	0,0000	-9292,7300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	-9253,9700	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	0,0000	-6081,5300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	0,0000	-2909,7700	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	0,0000	-6458,3300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	0,0000	-6391,6900	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	142

7	0,0000	-6013,7000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
8	0,0000	-5997,0200	0,0000	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 [°]
(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)
5	45,57	0,00	(450,00; 45,57)	(0,00; 45,57)
6	45,57	0,00	(450,00; 45,57)	(0,00; 45,57)
7	45,57	0,00	(450,00; 45,57)	(0,00; 45,57)
8	45,57	0,00	(450,00; 45,57)	(0,00; 45,57)

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}
5	3,182	0,000	0,000	38,936	-152,779
6	3,150	0,000	0,000	38,534	-151,203
7	2,963	0,000	0,000	36,255	-142,261
8	2,955	0,000	0,000	36,155	-141,866

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-17128,0689</u>	1,84

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-17128,0690</u>	1,85

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-17128,0690</u>	2,82

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	143

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0,0000	0,0000	-17128,0690	5,89

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_{fm}	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_{fm}	w
5	0,0000	-6310,3089	-149,278	-10,539	12645,00	0,0380	226	0,1460
6	0,0000	-6310,3089	-149,278	-10,539	12645,00	0,0369	226	0,1417
7	0,0000	-6310,3089	-149,278	-10,539	12645,00	0,0000	0	0,0000
8	0,0000	-6310,3089	-149,278	-10,539	12645,00	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

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

Sezione n° 2 - SPALLA S1

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	2,963	9,960	-10,043	2,558	-142,261	36,255	450,000	7
SLER	3,182	13,695	-10,786	2,558	-152,779	38,936	337,500	5

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

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

Sezione n° 2 - SPALLA S1

TC	sf	sc	A_{eff}	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-149,278	-10,539	1240,071	0,0000	0,000	0,000	0,300	7
SLER	-149,278	-10,539	1240,071	0,0380	225,845	0,146	0,300	5

VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	144

11.7.1 Verifiche a taglio-punzonamento (SLU, SLV)

La verifica a taglio-punzonamento viene condotta, in accordo con i paragrafi descrittivi iniziali, rispetto al palo di bordo più caricato (quello interno è più carico ma il cono di rottura è più grande) con la massima reazione verticale di $V_{Ed} = 5154.7$ kN, vedi schemi di calcolo seguenti.

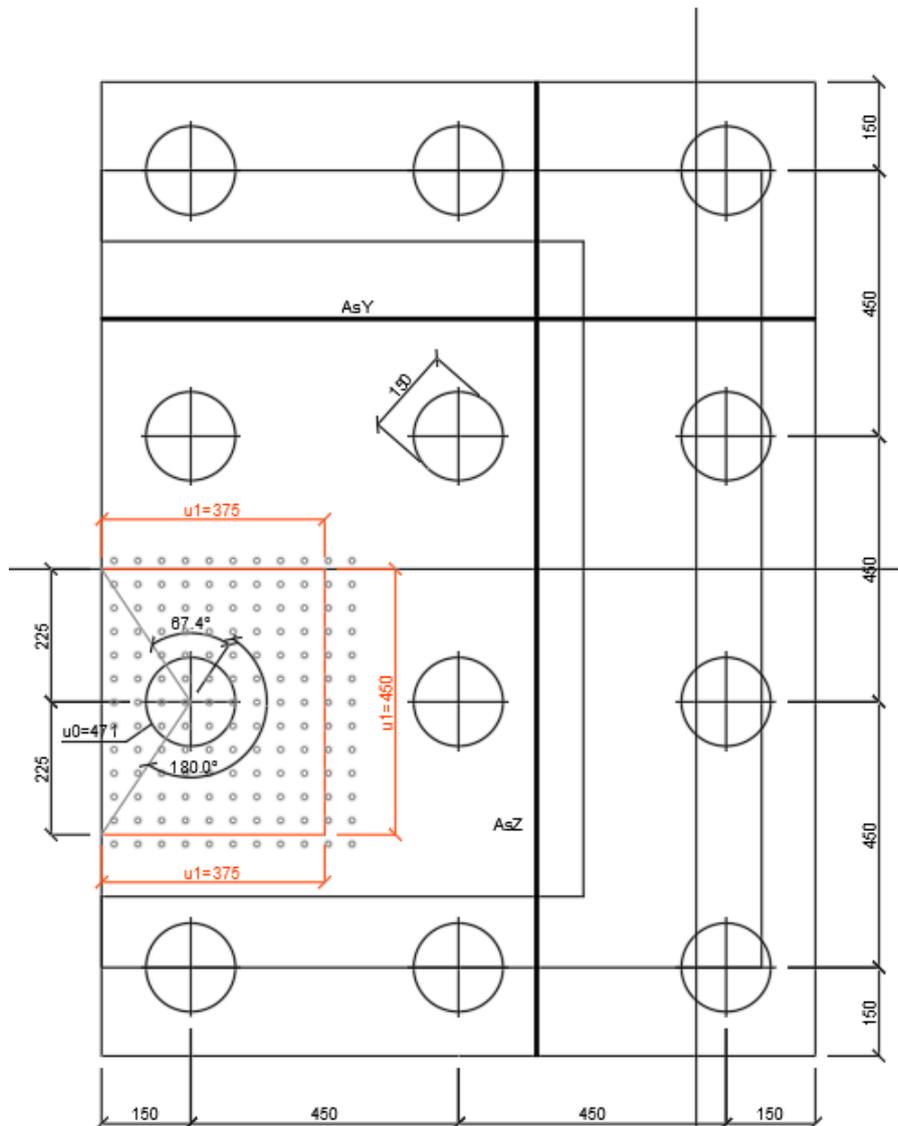


Figura 35 – Schema delle verifiche a taglio-punzonamento per il palo più caricato

