

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

VI09 - da km 18+630,51 a km 18+652,51

Relazione di calcolo Spalla S2

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 9 0 4	0 0 2	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	14/06/2023	Martignoni	15/06/2023	Rinaldi	16/06/2023	

File: LI0B.0.2.E.ZZ.CL.VI.09.0.4.002.B

n. Elab.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 1

INDICE

1.. PREMESSA	3
2.. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2.1 Descrizione della spalla in esame	6
3.. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	8
3.1 Normativa di riferimento	8
3.2 Normativa tecnica nazionale	8
3.3 Manuali ITF	9
3.4 Bibliografia e altri riferimenti	9
4.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	10
4.1 Calcestruzzo	10
4.2 Acciaio	11
4.3 Durabilità	12
5.. APPROCCIO DI CALCOLO.....	16
5.1 Caratteristiche delle opere.....	16
5.2 Criteri generali di verifica	16
5.3 Software di calcolo	23
5.4 Validazione programmi di calcolo	25
6.. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	26
6.1 Categoria di sottosuolo.....	26
6.2 Capacità portante dei pali e stratigrafia di progetto.....	26
7.. ANALISI DEI CARICHI	27
7.1 Azioni permanenti strutturali (G_1).....	27
7.2 Azioni permanenti non strutturali (G_2).....	27
7.3 Ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)	30
7.4 Spinta del terreno (G_3).....	31
7.5 Azioni variabili verticali (Q)	34
7.6 Azioni Eccezionali (A).....	41
7.7 Azioni variabili orizzontali (Q)	46
7.8 Azione del vento (Q_6)	50
7.9 Azione sismica (e).....	55
7.10 Variazioni termiche (Q_7)	69
7.11 Attrito (Q_8)	69
7.12 Scarichi agli appoggi	70

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 2

8..	COMBINAZIONI DI CARICO	72
8.1	Combinazioni di carico adottate.....	73
9..	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	75
9.1	Elementi in cemento armato.....	75
10.	MODELLO DI CALCOLO	81
11.	ANALISI SPALLA MOBILE S2.....	82
11.1	Azione impalcati	82
11.2	Sollecitazioni elevazione	93
11.3	Sollecitazioni in fondazione	100
11.4	Sollecitazioni muro paraghiaia.....	108
11.5	Sollecitazioni muro d'ala.....	112
11.6	Verifiche Muro Frontale	121
11.1	Verifiche plinto fondazione	133
11.2	Verifiche Muro Paraghiaia	143
11.3	Verifiche muro d'ala.....	149
12.	VERIFICHE LOCALI.....	161
12.1	Deformabilita' spalla	161
12.2	Ritegni.....	164
13.	RIEPILOGO INCIDENZE C.A.	166
14.	APPOGGI E GIUNTI.....	167
14.1	Appoggi.....	167
14.2	Escursione dei giunti	167

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								
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	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.

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	4

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione ha per oggetto l'analisi e la verifica della Spalla 02 che sostiene la campata a travi incorporate da 22.00 m del viadotto ferroviario denominato VI09, previsto tra le progressive chilometriche 18+630,51 e 18+652,51.

La piattaforma ha una larghezza totale di 13.70 m ed ospita due binari posti ad interasse di 4.0 m.

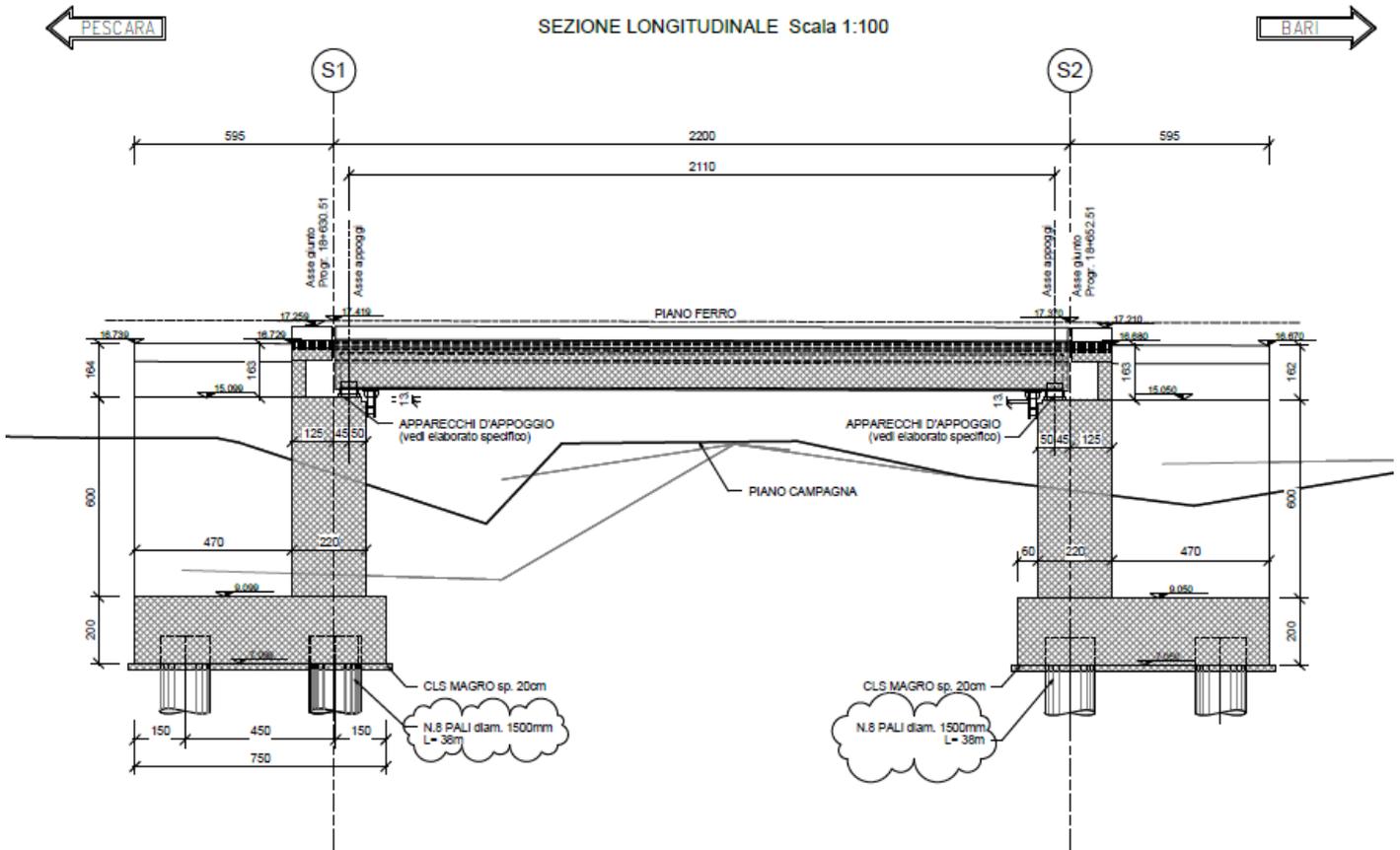


Figura 1 – Profilo longitudinale VI09

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.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	5

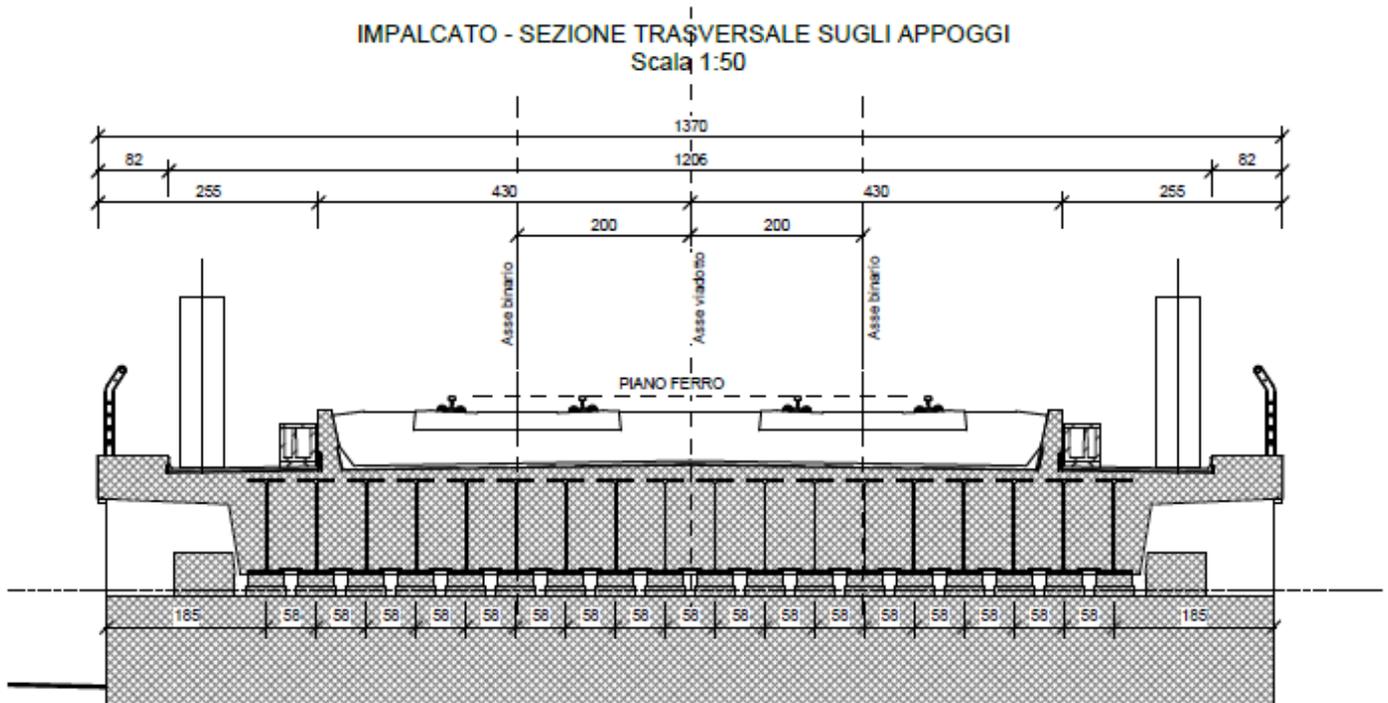


Figura 2 – Sezione trasversale impalcato

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

WBS	SPALLE	Hcalcolo	IMPALCATI							SISMA		FONDAZIONE				
			R _{min}	Lato sx	L	App.	Lato dx	L	App.	Zona Sismica	Categoria Sottosuolo	D _{pali}	n _{pali}	Stratig.	Liquefaz.	Scalzam.
			[m]													
VI09	S01	6.00	∞	-	-	-	Travi inc..	22	Fisso	S3	B	1.5	8	1	NO	-
	S02	6.00	∞	Travi inc.	22	Mobile	-	-	-	S3	B	1.5	8	1	NO	-

Tabella 1 – Sintesi delle spalle VI09

Oggetto del presente documento sono quindi le analisi e le verifiche delle spalle, in particolare della spalla S02, relativa all'impalcato a travi incorporate.