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	145

NOME: SPALLA SP1		CALCOLO TAGLIO-PUNZONAMENTO - UNI ENV 1992-1-1: 2005							Rev. 10			
DATI SEZIONE E ARMATURE						AZIONE CALCOLO		CALCESTRUZZO				
	d	A _c	A _s	ρ _l	N _{Ed}	σ _{cp}	V _{Ed}	β	f _{ck}	f _{cd}	γ _c	
	(m)	(m ²)	(cm ²)	(%)	(kN)	(MPa)	(kN)		(MPa)	(MPa)		
direzione Y	2,41	2,41	53,07	0,22%	0,0	0,00	5154,7	1,40	24,90	14,11	1,50	
direzione Z	2,39	2,39	53,07	0,22%	0,0	0,00						
VERIFICA AREA CARICATA (§6.4.5)												
Verifiche a taglio-punzonamento eseguite sul perimetro u ₁ posto a 0,85d < 2d da bordo pilastro						c	u ₀	v	V _{Ed}	V _{Rd,max}	V _{Ed} /V _{Rd,max}	
						(m)	(m)		(MPa)	(MPa)		
						1,50	4,71	0,54	0,64	3,81	16,8% VERIFICA OK	
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§6.4.4)												
Angolo settore di verifica (°)	a	k ₁	k	d	ρ _l	V _{min}	σ _{cp}	V _{Ed}	V _{Rd,c}	V _{Ed} /V _{Rd,c}		
	(m)			(m)	(%)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)			
247	2,03	0,10	1,29	2,40	0,22%	0,26	0,00	0,25	0,65	38,8% VERIFICA OK		
A	Perimetro di verifica più esterno che richiede armatura a taglio						Perimetro A (u ₁ con V _{Ed} < V _{Rd,cs})		u ₁ (m)	r _{u1} (m)		
B	Primo perimetro di verifica entro il quale non è richiesta armatura a taglio						da bordo pilastro a 0,85d		12,00	2,78		
							Perimetro B (u _{out,ef} con V _{Ed} < V _{Rd,c})		u _{out,ef} (m)	r _{min} (m)		
							oltre 0,14d da bordo pilastro		4,66	1,08		
						(*) Staffe / Plioli: n° totale barre su una fila di passo radiale s _r , estesa a u ₁ Ferri piegati: n° totale barre all'interno del campo radiale s _r =1,5d esteso a u ₁						

Non si è reso necessario l'inserimento di armatura trasversale per questa sezione.

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								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	146

11.8 VERIFICHE MURO D'ALA

11.8.1 Verifica sezione superiore muro d'ala

Nel seguente paragrafo vengono riportate le sollecitazioni alla quota del ringrosso della sezione per le combinazioni di carico allo SLU e le relative verifiche di resistenza a pressoflessione e taglio.

11.8.1.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

La sezione è armata con un quantitativo di armatura longitudinale nel lato tesso di $\Phi 20/20$ e nel lato compresso di $\Phi 16/20$ come rappresentato nella figura seguente per un totale di 10 ferri. I domini di resistenza M-N e i coefficienti di sicurezza a pressoflessione sono ottenuti attraverso il software SAX 10.0 distribuito da Aztec.

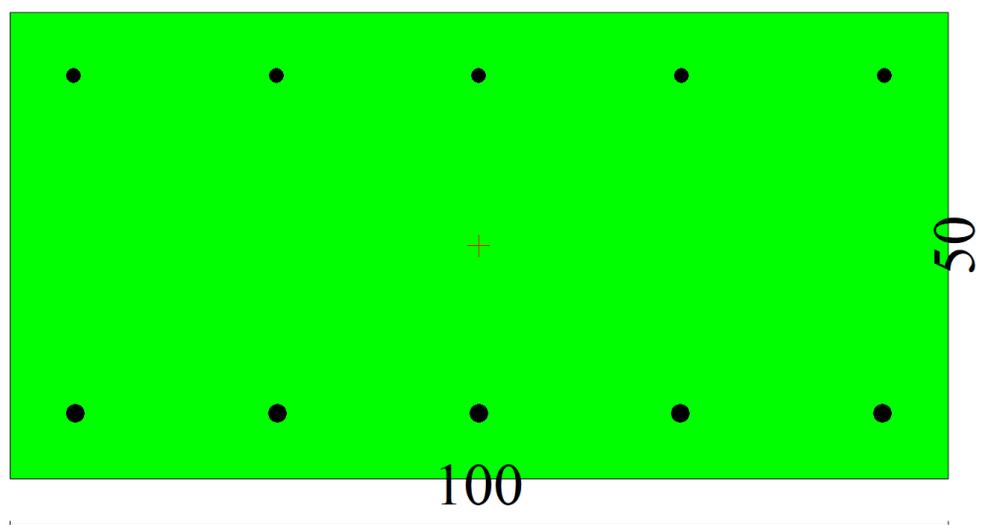


Figura 36 – Sezione trasversale muro d'ala e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE SUP MURO D'ALA SP1

Tipo sezione: Rettangolare
 Base: 100,0 [cm]
 Altezza: 50,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione: 5000,00 [cmq]
 Inerzia in direzione X: 4166666,7 [cm⁴]
 Inerzia in direzione Y: 1041666,7 [cm⁴]
 Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm⁴]
 Ascissa baricentro sezione: $X_G = 50,00$ [cm]
 Ordinata baricentro sezione: $Y_G = 25,00$ [cm]

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	147

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	7,00	7,00	20	3,14
2	28,50	7,00	20	3,14
3	50,00	7,00	20	3,14
4	71,50	7,00	20	3,14
5	93,00	7,00	20	3,14
6	93,20	43,20	16	2,01
7	71,60	43,20	16	2,01
8	50,00	43,20	16	2,01
9	28,40	43,20	16	2,01
10	6,80	43,20	16	2,01

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	70,1500	17,0200	0,0000	0,0000	0,0000	31,7700	SI	NO
2	70,1500	18,8000	0,0000	0,0000	0,0000	40,7300	SI	NO
3	70,1500	17,0200	0,0000	0,0000	0,0000	31,7700	SI	NO
4	70,1500	63,9900	0,0000	0,0000	0,0000	36,3000	SI	NO
5	54,2900	20,3300	0,0000	0,0000	0,0000	3,7900	SI	NO
6	45,1900	19,0200	0,0000	0,0000	0,0000	13,7400	SI	NO
7	48,3800	29,1700	0,0000	0,0000	0,0000	-9,0000	SI	NO
8	51,1100	35,1800	0,0000	0,0000	0,0000	37,5000	SI	NO
9	49,7400	28,7800	0,0000	0,0000	0,0000	14,9800	NO	SLER
10	49,7400	50,8200	0,0000	0,0000	0,0000	34,8800	NO	SLER
11	49,7400	28,7800	0,0000	0,0000	0,0000	14,9800	NO	SLER
12	49,7400	50,8200	0,0000	0,0000	0,0000	34,8800	NO	SLER

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	148

13	49,7400	16,8900	0,0000	0,0000	0,0000	9,2800	NO	SLEQP
14	49,7400	22,9100	0,0000	0,0000	0,0000	19,2300	NO	SLEQP
15	49,7400	16,8900	0,0000	0,0000	0,0000	9,2800	NO	SLEQP
16	49,7400	22,9100	0,0000	0,0000	0,0000	19,2300	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 [°]
(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)
9	15,30	0,00	(0,00; 34,70)	(100,00; 34,70)
10	13,54	0,00	(0,00; 36,46)	(100,00; 36,46)
11	15,30	0,00	(0,00; 34,70)	(100,00; 34,70)
12	13,54	0,00	(0,00; 36,46)	(100,00; 36,46)
13	18,77	0,00	(0,00; 31,23)	(100,00; 31,23)
14	16,47	0,00	(0,00; 33,53)	(100,00; 33,53)
15	18,77	0,00	(0,00; 31,23)	(100,00; 31,23)
16	16,47	0,00	(0,00; 33,53)	(100,00; 33,53)