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	7

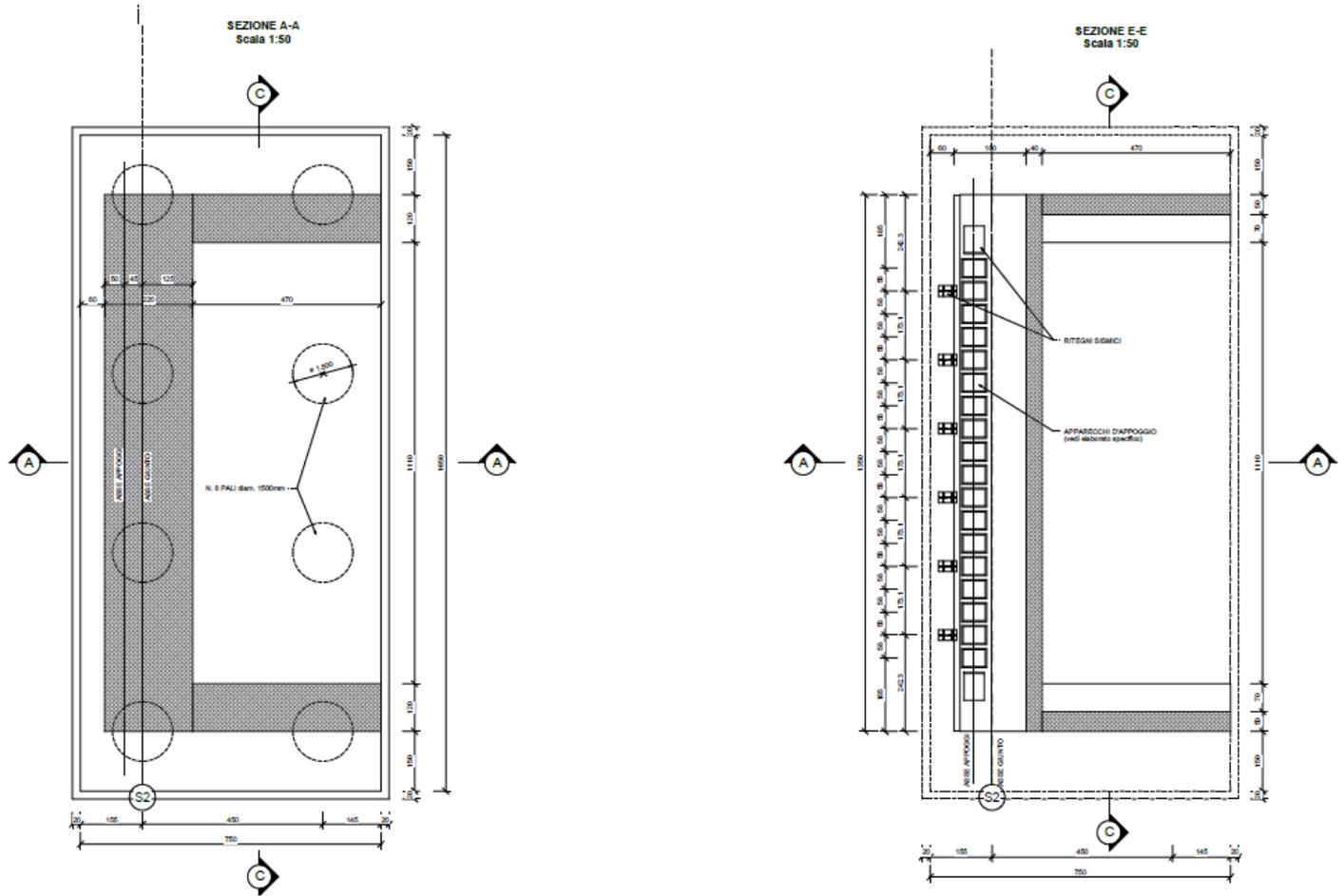


Figura 4 – Vista in pianta

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	8

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 Specifiche tecniche interoperabilità ferroviarie

[2] 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.

3.1.3 Costruzioni in c.a. e acciaio

Eurocodice 1 - “Azioni sulle strutture”

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

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

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

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

Eurocodice 2 - “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”

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

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

Eurocodice 3 - “Progettazione delle strutture in acciaio”

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

[10] 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

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

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

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

[14] 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”.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	9

3.3 MANUALI ITF

- [15] RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di progettazione delle opere Civili;
- [16] RFI DTC SI SP IFS 001 C – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili;
- [17] RFI DINIC MA PO 00 001 B - Manuale di progettazione Ponti
- [18] RFI DTC ICI PO SP INF 001 A - Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari del 12/10/2009
- [19] RFI DINIC MA PO 00 001 C - Prescrizioni tecniche per la progettazione esecutiva ponti Vol.1 e vol.2
- [20] RFI DTC INC PO SP IFS 003 A - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- [21] 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

- [22] Lancellotta R. [1991] " Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.
- [23] Migliacci – F. Mola – “Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.” - Masson Italia Editori 1985
- [24] C. Cestelli Guidi - “Geotecnica e tecnica delle fondazioni” - Ulrico Hoepli Editore 1987
- [25] R. Lancellotta – “Geotecnica” - Edizioni Zanichelli 1987
- [26] Bowles J.E.: “Foundations Analysis and Design” 4th edition - McGraw-Hill – New York, 1988
- [27] 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										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	10

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZO

4.1.1 Calcestruzzo per magrone sottofondi

Classe minima C12/15
 Classe di esposizione ambientale XC0

4.1.1 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 $f_{ck} = R_{ck} * 0.83 = 24.90$ MPa
 Resistenza media a compressione cilindrica $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.90$ MPa
 Modulo elastico $E_c = 22000 * (f_{cm}/10)^{0.3} = 31447$ MPa
 Valore medio di resistenza a trazione semplice $f_{ctm} = 0.3 * (f_{ck})^{2/3} = 2.56$ MPa
 Resistenza di calcolo a trazione semplice $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} = 1.79$ MPa

Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_C = 1.5$
 Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata $\alpha_{CC} = 0.85$
 Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \alpha_{CC} * f_{ck} / \gamma_C = 14.11$ MPa
 Resistenza di calcolo a trazione semplice $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1.19$ MPa
 Valore ultimo della deformazione a compressione $\epsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara $\sigma_c = 0.55 * f_{ck} = 13.70$ MPa
 Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm. $\sigma_c = 0.40 * f_{ck} = 9.96$ MPa

4.1.2 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 $f_{ck} = R_{ck} * 0.83 = 33.20$ MPa
 Resistenza media a compressione cilindrica $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20$ MPa
 Modulo elastico $E_c = 22000 * (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643$ MPa
 Valore medio di resistenza a trazione semplice $f_{ctm} = 0.3 * (f_{ck})^{2/3} = 3.10$ MPa
 Resistenza di calcolo a trazione semplice $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} = 2.17$ MPa

Stato limite ultimo

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

Stato limite di esercizio

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	11

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

4.1.3 Calcestruzzo per baggioli e ritegni

Classe minima C32/40
Classe di esposizione ambientale XC4 – XS1
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg $R_{ck} \geq 40$ 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

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 $f_{tk} = \geq 540$ MPa
Tensione caratteristica di snervamento a trazione $f_{yk} = \geq 450$ 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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	12

4.3 DURABILITÀ

4.3.1 Conglomerati cementizi

Le classi di esposizione e le conseguenti limitazioni sulla composizione del calcestruzzo sono state ricavate ai sensi della normativa UNI EN 206: 2016 e UNI 11104: 2016, delle istruzioni contenute nella C.M. n°7 per l'applicazione delle NTC 2008, a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

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

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

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

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

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

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

UNI 11104:2016		Classi di esposizione																	
		Corrosione delle armature indotte dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotte da cloruri						Attacchi da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico			
		Acqua di mare				Cloruri provenienti da altre fonti													
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto a/c	-	0,80			0,55	0,50	0,50	0,45		0,55	0,50	0,45	0,50	0,50		0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30			C30/37	C32/40	C32/40	C35/45		C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30		C30/37	C30/37	C32/40	C35/45
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300			320	340	340	360		320	340	360	320	340		360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)													b)		4,0 a)				
Altri requisiti							E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare a secondo UNI 9156						E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12520 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente solfati nei limiti del prospetto 2 della all'acqua di mare adeguata resistenza alla UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati c)		

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

Tabella 2 - Prospetto requisiti di mix-design (UNI 11104)

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

			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_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

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

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

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									
		VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Tabella 4 - Condizioni ambientali e classi di esposizione

NOME: FONDAZIONI	REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)	Rev. 00.1
CLASSE DI ESPOSIZIONE Corrosione da carbonatazione XC2 Ambiente prevalentemente acquoso o saturo d'acqua, raramente secco. Cls a contatto con acqua per lungo tempo. Cls di strutture di contenimento acqua. Cls di molte fondazioni.		
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)		Mix design di progetto:
Rapporto max A/C	XC2 0,60	XC2 0,6
Classe di resistenza minima	C25/30	C25/30
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	300	300
Contenuto minimo di aria (%)	-	-
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-	-
Cemento resistente ai solfati	-	-
Cemento resistente all'acqua di mare	-	-
COPRIFERRO NOMINALE $C_{min} = \max(C_{min,b}; C_{min,dur} + \Delta C_{dur,\gamma} - \Delta C_{dur,st} - \Delta C_{dur,add}; 10 \text{ mm})$ (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 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**

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	14

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)					Mix design di progetto:	
		XC4		XS1	XC4+XS1	
Rapporto max A/C		0,50		0,50	0,5	
Classe di resistenza minima		C32/40		C32/40	C32/40	
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)		340		340	340	
Contenuto minimo di aria (%)		-		-	-	
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)		-		-	-	
Cemento resistente ai solfati		-		-	-	
Cemento resistente all'acqua di mare		-		SI	SI	
COPRIFERRO NOMINALE						
$C_{min} = \max(C_{min,b}; C_{min,dur} + \Delta C_{dur,\gamma} - \Delta C_{dur,st} - \Delta C_{dur,add}; 10 \text{ mm})$				(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**

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	15

NOME: BAGGIOLI E RITEGNI		REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)				Rev. 00.1
CLASSE DI ESPOSIZIONE						
Corrosione da carbonatazione	XC4	Ambiente ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua. Cls in esterni con superfici soggette ad alternanze di ambiente secco ed acquoso o saturo d'acqua. Cls ciclicamente esposto all'acqua in condizioni che non ricadono nella classe XC2.				
Corrosione da cloruri marini	XS1	Ambiente di aria che trasporta salsedine marina in assenza di contatto con l'acqua di mare. Cls di strutture in zone costiere.				
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)						Mix design di progetto:
		XC4		XS1		XC4+XS1
Rapporto max A/C		0,50		0,50		0,5
Classe di resistenza minima		C32/40		C32/40		C32/40
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)		340		340		340
Contenuto minimo di aria (%)		-		-		-
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)		-		-		-
Cemento resistente ai solfati		-		-		-
Cemento resistente all'acqua di mare		-		SI		SI
COPRIFERRO NOMINALE						
$C_{min} = \max(C_{min,b}; C_{min,dur} + \Delta C_{dur,\gamma} - \Delta C_{dur,st} - \Delta C_{dur,add}; 10 \text{ mm})$				(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										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	16

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 & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 17

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

$$\gamma_M$$

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 (F ; a ; etc..)

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

I valori campiti in grigio rappresentano l'azione dominante.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 18

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										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	19

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										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	20

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 $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

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

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

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	γ_φ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_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 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, 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								
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	21

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

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

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

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 *rigidità (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 *rigidità (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		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	22

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										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 23

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  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	24

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								
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	25

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  <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	26

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Dalle indagini sismiche (DHLIA3V05; S25) 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 B.

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										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGGIO 27

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 4.33 kN/m.

Per il peso proprio della soletta, si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 22 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=22 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	
	[kN/m]																		
PP travi	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33
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	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]																	
PP (cat. G ₁)	604	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	604

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=22 m.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	28	

Si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 22 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=22 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})	45	75	81	83	90	68	91	88	88	88	88	91	67	91	83	80	75	45

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										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	29

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})	87	7	17	12	3	36	3	7	8	8	7	3	34	4	12	17	7	86

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})	150	-18	17	10	-2	46	-1	6	7	7	6	-1	47	-2	10	17	-18	150

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	30

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		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 31

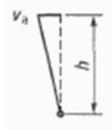
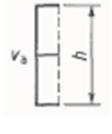
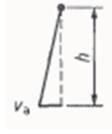
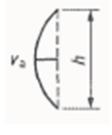
7.4 SPINTA DEL TERRENO (G₃)

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

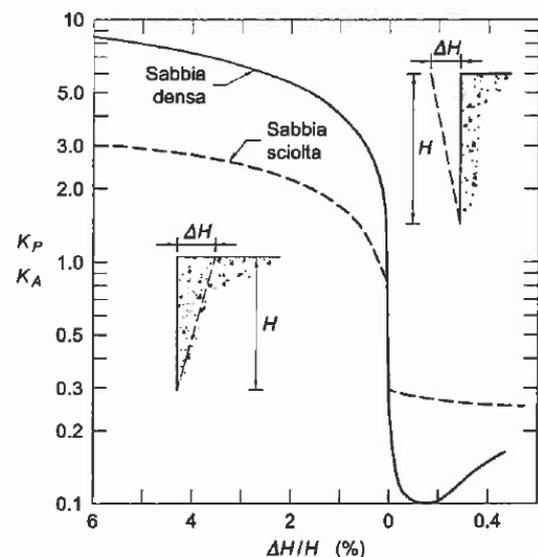


Figura 5 - Spostamenti relativi muro-terreno necessari per il raggiungimento di un regime di spinta attiva secondo EC7 Annex C e Lancillotta (1999)

7.4.1 Spinta a riposo

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

$$S_{0h} = \int_0^H \sigma_h(z) dz \quad \text{spinta a riposo statica totale sul muro}$$

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	32

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

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

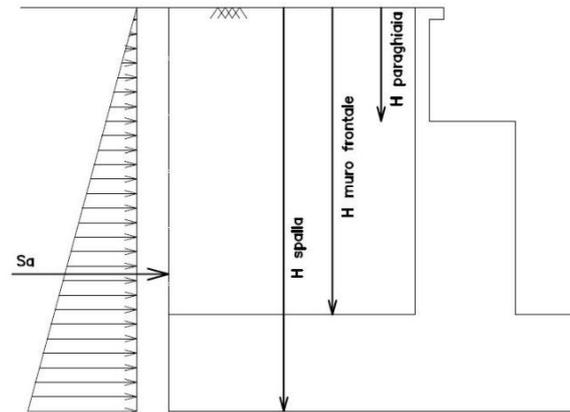


Figura 6: Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

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

$$\varphi$$

angolo attrito del terreno

$$\delta = 0$$

attrito tra terreno e parete

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	33

$\psi = 90^\circ$

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

$$S_{\text{ah}} = \int_0^H \sigma'_h(z) dz + E_{\text{ws}} + E_{\text{wd}}$$

spinta attiva statica totale efficace sul muro

$$\sigma'_h(z) = \sigma'_v(z) \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

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 & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	34

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		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	35

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.

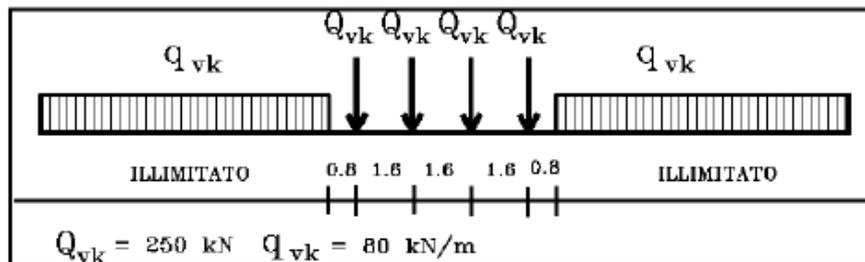


Fig. 5.2.1 - Modello di carico LM71

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.

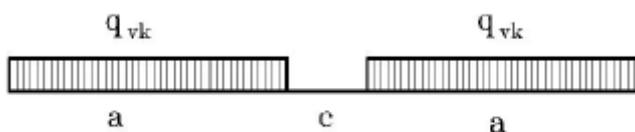


Fig. 5.2.2 -Modelli di carico SW

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 A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 36

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.

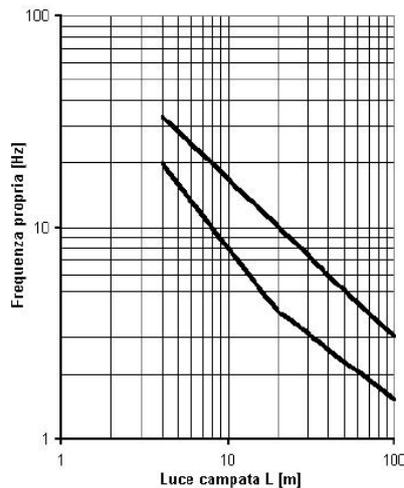


Fig. 5.2.7 - Limiti delle frequenze proprie n_o in Hz in funzione della luce della campata

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 $L=22$ 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

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	37

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}	183	83	104	107	-55	489	68	104	89	64	65	118	-353	238	56	41	50	-123
LM71 _{B2}	-123	50	41	56	238	-353	118	65	64	89	104	68	489	-55	107	104	83	183
SW2 _{B1}	237	90	113	116	-86	589	69	120	103	76	81	148	-434	298	74	55	67	-156

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 38

7.5.1.4 Numero di treni contemporanei

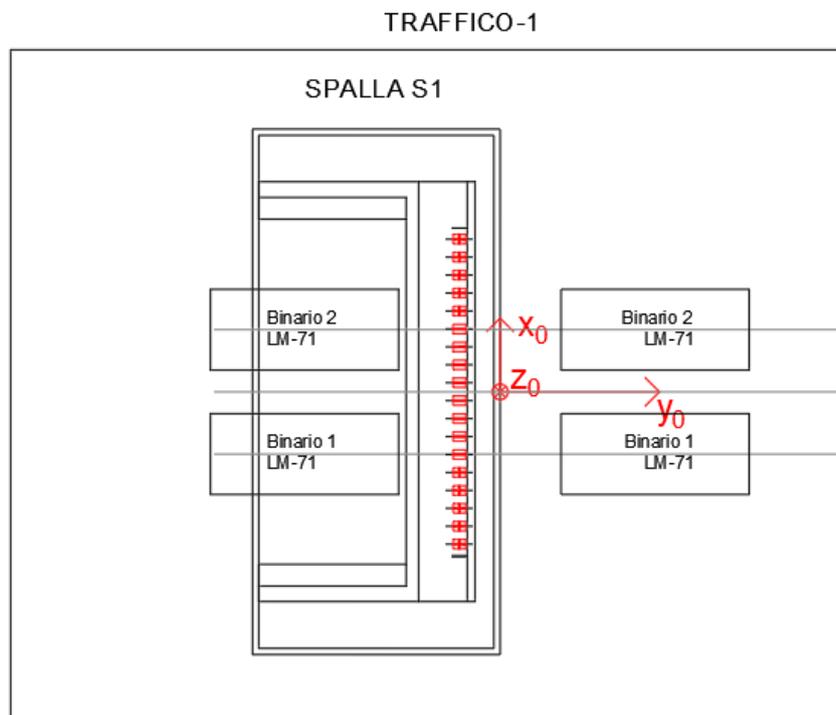
Nella progettazione andrà considerata l'eventuale contemporaneità di più treni, in genere sia per traffico normale (LM71) sia per traffico pesante (SW/2). Le azioni da traffico considerano una configurazione in campata, davanti alla spalla, in cui si massimizza il taglio all'appoggio.