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}
9	1,178	0,000	0,000	9,818	-31,998
10	2,077	0,000	0,000	15,512	-67,797
11	1,178	0,000	0,000	9,818	-31,998
12	2,077	0,000	0,000	15,512	-67,797
13	0,681	0,000	0,000	6,511	-13,174
14	0,935	0,000	0,000	8,231	-22,595
15	0,681	0,000	0,000	6,511	-13,174
16	0,935	0,000	0,000	8,231	-22,595

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
2855,8888	0,0000	692,9042	40,71
10128,3285	0,0000	17,0200	144,38
70,1500	0,0000	267,5753	15,72

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	149

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>2441,2358</u>	0,0000	<u>654,2442</u>	34,80
<u>10119,0007</u>	0,0000	18,8000	144,25
70,1500	0,0000	<u>267,5753</u>	14,23

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>2855,8888</u>	0,0000	<u>692,9042</u>	40,71
<u>10128,3285</u>	0,0000	17,0200	144,38
70,1500	0,0000	<u>267,5753</u>	15,72

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>356,4271</u>	0,0000	<u>325,1286</u>	5,08
<u>9878,5916</u>	0,0000	63,9900	140,82
70,1500	0,0000	<u>267,5753</u>	4,18

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1348,2565</u>	0,0000	<u>504,8822</u>	24,83
<u>10110,9685</u>	0,0000	20,3300	186,24
54,2900	0,0000	<u>264,3179</u>	13,00

Combinazione n° 6

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1098,6002</u>	0,0000	<u>462,3894</u>	24,31
<u>10117,8493</u>	0,0000	19,0200	223,90
45,1900	0,0000	<u>262,4459</u>	13,80

Combinazione n° 7

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>624,8358</u>	0,0000	<u>376,7354</u>	12,92
<u>10064,4350</u>	0,0000	29,1700	208,03
48,3800	0,0000	<u>263,1023</u>	9,02

Combinazione n° 8

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>517,8383</u>	0,0000	<u>356,4381</u>	10,13
<u>10032,6445</u>	0,0000	35,1800	196,30
51,1100	0,0000	<u>263,6639</u>	7,49

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_t	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A_{eff}	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
ϵ	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S_{m}	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	150

N°	M _x	M _y	σ _f	σ _c	A _{eff}	ε	S _{rm}	w
9	0,0000	107,6439	-160,710	-13,170	1877,07	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	107,6451	-160,712	-13,170	1877,07	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	107,6439	-160,710	-13,170	1877,07	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	107,6451	-160,712	-13,170	1877,07	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	107,6408	-160,705	-13,169	1877,07	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	107,6412	-160,706	-13,169	1877,07	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	107,6408	-160,705	-13,169	1877,07	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	107,6412	-160,706	-13,169	1877,07	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

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

Sezione n° 2 - SEZIONE SUP MURO D'ALA SP1

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	0,935	14,940	-1,904	3,099	-22,595	8,231	450,000	14
SLER	2,077	18,260	-5,594	3,099	-67,797	15,512	337,500	10

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

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

Sezione n° 2 - SEZIONE SUP MURO D'ALA SP1

TC	sf	sc	A _{eff}	Eps	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-160,705	-13,169	184,081	0,0000	0,000	0,000	0,200	13
SLER	-160,710	-13,170	184,081	0,0000	0,000	0,000	0,200	9

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	151

11.8.1.2 Verifica a taglio SLU, SLV

Secondo le sollecitazioni a quota spiccato muro d'ala (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. Non si è reso necessario l'inserimento di armatura trasversale per questa sezione.

NOME: SEZ SUP		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}	Y_c	
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)		
1,00	0,44	45,00	1,00	-70,1	49,7	54,6	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}					
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)					
Barre B450C	391,3	5	20	3,14	15,71					
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)		
	15,71	0,15	1,67	0,36%	0,44	0,16	1,01	212,1	23,4%	VERIFICA OK



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								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	152

11.8.2 Verifica sezione base muro d'ala

Nel seguente paragrafo vengono riportate le sollecitazioni a quota estradosso plinto di fondazione per le combinazioni di carico allo SLU e le relative verifiche di resistenza a pressoflessione e taglio.

11.8.2.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

La sezione è armata con un quantitativo di armatura longitudinale nel lato teso di $\Phi 30/10$ e nel lato compresso di $\Phi 24/20$ come rappresentato nella figura seguente per un totale di 15 ferri. I domini di resistenza M-N e i coefficienti di sicurezza a pressoflessione sono ottenuti attraverso il software SAX 10.0 distribuito da Aztec.

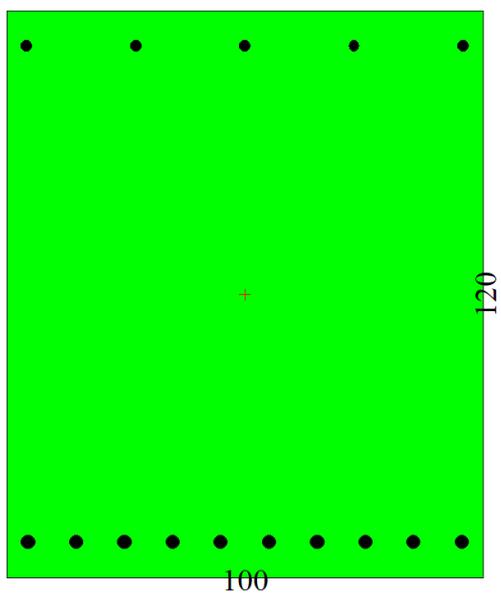


Figura 37 – Sezione trasversale muro d'ala e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE BASE MURO D'ALA SP1

Tipo sezione: Rettangolare
 Base: 100,0 [cm]
 Altezza: 120,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione: 12000,00 [cmq]
 Inerzia in direzione X: 10000000,0 [cm⁴]
 Inerzia in direzione Y: 14400000,0 [cm⁴]
 Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm⁴]
 Ascissa baricentro sezione: $X_G = 50,00$ [cm]
 Ordinata baricentro sezione: $Y_G = 60,00$ [cm]