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.

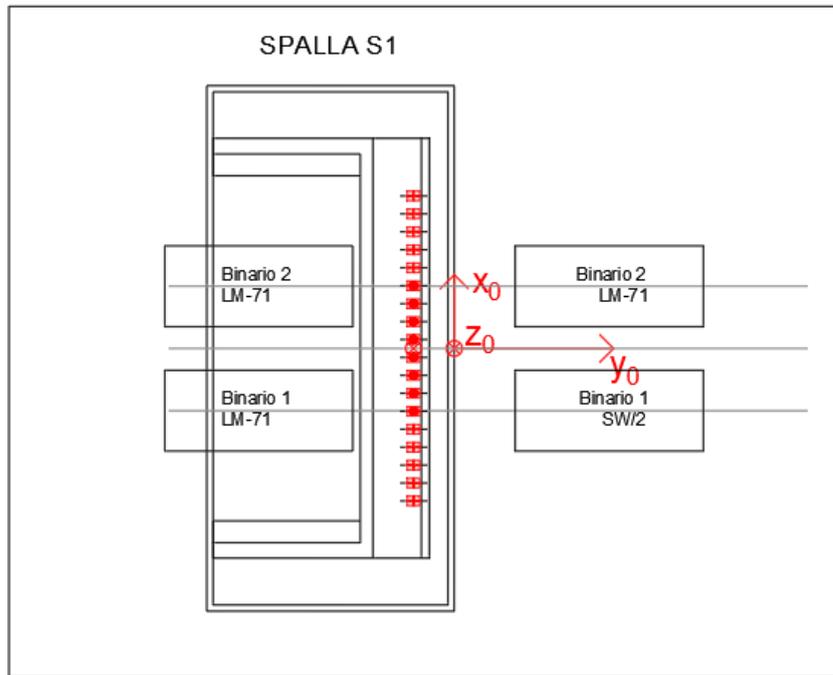
Nella figura successiva vengono riportati gli schemi considerati:



VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	39

TRAFFICO-2



TRAFFICO-3

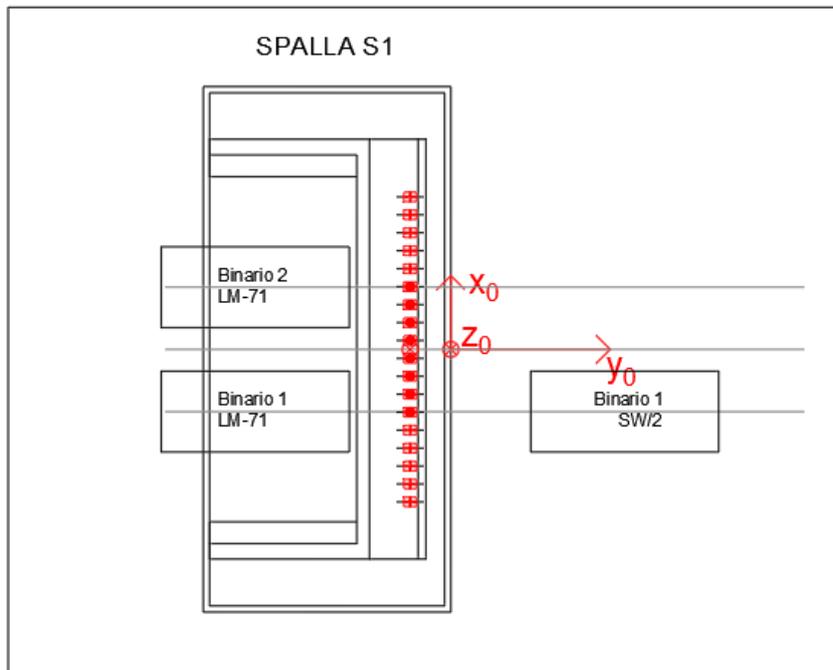


Figura 11 – Schemi di contemporaneità dei treni sui binari

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	40

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 S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	41

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.

7.6.1.9 Impalcato a travi incorporate di luce $L=22\text{ m}$

7.6.1.9.1 Caso 1

Si considerano due carichi verticali lineari $q_{A1d} = 60\text{ kN/m}$ (comprensivo dell'effetto dinamico) ciascuno. Tali carichi saranno posizionati longitudinalmente su una lunghezza di 6,40 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.

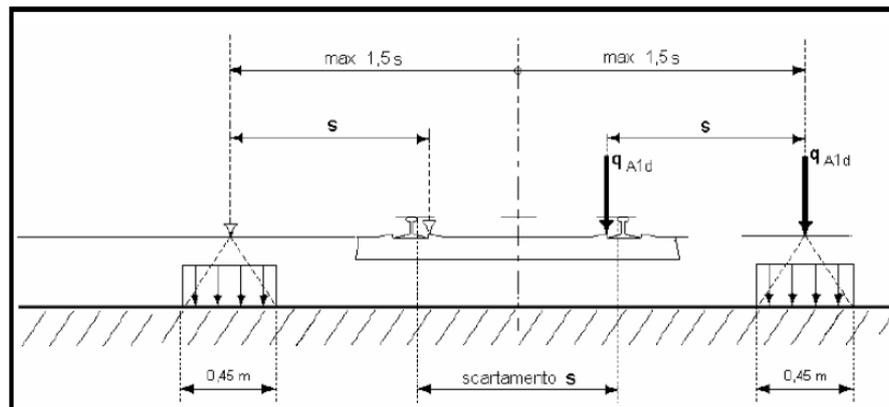


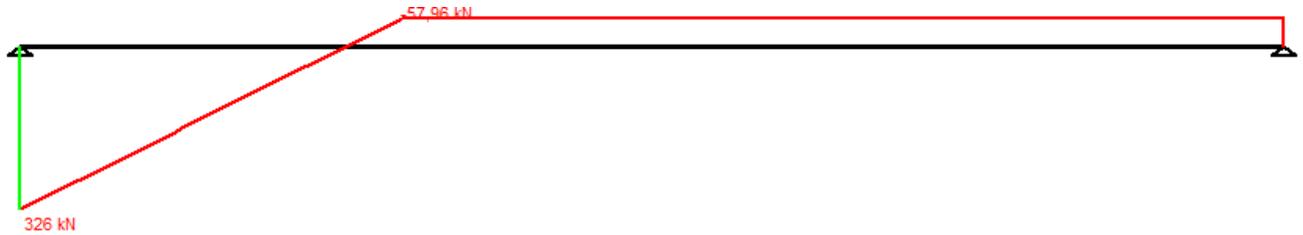
Figura 5.2.12 - Caso 1

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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	42



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="326"/>	RB	<input type="text" value="57,96"/>
ΦA	[rad]	<input type="text" value="0,001816"/>	ΦB	<input type="text" value="0,001202"/>
max M+		<input type="text" value="885,7"/>	x max M+	<input type="text" value="5,512"/>
max M-		<input type="text" value="-0,0002825"/>	x max M-	<input type="text" value="21,2"/>
f max	m	<input type="text" value="0,009579"/>	x f max	<input type="text" value="9,328"/>

Diagrammi Visualizza **Stampa**

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="326"/>	<input type="text" value="0"/>

N° sezioni di calcolo **Calcola**

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

$$V_{\max} = 326 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 326 / (21.20/2) = 30.75 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = q'_v * L/2 = 30.75 * 21.20/2 = 326 \text{ kN}$$

$$Q_1 = q'_v * L/2 = 30.75 * 14.00/2 = 326 \text{ kN}$$

Carico equivalente tagliante

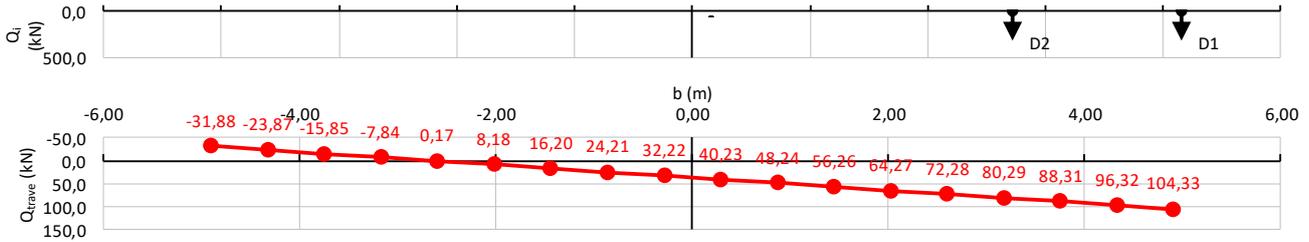
$$\text{Azione verticale applicata } e = +2.00 + 1.435 * 1.5 = 4.15 \text{ m}$$

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	43

NOME: IMPALCATO L=22 m				RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)											Rev. 00		
GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI Deragliam. 1													
L (m)	L _{sx} (m)	L _{dx} (m)	Int (m)	N	N°	D1	D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13,70	1,95	1,95	0,58	18	Q _i (kN)	326,04	326,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	652,08
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	-0,027	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	-31,88
2	-4,33	1	0,000	-0,056	-0,017	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	-23,87
3	-3,75	1	0,000	-0,041	-0,008	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	-15,85
4	-3,17	1	0,000	-0,026	0,002	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	-7,84
5	-2,60	1	0,000	-0,011	0,012	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,17
6	-2,02	1	0,000	0,004	0,022	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	8,18
7	-1,44	1	0,000	0,018	0,031	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	16,20
8	-0,87	1	0,000	0,033	0,041	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	24,21
9	-0,29	1	0,000	0,048	0,051	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	32,22
10	0,29	1	0,000	0,063	0,060	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	40,23
11	0,87	1	0,000	0,078	0,070	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	48,24
12	1,44	1	0,000	0,093	0,080	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	56,26
13	2,02	1	0,000	0,108	0,090	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	64,27
14	2,60	1	0,000	0,122	0,099	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	72,28
15	3,17	1	0,000	0,137	0,109	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	80,29
16	3,75	1	0,000	0,152	0,119	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	88,31
17	4,33	1	0,000	0,167	0,128	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	96,32
18	4,90	1	0,000	0,182	0,138	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	104,33