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	153

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	95,80	112,60	24	4,52
2	72,90	112,60	24	4,52
3	50,00	112,60	24	4,52
4	27,10	112,60	24	4,52
5	4,20	112,60	24	4,52
6	4,50	7,50	30	7,07
7	14,61	7,50	30	7,07
8	24,72	7,50	30	7,07
9	34,83	7,50	30	7,07
10	44,94	7,50	30	7,07
11	55,06	7,50	30	7,07
12	65,17	7,50	30	7,07
13	75,28	7,50	30	7,07
14	85,39	7,50	30	7,07
15	95,50	7,50	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	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	313,1500	1130,1300	0,0000	0,0000	0,0000	381,2300	SI	NO
2	313,1500	1343,6900	0,0000	0,0000	0,0000	463,0600	SI	NO
3	313,1500	1130,1300	0,0000	0,0000	0,0000	381,2300	SI	NO
4	313,1500	1433,2400	0,0000	0,0000	0,0000	472,0100	SI	NO
5	261,8300	413,8500	0,0000	0,0000	0,0000	172,8000	SI	NO
6	197,6500	510,4900	0,0000	0,0000	0,0000	182,7500	SI	NO

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	154

7	220,1100	37,5900	0,0000	0,0000	0,0000	17,7900	SI	NO
8	239,3700	1347,2900	0,0000	0,0000	0,0000	470,6200	SI	NO
9	229,7400	755,5300	0,0000	0,0000	0,0000	287,6300	NO	SLER
10	229,7400	954,5300	0,0000	0,0000	0,0000	307,5300	NO	SLER
11	229,7400	755,5300	0,0000	0,0000	0,0000	287,6300	NO	SLER
12	229,7400	964,7700	0,0000	0,0000	0,0000	316,9000	NO	SLER
13	229,7400	605,1000	0,0000	0,0000	0,0000	239,2300	NO	SLEQP
14	229,7400	704,6000	0,0000	0,0000	0,0000	249,1800	NO	SLEQP
15	229,7400	605,1000	0,0000	0,0000	0,0000	239,2300	NO	SLEQP
16	229,7400	704,6000	0,0000	0,0000	0,0000	249,1800	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 [°]
(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)
9	42,18	0,00	(0,00; 77,82)	(100,00; 77,82)
10	41,15	0,00	(0,00; 78,85)	(100,00; 78,85)
11	42,18	0,00	(0,00; 77,82)	(100,00; 77,82)
12	41,10	0,00	(0,00; 78,90)	(100,00; 78,90)
13	43,44	0,00	(0,00; 76,56)	(100,00; 76,56)
14	42,55	0,00	(0,00; 77,45)	(100,00; 77,45)
15	43,44	0,00	(0,00; 76,56)	(100,00; 76,56)
16	42,55	0,00	(0,00; 77,45)	(100,00; 77,45)

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}
9	3,696	0,000	0,000	45,719	-92,423
10	4,625	0,000	0,000	56,896	-120,307
11	3,696	0,000	0,000	45,719	-92,423
12	4,673	0,000	0,000	57,470	-121,743
13	2,993	0,000	0,000	37,246	-71,378
14	3,458	0,000	0,000	42,853	-85,294
15	2,993	0,000	0,000	37,246	-71,378
16	3,458	0,000	0,000	42,853	-85,294

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

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	155

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>932,8813</u>	0,0000	<u>3366,6841</u>	2,98
<u>21813,1406</u>	0,0000	1130,1300	69,66
313,1500	0,0000	<u>3073,7187</u>	2,72

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>766,5620</u>	0,0000	<u>3289,2277</u>	2,45
<u>21328,9508</u>	0,0000	1343,6900	68,11
313,1500	0,0000	<u>3073,7188</u>	2,29

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>932,8813</u>	0,0000	<u>3366,6841</u>	2,98
<u>21813,1406</u>	0,0000	1130,1300	69,66
313,1500	0,0000	<u>3073,7187</u>	2,72

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>713,1972</u>	0,0000	<u>3264,1952</u>	2,28
<u>21124,4303</u>	0,0000	1433,2400	67,46
313,1500	0,0000	<u>3073,7188</u>	2,14

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>2557,7094</u>	0,0000	<u>4042,7302</u>	9,77
<u>23395,1069</u>	0,0000	413,8500	89,35
261,8300	0,0000	<u>3048,9196</u>	7,37

Combinazione n° 6

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1383,0458</u>	0,0000	<u>3572,1277</u>	7,00
<u>23185,8918</u>	0,0000	510,4900	117,31
197,6500	0,0000	<u>3017,7886</u>	5,91

Combinazione n° 7

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>17372,5514</u>	0,0000	<u>2966,8539</u>	78,93
<u>24194,9460</u>	0,0000	37,5900	109,92
220,1100	0,0000	<u>3028,6979</u>	80,57

Combinazione n° 8

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>567,7402</u>	0,0000	<u>3195,5164</u>	2,37
<u>21320,7489</u>	0,0000	1347,2900	89,07
239,3700	0,0000	<u>3038,0402</u>	2,25

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

M_x Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	156

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
9	0,0000	743,2453	-90,703	-6,693	3000,00	0,0233	186	0,0735
10	0,0000	743,2563	-90,705	-6,693	3000,00	0,0418	186	0,1321
11	0,0000	743,2453	-90,703	-6,693	3000,00	0,0233	186	0,0735
12	0,0000	743,2686	-90,706	-6,693	3000,00	0,0427	186	0,1350
13	0,0000	743,2566	-90,705	-6,693	3000,00	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	743,2704	-90,707	-6,693	3000,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	743,2566	-90,705	-6,693	3000,00	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	743,2704	-90,707	-6,693	3000,00	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

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

Sezione n° 1 - SEZIONE BASE MURO D'ALA SP1

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	3,458	14,940	-6,296	3,099	-85,294	42,853	450,000	14
SLER	4,673	18,260	-8,969	3,099	-121,743	57,470	337,500	12

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 - SEZIONE BASE MURO D'ALA SP1

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-90,705	-6,693	294,204	0,0000	0,000	0,000	0,200	13
SLER	-90,706	-6,693	294,204	0,0427	185,884	0,135	0,200	12

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

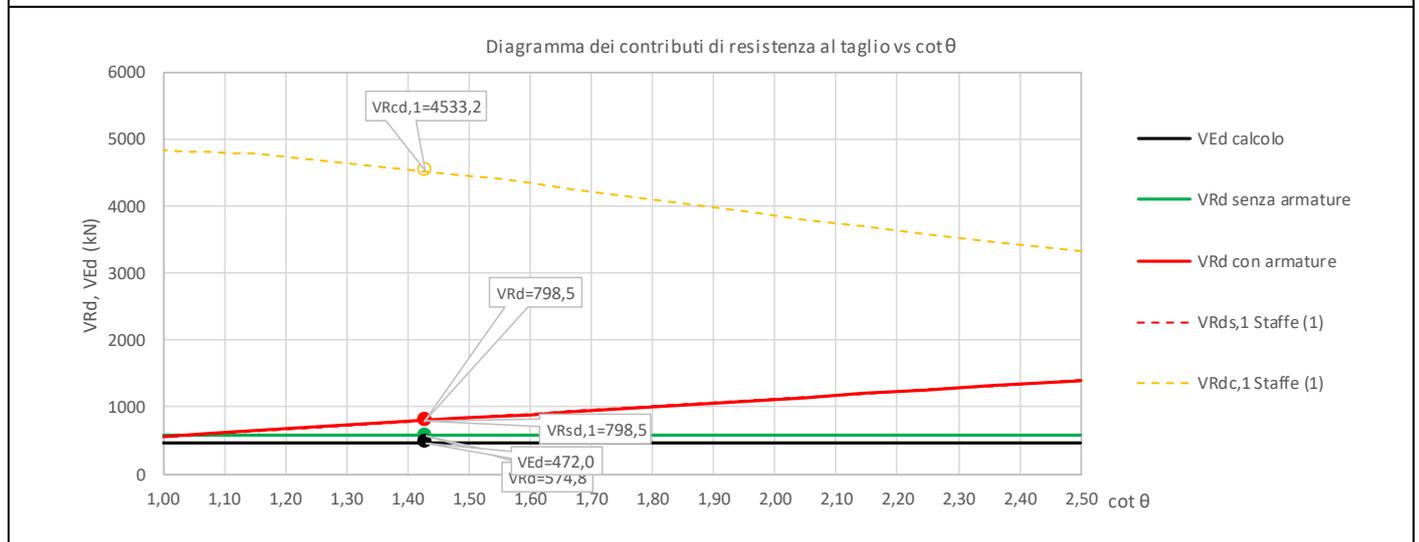
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	157

11.8.2.2 Verifica a taglio SLU, SLV

Secondo le sollecitazioni a quota spiccato muro d'ala (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. Non si è reso necessario l'inserimento di armatura trasversale per questa sezione.

NOME: SEZ BASE		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)		
1,00	1,12	35,00	1,43	-313,1	472,0	1433,2	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}					
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)					
Barre B450C	391,3	10	30	7,07	70,69					
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)		
	70,69	0,15	1,42	0,63%	0,34	0,28	1,01	574,8	82,1%	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								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	158

11.9 VERIFICHE MURO PARAGHIAIA

Nel seguente paragrafo vengono riportate le sollecitazioni a quota estradosso elevazione per le combinazioni di carico allo SLU e le relative verifiche di resistenza a pressoflessione e taglio.

11.9.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

La sezione è armata con un quantitativo di armatura longitudinale nel lato teso di $\Phi 14/20$ e nel lato compresso di $\Phi 12/20$ come rappresentato nella figura seguente per un totale di 10 ferri. I domini di resistenza M-N e i coefficienti di sicurezza a pressoflessione sono ottenuti attraverso il software SAX 10.0 distribuito da Aztec.

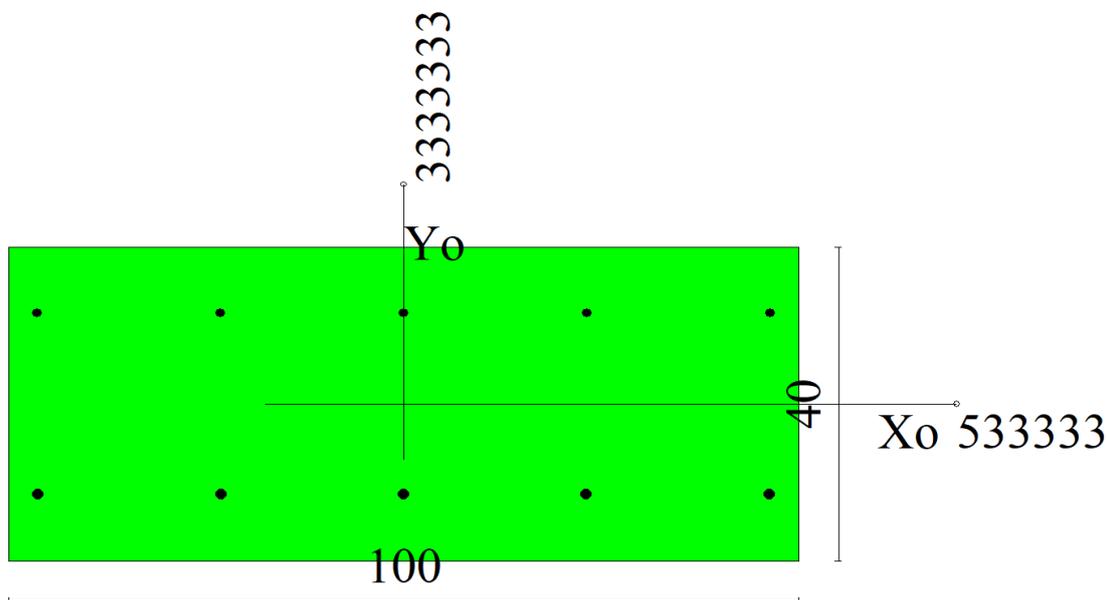


Figura 38 – Sezione trasversale muro paraghiaia e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE MURO PARAGHIAIA SP1

Tipo sezione: Rettangolare
 Base: 100,0 [cm]
 Altezza: 40,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione: 4000,00 [cmq]
 Inerzia in direzione X: 3333333,3 [cm⁴]
 Inerzia in direzione Y: 533333,3 [cm⁴]
 Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm⁴]
 Ascissa baricentro sezione: $X_G = 50,00$ [cm]
 Ordinata baricentro sezione: $Y_G = 20,00$ [cm]

Elenco ferri

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	159

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

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

N°	X	Y	d	ω
1	3,70	6,90	14	1,54
2	26,85	6,90	14	1,54
3	50,00	6,90	14	1,54
4	73,15	6,90	14	1,54
5	96,30	6,90	14	1,54
6	96,40	33,20	12	1,13
7	73,20	33,20	12	1,13
8	50,00	33,20	12	1,13
9	26,80	33,20	12	1,13
10	3,60	33,20	12	1,13