7.6.1.9.2 Caso 2

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

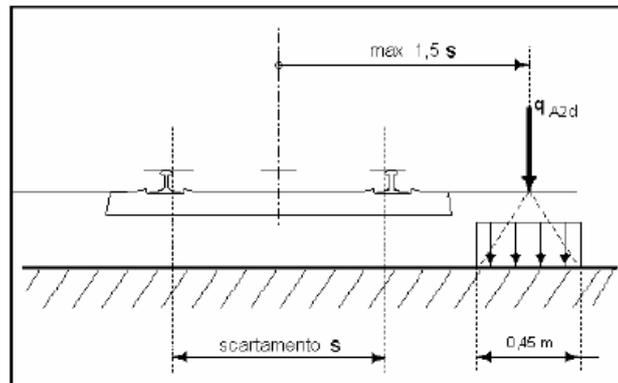
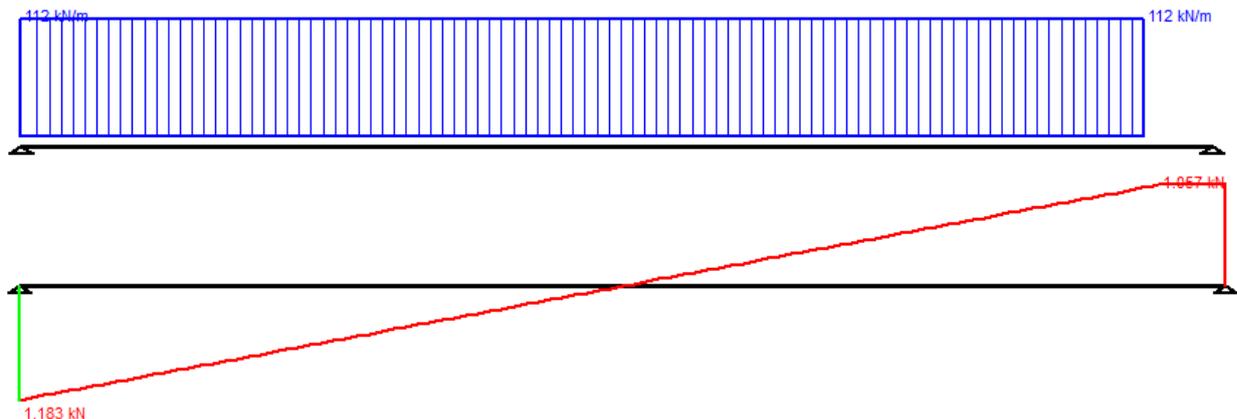


Figura 5.2.13 - Caso 2

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	44

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	20

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="1.183"/>	RB	<input type="text" value="1.057"/>
ΦA	[rad]	<input type="text" value="0,01281"/>	ΦB	<input type="text" value="0,01274"/>
max M+		<input type="text" value="6.252"/>	x max M+	<input type="text" value="10,6"/>
max M-		<input type="text" value="-0,0005971"/>	x max M-	<input type="text" value="21,2"/>
f max	m	<input type="text" value="0,08477"/>	x f max	<input type="text" value="10,6"/>

N° Carichi CONCENTRATI **Zoom**

N° Coppie CONCENTRATE **Zoom**

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="1.183"/>	<input type="text" value="0"/>

Diagrammi

M **V** **C**

N° sezioni di calcolo

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

$$V_{\max} = 1183 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 1183 / (21.20/2) = 111.6 \text{ kN/m}$$

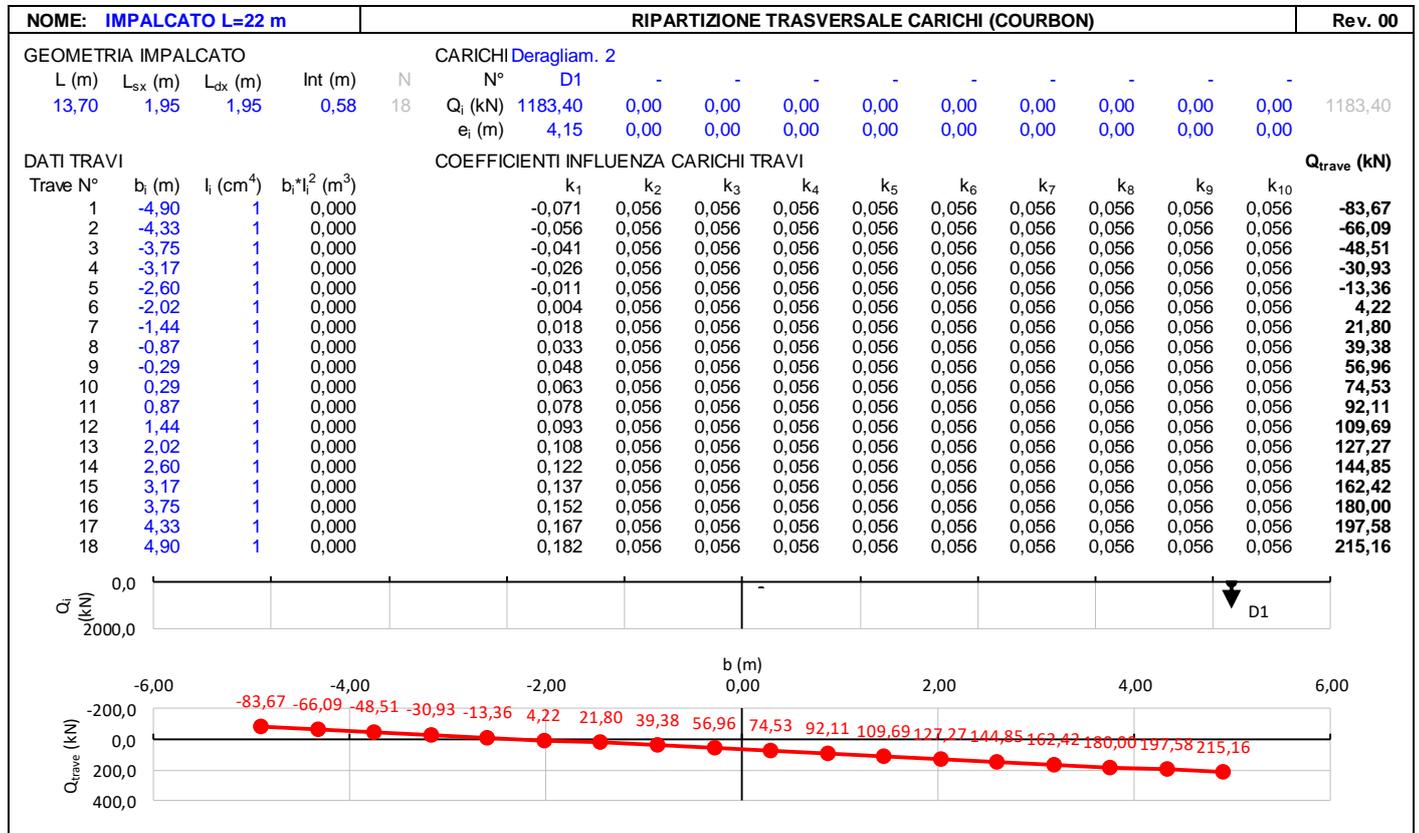
$$Q_1 = q'_v * L/2 = 111.6 * 21.20/2 = 1183 \text{ kN}$$

Carico equivalente tagliante

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	45



7.6.1.9.3 Effetti sulla sottostruttura

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 46

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:

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

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

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

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

lunghezza longitudinale interessata dai carichi

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

larghezza trasversale transitabile (larghezza spalla)

Spalla S2

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

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

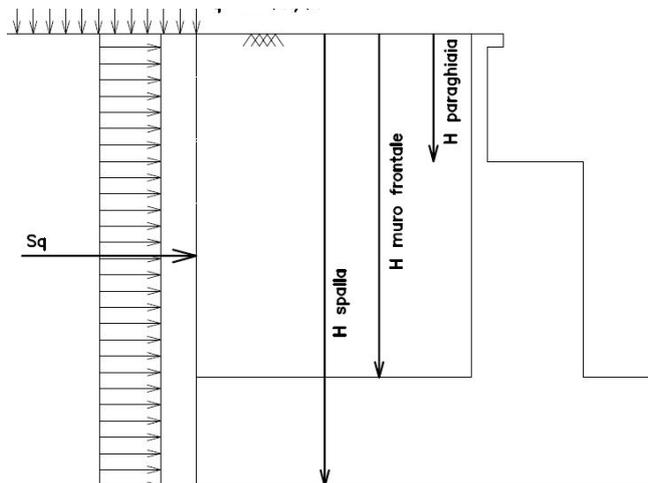


Figura 17: Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 47

7.7.2 Forza centrifuga (Q₄)

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

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

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

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

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

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

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

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

V velocità di progetto, espressa in km/h

f fattore di riduzione

R raggio di curvatura, espresso in m

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

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

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

Dato che questa tipologia d'impalcato si trova soltanto nel caso di binari in rettilo, la forza centrifuga è nulla.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 48

7.7.3 Azione laterale serpeggio (Q₅)

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=22m al cui si rimanda per ulteriori dettagli.