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

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

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

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

Combinazioni

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in [kN]
M _y	momento lungo Y espresso in [kNm]
M _x	momento lungo X espresso in [kNm]
M _t	momento torcente espresso in [kNm]
T _y	taglio lungo Y espresso in [kN]
T _x	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, 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	19,5800	44,6600	0,0000	0,0000	0,0000	65,6400	SI	NO
2	14,5000	32,9100	0,0000	0,0000	0,0000	45,4000	SI	NO
3	19,5800	44,6600	0,0000	0,0000	0,0000	65,6400	SI	NO
4	14,5000	11,7500	0,0000	0,0000	0,0000	20,2500	SI	NO
5	16,7200	10,6900	0,0000	0,0000	0,0000	17,4400	SI	NO
6	12,2800	10,6900	0,0000	0,0000	0,0000	17,4400	SI	NO
7	15,1700	17,3500	0,0000	0,0000	0,0000	26,6300	SI	NO
8	12,2800	10,6900	0,0000	0,0000	0,0000	17,4400	SI	NO
9	14,5000	30,5300	0,0000	0,0000	0,0000	44,8100	NO	SLER
10	14,5000	7,8300	0,0000	0,0000	0,0000	13,5000	NO	SLER
11	14,5000	30,5300	0,0000	0,0000	0,0000	44,8100	NO	SLER
12	14,5000	7,8300	0,0000	0,0000	0,0000	13,5000	NO	SLER
13	14,5000	7,8300	0,0000	0,0000	0,0000	13,5000	NO	SLEQP

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	160

14	14,5000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
15	14,5000	7,8300	0,0000	0,0000	0,0000	13,5000	NO	SLEQP
16	14,5000	0,0000	0,0000	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 [°]
(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)
9	8,05	0,00	(0,00; 31,95)	(100,00; 31,95)
10	9,62	0,00	(0,00; 30,38)	(100,00; 30,38)
11	8,05	0,00	(0,00; 31,95)	(100,00; 31,95)
12	9,62	0,00	(0,00; 30,38)	(100,00; 30,38)
13	9,62	0,00	(0,00; 30,38)	(100,00; 30,38)
14	1465,92	0,00	(0,00; -1425,92)	(100,00; -1425,92)
15	9,62	0,00	(0,00; 30,38)	(100,00; 30,38)
16	1465,92	0,00	(0,00; -1425,92)	(100,00; -1425,92)

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}
9	2,576	0,000	0,000	5,997	-120,276
10	0,647	0,000	0,000	2,846	-23,699
11	2,576	0,000	0,000	5,997	-120,276
12	0,647	0,000	0,000	2,846	-23,699
13	0,647	0,000	0,000	2,846	-23,699
14	0,035	0,000	0,000	0,523	0,513
15	0,647	0,000	0,000	2,846	-23,699
16	0,035	0,000	0,000	0,523	0,513

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N _u	Storzo 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
47,9158	0,0000	109,2911	2,45
7688,8535	0,0000	44,6600	392,69
19,5800	0,0000	104,5327	2,34

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	161

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>48,1721</u>	0,0000	<u>109,3340</u>	3,32
<u>7768,5408</u>	0,0000	32,9100	535,76
14,5000	0,0000	<u>103,6773</u>	3,15

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>47,9158</u>	0,0000	<u>109,2911</u>	2,45
<u>7688,8535</u>	0,0000	44,6600	392,69
19,5800	0,0000	<u>104,5327</u>	2,34

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>157,2740</u>	0,0000	<u>127,4462</u>	10,85
<u>7909,4016</u>	0,0000	11,7500	545,48
14,5000	0,0000	<u>103,6773</u>	8,82

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>213,7936</u>	0,0000	<u>136,6898</u>	12,79
<u>7916,3664</u>	0,0000	10,6900	473,47
16,7200	0,0000	<u>104,0512</u>	9,73

Combinazione n° 6

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>143,8667</u>	0,0000	<u>125,2390</u>	11,72
<u>7916,3628</u>	0,0000	10,6900	644,65
12,2800	0,0000	<u>103,3033</u>	9,66

Combinazione n° 7

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>103,6925</u>	0,0000	<u>118,5936</u>	6,84
<u>7872,4707</u>	0,0000	17,3500	518,95
15,1700	0,0000	<u>103,7901</u>	5,98

Combinazione n° 8

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>143,8667</u>	0,0000	<u>125,2390</u>	11,72
<u>7916,3628</u>	0,0000	10,6900	644,65
12,2800	0,0000	<u>103,3033</u>	9,66

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_t	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A_{eff}	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
ϵ	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S_m	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	162

N°	M _x	M _y	σ _f	σ _c	A _{eff}	ε	S _{rm}	w
9	0,0000	63,4422	-260,564	-22,110	1609,73	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	63,4414	-260,561	-22,109	1609,73	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	63,4422	-260,564	-22,110	1609,73	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	63,4414	-260,561	-22,109	1609,73	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	63,4414	-260,561	-22,109	1609,73	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	0,0000	0,513	0,034	0,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	63,4414	-260,561	-22,109	1609,73	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	0,0000	0,513	0,034	0,00	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

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

Sezione n° 1 - SEZIONE MURO PARAGHIAIA SP1

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	0,647	13,280	-2,044	3,099	-23,699	2,846	450,000	13
SLER	2,576	18,260	-10,227	3,099	-120,276	5,997	337,500	9

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 - SEZIONE MURO PARAGHIAIA SP1

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-260,561	-22,109	157,863	0,0000	0,000	0,000	0,200	13
SLER	-260,564	-22,110	157,863	0,0000	0,000	0,000	0,200	9

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

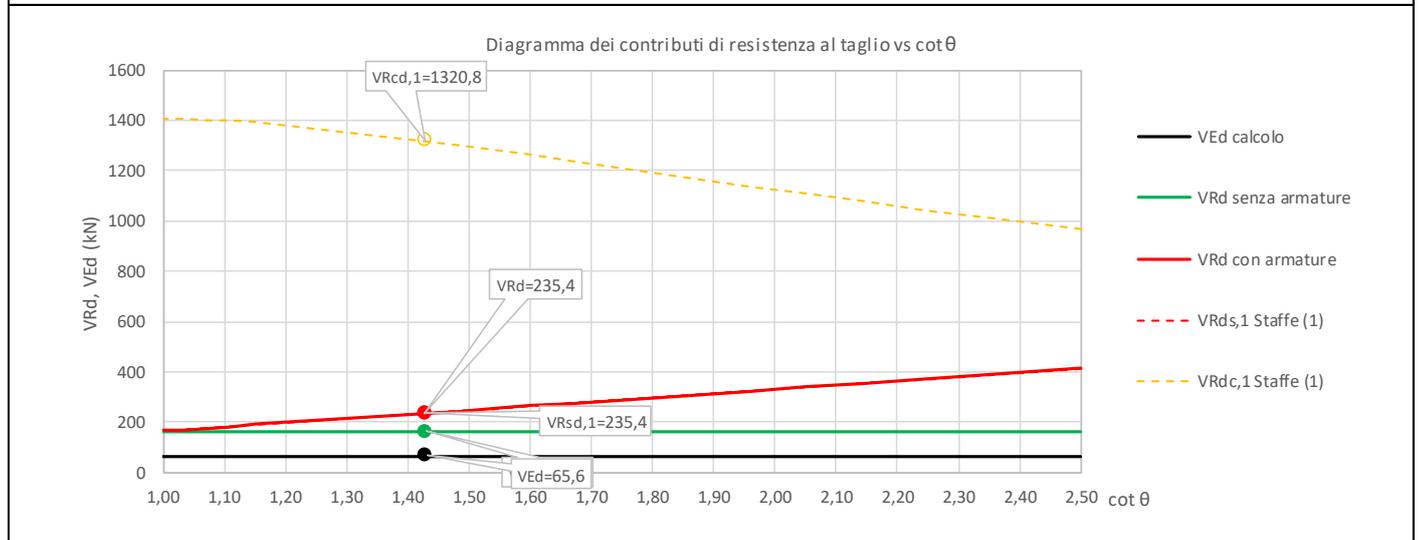
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	163

11.9.2 Verifica a taglio SLU, SLV

Secondo le sollecitazioni a quota spiccato muro paraghiaia (estradosso elevazione) 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: MURO PARAGHIAIA				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)			
1,00	0,33	35,00	1,43	-19,6	65,6	44,7	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}						
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)						
Barre B450C	391,3	5	14	1,54	7,70						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	A_{sl}	k_1	k	ρ_l (%)	v_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}		
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)			
	7,70	0,15	1,78	0,23%	0,48	0,06	1,00	161,1	40,7%	VERIFICA OK	



Non si è reso necessario l'inserimento di armatura trasversale per questa sezione.

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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	164

12. VERIFICHE LOCALI

12.1 DEFORMABILITÀ SPALLA

12.1.1 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.”

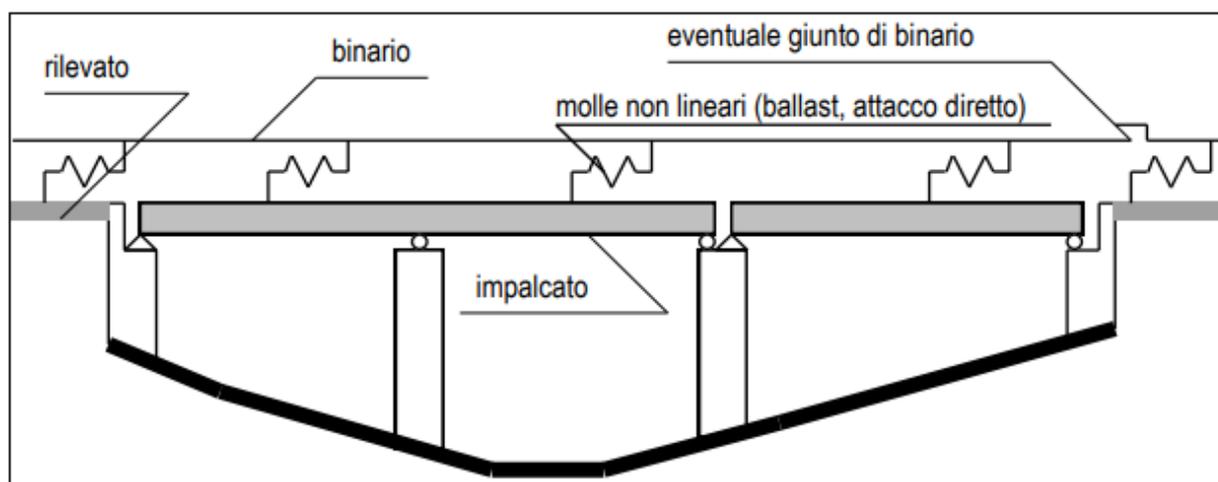


Fig. 2.5.1.4.5.3-1 - Schema di modello strutturale per valutare l'interazione.

Figura 39 – 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:

**VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	165

- 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.”

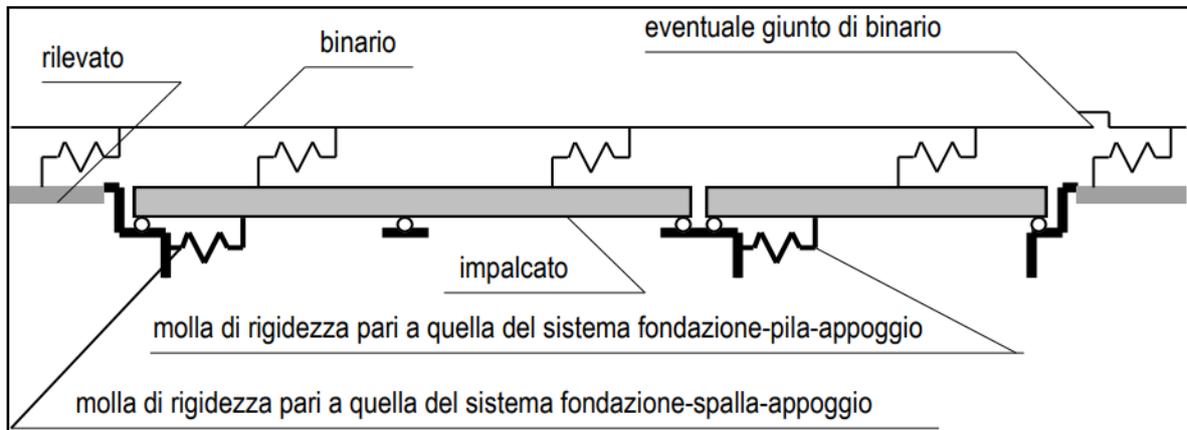


Fig. 2.5.1.4.5.3-3 - Schema di modello strutturale semplificato per valutare l'interazione.

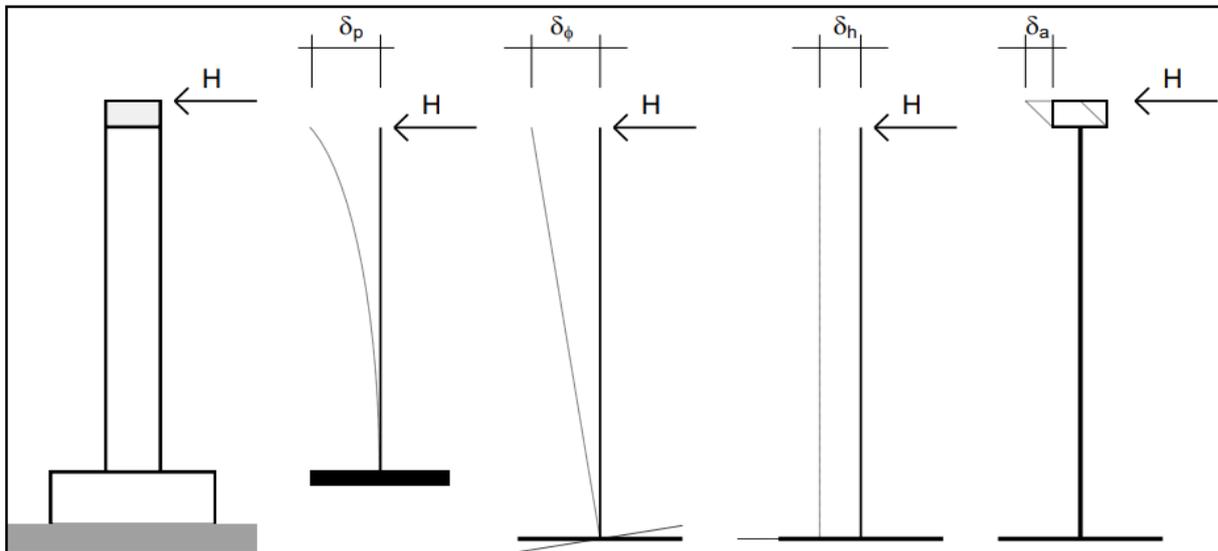


Fig. 2.5.1.4.5.3-4 - Individuazione dei contributi alla deformabilità complessiva del sistema fondazione-pila-appoggio