NOME: IMPALCATO L=22 m		CALCOLO FORZA SERPEGGIO		Rev. 00
Q _{sk} (kN)	100,0	Azione caratteristica di serpeggio		1,51
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		Distanza quota applicazione carico/baricentro travi
α (-)	1,10	α (-)	1,00	
Q _{5,s} (kN)	110,0	Q _{5,s} (kN)	100,0	Forza serpeggio caratt. trasversale
M _{5,s} (kNm)	165,99	M _{5,s} (kNm)	150,90	Momento torcente forza serpeggio caratt.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGGIO 49

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	Y _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=22 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA		Rev. 00
L calcolo (m)	21,10	Lunghezza tra appoggi		Distanza quota applicazione carico/baricentro travi
L (m)	22,00	Lunghezza di binario carico		1,51
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
α (-)	1,10	α (-)	1,00	
Q _{3,f} (kN)	484,0	Q _{3,f} (kN)	770,0	Forza frenatura caratt. longitudinale
V _{3,f} (kNm)	34,6	V _{3,f} (kNm)	55,1	Forza frenatura caratt. verticale
Q _{3,a} (kN)	798,6	Q _{3,a} (kN)	726,0	Forza avviamento caratt. longitudinale
V _{3,a} (kNm)	57,1	V _{3,a} (kNm)	51,9	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=22m al cui si rimanda per ulteriori dettagli.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	50

7.8 AZIONE DEL VENTO (Q₆)

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

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:

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

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

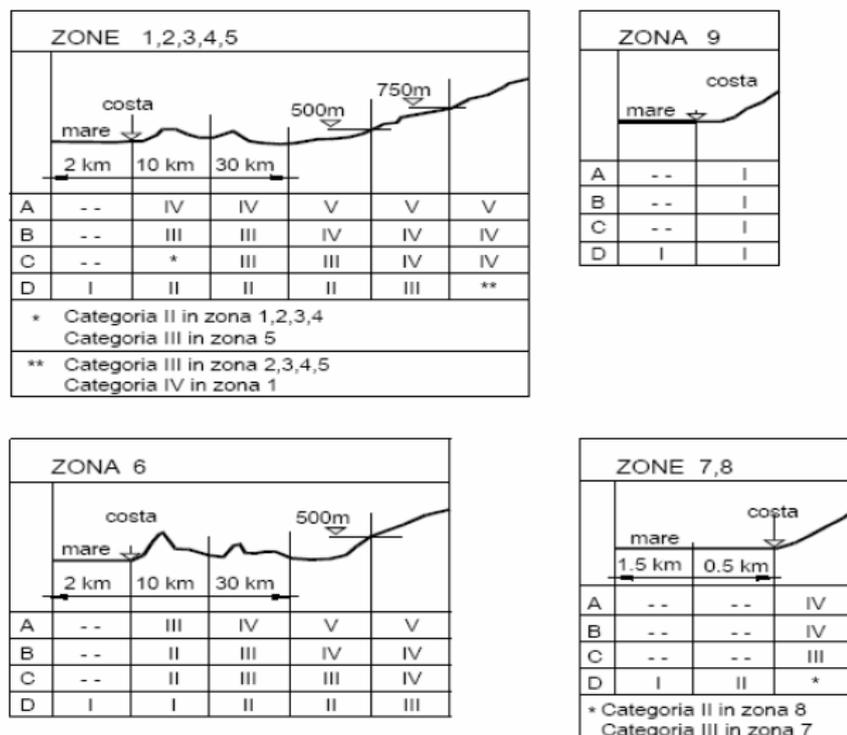


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002

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

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

Tabella 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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	52



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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	53

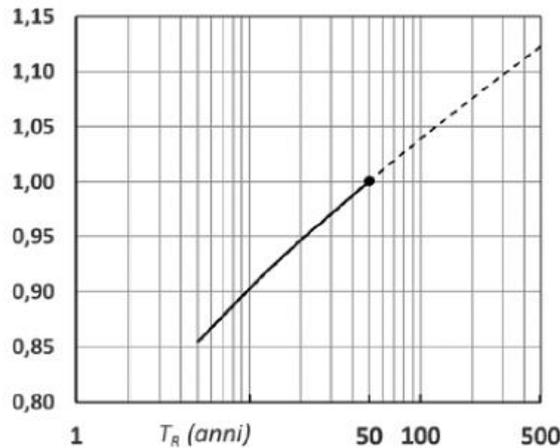


Figura C3.3.1 – Valori del coefficiente α_R in funzione del periodo di ritorno T_R (asse in scala logaritmica),

Figura 19 - Diagramma del coefficiente di ritorno α_r in funzione del periodo di ritorno TR

NOME: IMPALCATO L=22m		CALCOLO AZIONE VENTO IMPALCATO NTC08		Rev. 00
PARAMETRI VENTO DI PROGETTO		DATI GEOMETRICI IMPALCATO		
Zona	3 (Tab.3.I)	h_{tot} (m)	6,85 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}	2,00 (§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 22 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=22 m. In seguito, si riporta un riepilogo delle reazioni totali sui singoli appoggi.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	55

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 Chieuti / Chieuti (FG), Serracapriola- Loc.SS16 (FG).

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 56

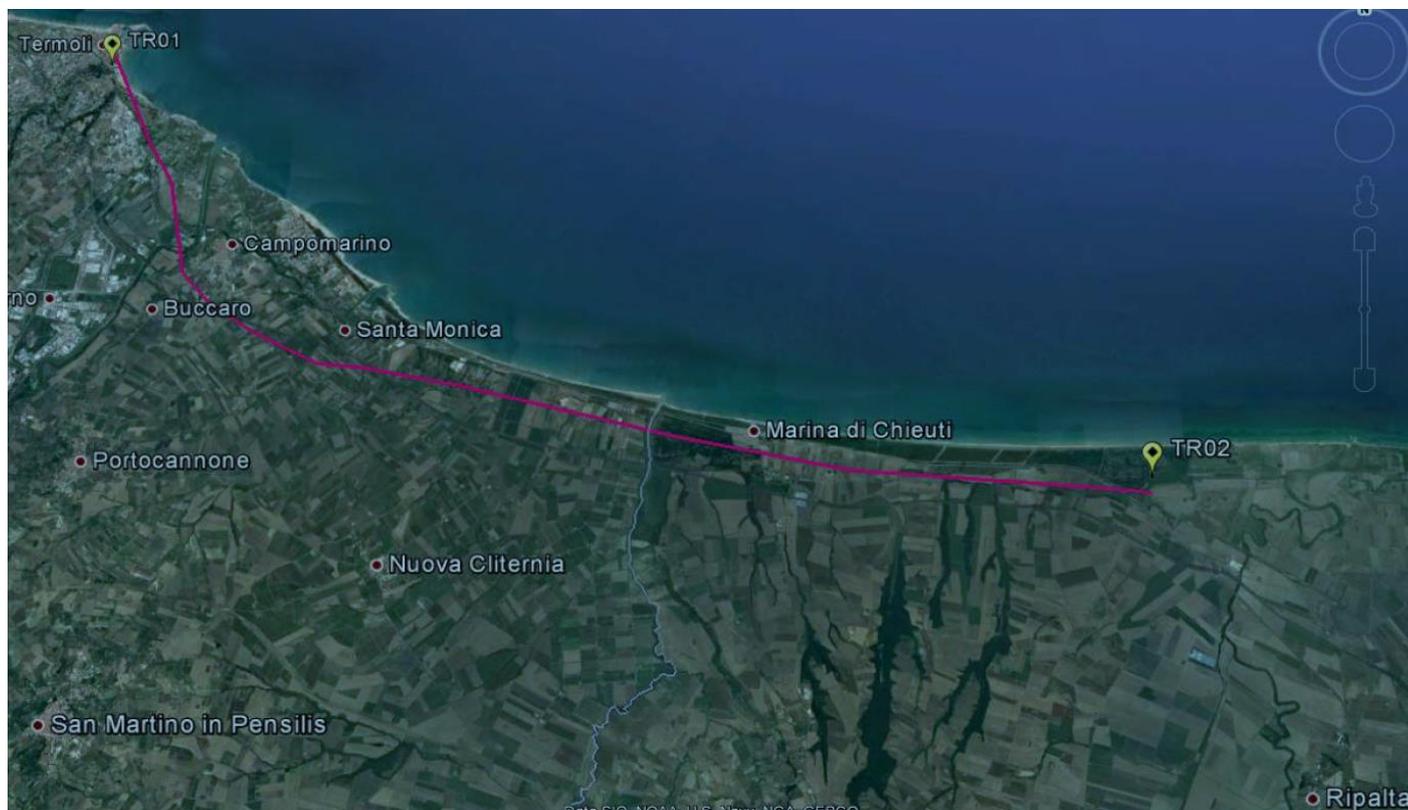


Figura 20- Configurazione planimetrica tracciato

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 simiche, a seguito di un esame generale del livello pericolosità sismica dell'area che evidenzia un graduale incremento dell'intensità sismica da nord verso sud; nella fattispecie le zone sismiche "omogenee" individuate, sono quelle di seguito elencate:

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

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

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	57

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, coprighiunti 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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 58

associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali

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

“B”

Rocce tenere e depositi di terreni a gran grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	59

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 sovreresistenza, 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										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	60

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 $q = 1.00$.

7.9.2.0 Pile e spalle da ponte

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

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

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

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

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

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										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	61

$\alpha = L/H$

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 $q_0 = 1.50$.

VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	62

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,224 g
F_0	2,482
T_c	0,352 s
S_s	1,177
C_c	1,355
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,177
η	1,000
T_B	0,159 s
T_C	0,477 s
T_D	2,498 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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	0,264
T_B	0,159	0,656
T_C	0,477	0,656
	0,573	0,546
	0,670	0,467
	0,766	0,409
	0,862	0,363
	0,958	0,327
	1,054	0,297
	1,151	0,272
	1,247	0,251
	1,343	0,233
	1,439	0,217
	1,536	0,204
	1,632	0,192
	1,728	0,181
	1,824	0,172
	1,920	0,163
	2,017	0,155
	2,113	0,148
	2,209	0,142
	2,305	0,136
	2,402	0,130
T_D	2,498	0,125
	2,569	0,118
	2,641	0,112
	2,712	0,106
	2,784	0,101
	2,855	0,096
	2,927	0,091
	2,999	0,087
	3,070	0,083
	3,142	0,079
	3,213	0,076
	3,285	0,072
	3,356	0,069
	3,428	0,067
	3,499	0,064
	3,571	0,061
	3,642	0,059
	3,714	0,057
	3,785	0,055
	3,857	0,053
	3,928	0,051
	4,000	0,049

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

VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	63

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{sv}	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