Figura 40 – 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										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	166

NOME: IMPALCATO L=20 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA				Rev. 00
L calcolo (m)	19,10	Lunghezza tra appoggi			Distanza PF/appoggi (m)	2,10
L (m)	20,00	Lunghezza di binario carico				
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2				
α (-)	1,10	α (-)	1,00			
$Q_{3,f}$ (kN)	440,0	$Q_{3,f}$ (kN)	700,0		Forza frenatura caratt. longitudinale	
$V_{3,f}$ (kNm)	48,4	$V_{3,f}$ (kNm)	77,0		Forza frenatura caratt. verticale	
$Q_{3,a}$ (kN)	726,0	$Q_{3,a}$ (kN)	660,0		Forza avviamento caratt. longitudinale	
$V_{3,a}$ (kNm)	79,8	$V_{3,a}$ (kNm)	72,6		Forza avviamento caratt. verticale	
VERIFICHE SICUREZZA BINARIO (§2.5.1.4.5.3 MdP)						
$Q_{3,f}$ (kN)	700,0	Massima azione frenatura per LM71 o SW/0 o SW/2				
$Q_{3,a}$ (kN)	726,0	Massima azione avviamento per LM71 o SW/0 o SW/2				
H (kN)	1426,0	Massima azione applicata all'appoggio				
I_L (m ⁴)	11,98	Inerzia longitudinale elevazione				
E (MPa)	33346	Modulo elastico elevazione				
H_{elev} (m)	4,50	Altezza elevazione				
K (kN/m)	13150674	$K=(3 \cdot E \cdot I_L) / H_{elev}^3$				
δ_p (mm)	0,1	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				
$\Sigma \delta_i$ (mm)	2,1	Spostamento totale		<	5.0 mm	OK VERIFICATO

12.1.2 Effetti del secondo ordine

Con riferimento alle valutazioni degli spostamenti orizzontali di testa spalla 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								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	167

12.2 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.

12.2.1 Ritegni trasversali

Dato che si tratta degli stessi elementi di ritegno, fare riferimento a quanto riportato nella relazione di calcolo delle pile.

12.2.2 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								
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	168

13. 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	Plinto (kg/m ²)	Elevazione (kg/m ²)	Muri (kg/m ²)	Paraghiaia (kg/m ²)	Ritegni (kg/m ²)
SPALLA SP1	100	80	100	100	450

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	169

14. APPOGGI E GIUNTI

14.1 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 a travi incorporate $L=20$ 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 di altezza massima $H=4.5$ m.

Tale assunzione risulta a favore di sicurezza anche per le spalle.

Massa efficace longitudinale (kg)	1258630	(Intera campata)
Massa efficace trasversale (kg)	655101	(Mezza campata)
Massa efficace verticale (kg)	655101	(Mezza campata)
Forza sismica longitudinale (kN)	5869	
Forza sismica trasversale (kN)	2391	
Forza sismica verticale (kN)	1469	
Spettro elastico longitudinale $Se(T)$ (g)	0.4753	(vedi calcolo pila P2 H=4.5m)
Spettro elastico trasversale $Se(T)$ (g)	0.3720	
Spettro elastico verticale $Sve(T)$ (g)	0.2285	

APPOGGI	Appoggio (F)			Appoggio (UL)			Appoggio (M)		
	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.
SLU PERM									
Max (kN)	±50	±0	+400	±0	±0	+350	±0	±0	+1150
Min (kN)	±50	±0	+400	±0	±0	+350	±0	±0	+1150
SLU									
Max (kN)	±650	±50	+1000	±0	±50	+1000	±0	±0	+1500
Min (kN)	-±250	-±50	+200	±0	±0	+250	±0	±0	+700
SLV									
Max (kN)	±800	±300	+400	±0	±300	+350	±0	±0	+950
Min (kN)	-±700	-±300	+150	±0	-±300	+150	±0	±0	+650
TOTALE (kN)	±800	±300	±1000	±0	±300	±1000	±0	±0	±1500
Spost. Max (mm)	-	-	-	±130	-	-	±130	±5	-

14.2 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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI06 da km 15+113,55 a km 15+918,55: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	04	001	B	170

- E_2 spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica
 E_3 spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni non collegate
 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: SPALLA S1		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)	9,0	+	E_2 (mm)	69,5	+	E_3 (mm)	195,7	=	E_L (mm)	123,4
E_T (mm)	±4,5		d_{Ed} (mm)	±31,6		d_{eg} (mm)	±97,8		k_1	0,45
			k_2	0,55		a_g SLV (g)	0,224		↓	
L (mm)	20000		μ_d	1,00		S	1,366		Zona sismica	$a_g < 0.25g$
α (1/°Cm)	1,00E-05		q	1,00		T_B (s)	0,174		E_0 (mm)	119
ΔT (°C)	±22,5		T_1 (s)	0,000		T_C (s)	0,522		↓	
						T_D (s)	2,498		E_L (mm) >	E_0 (mm)
						F_0	2,482		>	E_1 (mm)
									>	E_2 (mm)
									>	E_3 (mm)
Spostamento sismico a livello giunti:		d_{Ee} (mm)		31,6 (da calcoli)						
CORSAPPOGGI MOBILI (§2.5.2.1.5.2)		± ($E_L/2 + \text{Min}(E_L/8; 15 \text{ mm})$)		±113 mm			↓			
ESCURSIONI GIUNTI (§2.5.2.1.5.3)		± ($E_L/2 + 10 \text{ mm}$)		±108 mm			↓			
	OK	Escursione giunti progetto		±130 mm			← E_L (mm) 195,7			
AMPIEZZA VARCHI (§2.5.2.1.5.4)		$V \geq (E_L/2 + 20 \text{ mm})$		±118 mm						
	OK	Varco impalcati progetto		±150 mm						