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

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

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

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	64

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

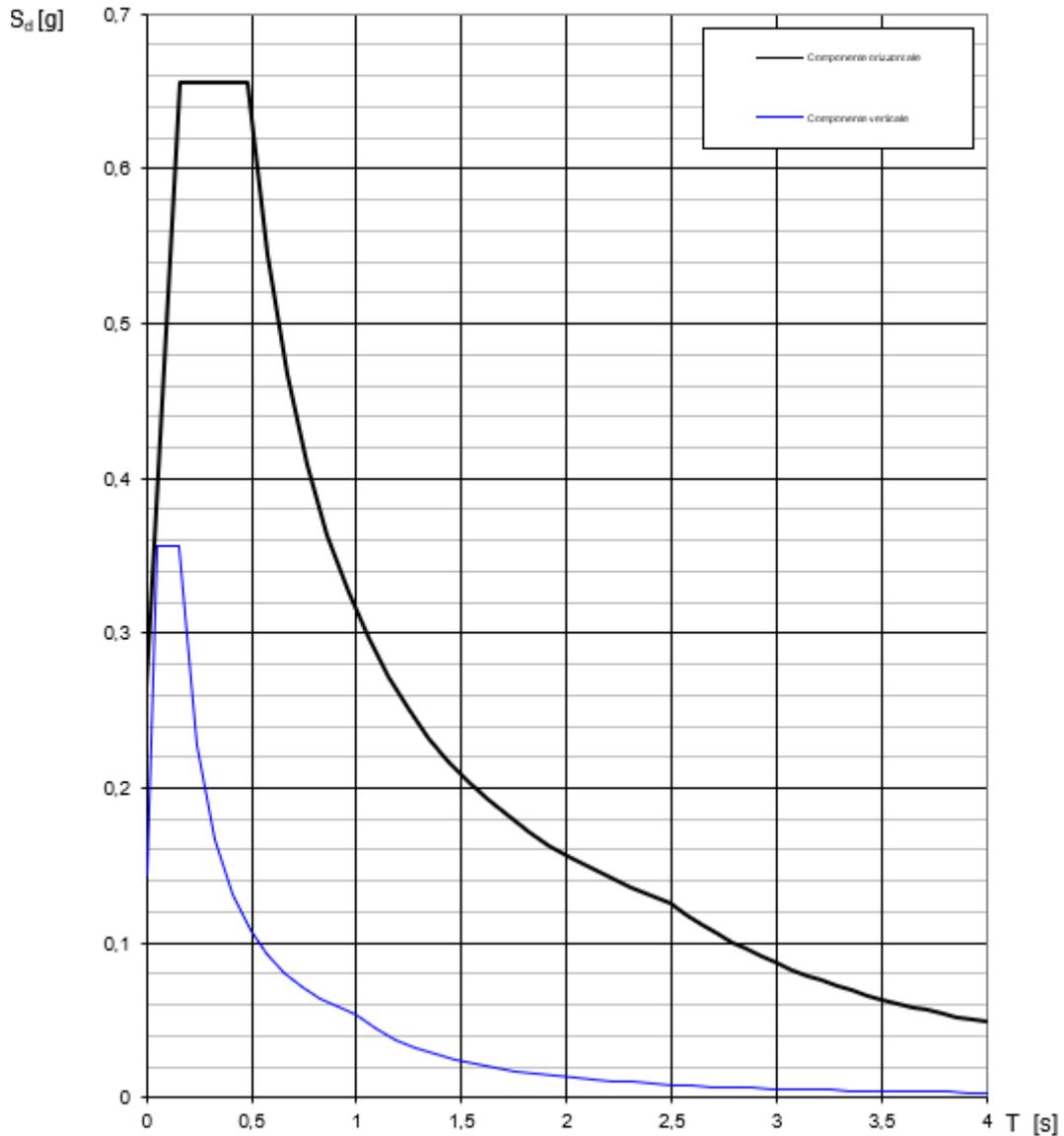


Figura 21- Spettri di risposta elastici (componente orizzontale e verticale)

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.

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	65

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

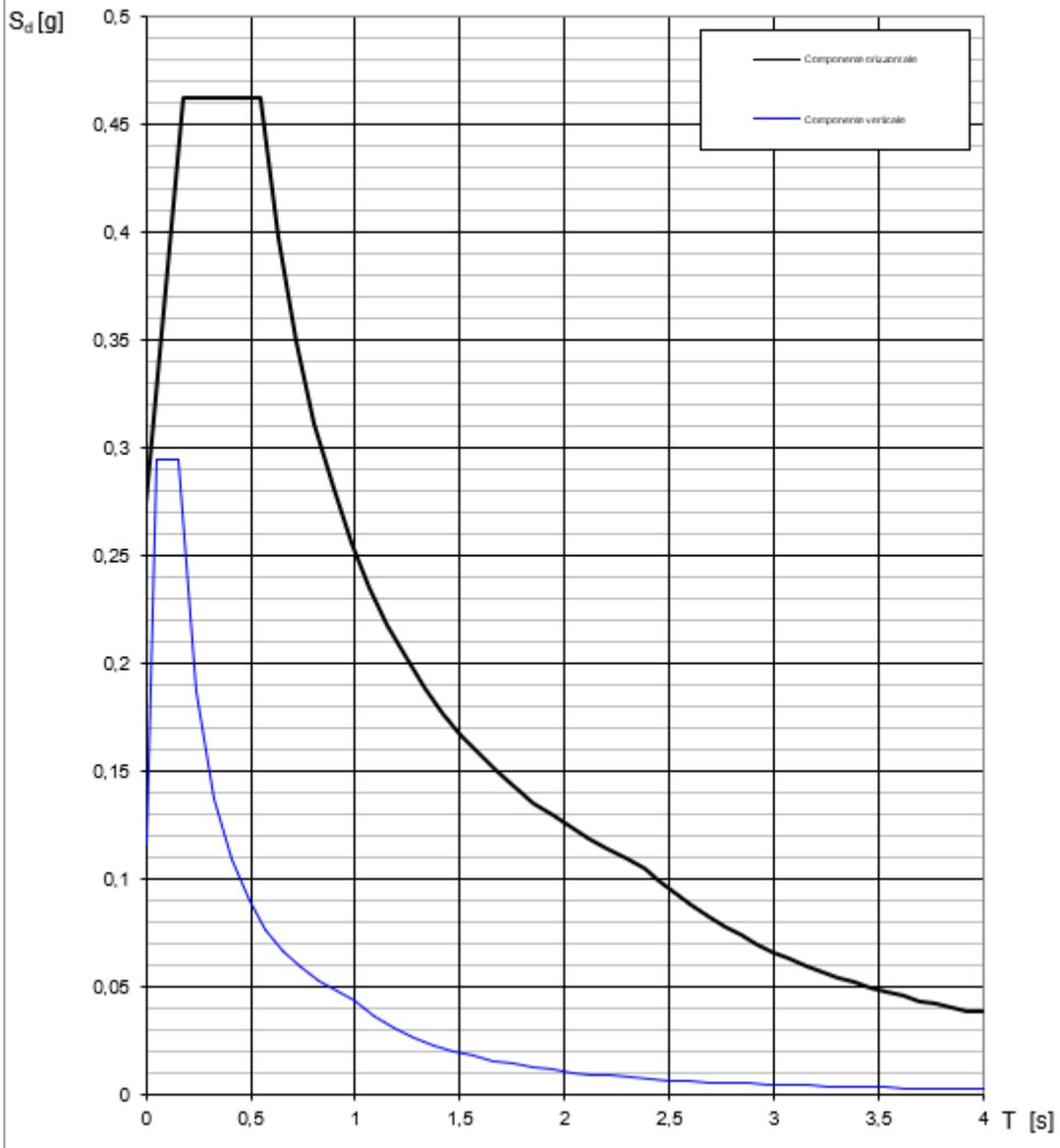


Figura 22 - Spettri di risposta di progetto (componente orizzontale e verticale)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	66

7.9.3 Amplificazione sismica di progetto

7.9.3.9 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)
$S_S = 1.177$	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.”

7.9.3.10 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 (permanenti, 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										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	67

$\Psi_{2j} = 0.2$ 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.

7.9.4.0 Azioni inerziali masse

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

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

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

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

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

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 sulla tutta l'altezza H^* come una pressione orizzontale distribuita $\Delta \sigma_{h,E}$ pari a:

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	68

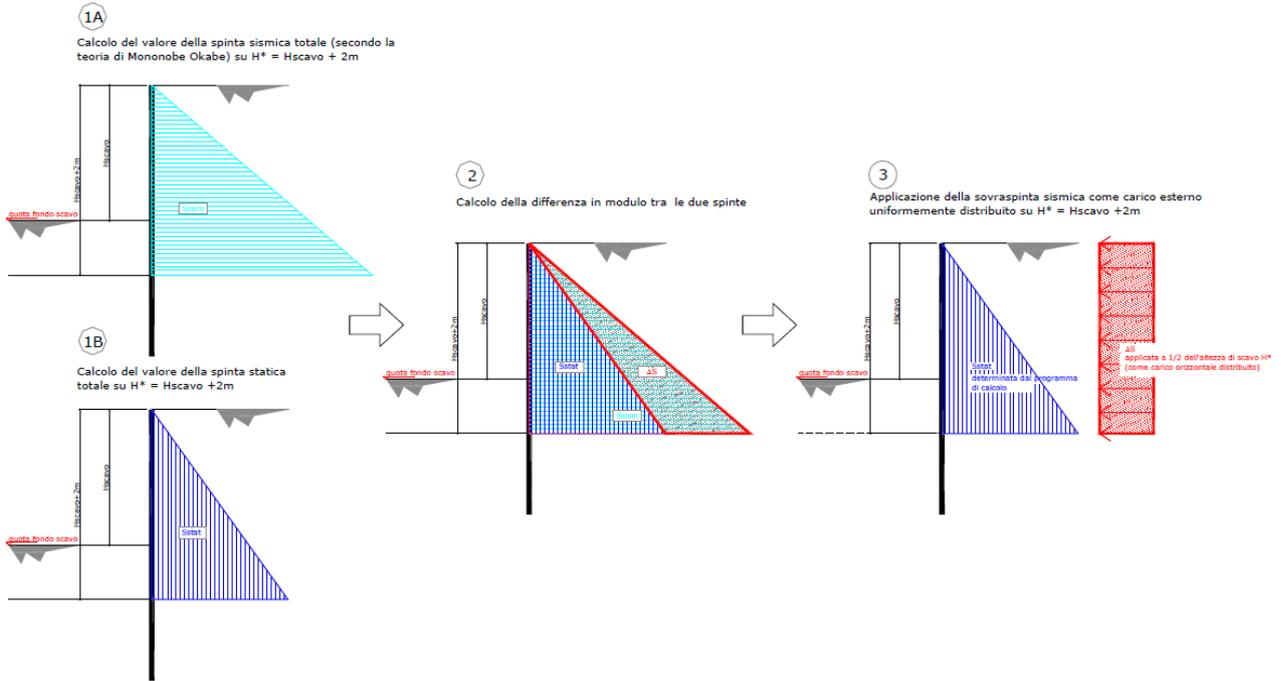


Figura 23 - Schema di calcolo sovraspinte dinamiche terreno

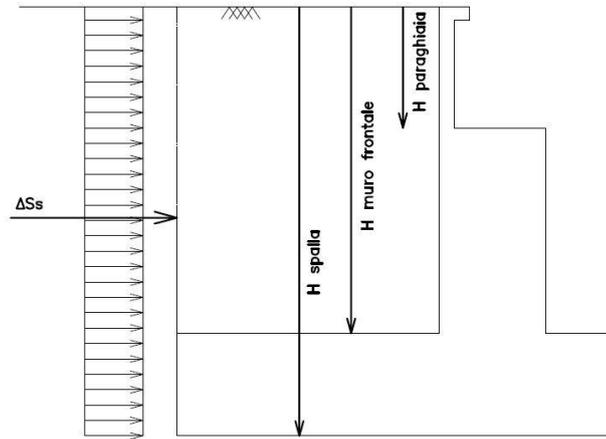


Figura 24: Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica

7.9.4.1 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										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	69

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.

MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA												
		VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002

7.12 SCARICHI AGLI APPOGGI

Si sono considerati i valori nominali degli scarichi riepilogati nella tabella seguente, derivati dall'analisi FEM sui singoli impalcati, alle cui relazioni di calcolo si rimanda per ulteriori verifiche di confronto.

IMPALCATO ACCIAIO L=22m	Lato Appoggi Scorrevoli									
	Appoggio 19 (M)	Appoggio 20 (M)	Appoggio 21 (M)	Appoggio 22 (M)	Appoggio 23 (M)	Appoggio 24 (UL)	Appoggio 25 (UL)	Appoggio 26 (UL)	Appoggio 27 (UL)	
	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)	y (m) x (m) z (m)
	0,00 -4,90 -0,12	0,00 -4,33 -0,12	0,00 -3,75 -0,12	0,00 -3,17 -0,12	0,00 -2,60 -0,12	0,00 -2,02 -0,12	0,00 -1,44 -0,12	0,00 -0,87 -0,12	0,00 -0,29 -0,12	0,00 -0,29 -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
Permanenti	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
G1 (peso proprio)	0 0 313	0 0 203	0 0 230	0 0 225	0 0 225	0 -3 225	0 -2 228	0 -1 228	0 0 228	
Ballast										
G2,1 (ballast)	0 0 45	0 0 75	0 0 81	0 0 82	0 0 84	0 2 85	0 2 85	0 1 86	0 0 85	
Perm. non strutturali										
G2,2 (velette)	0 0 65	0 0 -15	0 0 5	0 0 2	0 0 3	0 -2 3	0 -1 4	0 -1 4	0 0 4	
G2,3 (arredi)	0 0 87	0 0 7	0 0 17	0 0 13	0 0 12	0 -3 11	0 -2 11	0 -1 11	0 0 11	
G2,4 (barriere)	0 0 150	0 0 -18	0 0 17	0 0 11	0 0 11	0 -5 10	0 -3 12	0 -2 12	0 -1 11	
Q8 Fa,G (attrito)	20 0 0	9 0 0	10 0 0	10 0 0	10 0 0	10 0 0	10 0 0	10 0 0	10 0 0	
Accidentali da traffico										
Q1 LM71_B1 (traffico)	0 0 151	0 0 69	0 0 86	0 0 88	0 0 -45	0 0 404	0 0 57	0 0 86	0 0 74	
Q1 LM71_B2 (traffico)	0 0 -102	0 0 41	0 0 34	0 0 46	0 0 197	0 0 -291	0 0 97	0 0 54	0 0 53	
Q1 SW2_B1 (traffico)	0 0 196	0 0 74	0 0 94	0 0 96	0 0 -71	0 0 486	0 0 57	0 0 100	0 0 85	
Q3,a B1-SW2 (avv)	0 0 -9	0 0 3	0 0 1	0 0 7	0 0 74	0 0 -120	0 0 17	0 0 -2	0 0 -6	
Q3,a B1-LM71 (avv)	0 0 -9	0 0 3	0 0 1	0 0 8	0 0 82	0 0 -133	0 0 18	0 0 -2	0 0 -7	
Q3,a B2-LM71 (avv)	0 0 -9	0 0 3	0 0 1	0 0 8	0 0 81	0 0 -133	0 0 18	0 0 -1	0 0 -7	
Q3,f B1-SW2 (fren)	0 0 -6	0 0 2	0 0 1	0 0 5	0 0 49	0 0 -80	0 0 11	0 0 -1	0 0 -4	
Q3,f B1-LM71 (fren)	0 0 -9	0 0 3	0 0 1	0 0 8	0 0 78	0 0 -127	0 0 18	0 0 -2	0 0 -7	
Q3,f B2-LM71 (fren)	0 0 -8	0 0 2	0 0 1	0 0 8	0 0 78	0 0 -128	0 0 18	0 0 -2	0 0 -7	
Q4 B1-SW2 (centr)	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	
Q4 B1-LM71 (centr)	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	
Q4 B2-LM71 (centr)	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	
Q5 B1-SW2 (serp)	0 0 6	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 -6	0 6 20	0 7 -3	0 7 -1	0 7 0	
Q5 B1-LM71 (serp)	0 0 -7	0 0 1	0 0 0	0 0 -1	0 0 14	0 66 -111	0 68 17	0 67 5	0 66 0	
Q5 B2-LM71 (serp)	0 0 7	0 0 -1	0 0 0	0 0 1	0 0 -14	0 66 111	0 68 -17	0 67 -5	0 66 0	
Q8 Fa,Q (attrito)	6 0 0	2 0 0	3 0 0	3 0 0	6 0 0	15 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	
Effetti ambientali										
Q6 (vento)	0 0 -17	0 0 -2	0 0 -3	0 0 -1	0 0 15	0 0 -34	0 0 4	0 0 0	0 0 -1	

IMPALCATO ACCIAIO L=22m	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)	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	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
Permanenti	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
G1 (peso proprio)	0 0 228	0 1 228	0 2 228	0 3 225	0 0 225	0 0 225	0 0 230	0 0 203	0 0 313	
Ballast										
G2,1 (ballast)	0 0 85	0 -1 86	0 -2 85	0 -2 85	0 0 84	0 0 82	0 0 81	0 0 75	0 0 45	
Perm. non strutturali										
G2,2 (velette)	0 0 4	0 1 4	0 1 4	0 2 3	0 0 3	0 0 2	0 0 5	0 0 -15	0 0 65	
G2,3 (arredi)	0 0 11	0 1 11	0 2 11	0 3 11	0 0 11	0 0 13	0 0 17	0 0 7	0 0 86	
G2,4 (barriere)	0 1 11	0 2 12	0 3 12	0 10 5	0 0 11	0 0 11	0 0 17	0 0 -18	0 0 150	
Q8 Fa,G (attrito)	10 0 0	10 0 0	10 0 0	10 0 0	10 0 0	10 0 0	10 0 0	9 0 0	20 0 0	
Accidentali da traffico										
Q1 LM71_B1 (traffico)	0 0 53	0 0 54	0 0 97	0 0 -291	0 0 197	0 0 46	0 0 34	0 0 41	0 0 -102	
Q1 LM71_B2 (traffico)	0 0 74	0 0 86	0 0 57	0 0 404	0 0 -45	0 0 88	0 0 86	0 0 69	0 0 151	
Q1 SW2_B1 (traffico)	0 0 63	0 0 67	0 0 123	0 0 -359	0 0 246	0 0 61	0 0 45	0 0 55	0 0 -129	
Q3,a B1-SW2 (avv)	0 0 -6	0 0 -2	0 0 17	0 0 -120	0 0 74	0 0 7	0 0 1	0 0 3	0 0 -9	
Q3,a B1-LM71 (avv)	0 0 -7	0 0 -1	0 0 18	0 0 -133	0 0 81	0 0 8	0 0 1	0 0 3	0 0 -9	
Q3,a B2-LM71 (avv)	0 0 -7	0 0 -2	0 0 18	0 0 -133	0 0 82	0 0 8	0 0 1	0 0 3	0 0 -9	
Q3,f B1-SW2 (fren)	0 0 -4	0 0 -1	0 0 11	0 0 -80	0 0 49	0 0 5	0 0 1	0 0 2	0 0 -6	
Q3,f B1-LM71 (fren)	0 0 -7	0 0 -2	0 0 18	0 0 -128	0 0 78	0 0 8	0 0 1	0 0 2	0 0 -8	
Q3,f B2-LM71 (fren)	0 0 -7	0 0 -2	0 0 18	0 0 -127	0 0 78	0 0 8	0 0 1	0 0 3	0 0 -9	
Q4 B1-SW2 (centr)	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	
Q4 B1-LM71 (centr)	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	
Q4 B2-LM71 (centr)	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	
Q5 B1-SW2 (serp)	0 7 0	0 7 1	0 7 3	0 6 -20	0 0 6	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 -6	
Q5 B1-LM71 (serp)	0 66 0	0 67 -5	0 68 -17	0 66 111	0 0 -14	0 0 1	0 0 0	0 0 -1	0 0 7	
Q5 B2-LM71 (serp)	0 66 0	0 67 5	0 68 17	0 66 -111	0 0 14	0 0 -1	0 0 0	0 0 1	0 0 -7	
Q8 Fa,Q (attrito)	2 0 0	3 0 0	4 0 0	12 0 0	7 0 0	3 0 0	3 0 0	2 0 0	5 0 0	
Effetti ambientali										
Q6 (vento)	0 0 1	0 0 0	0 0 -4	0 0 34	0 0 -15	0 0 1	0 0 3	0 0 2	0 0 17	

Tabella 21 – Scarichi caratteristici appoggi fissi – Campata L=22 m

VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	71

SPALLA S1

SPALLA S2

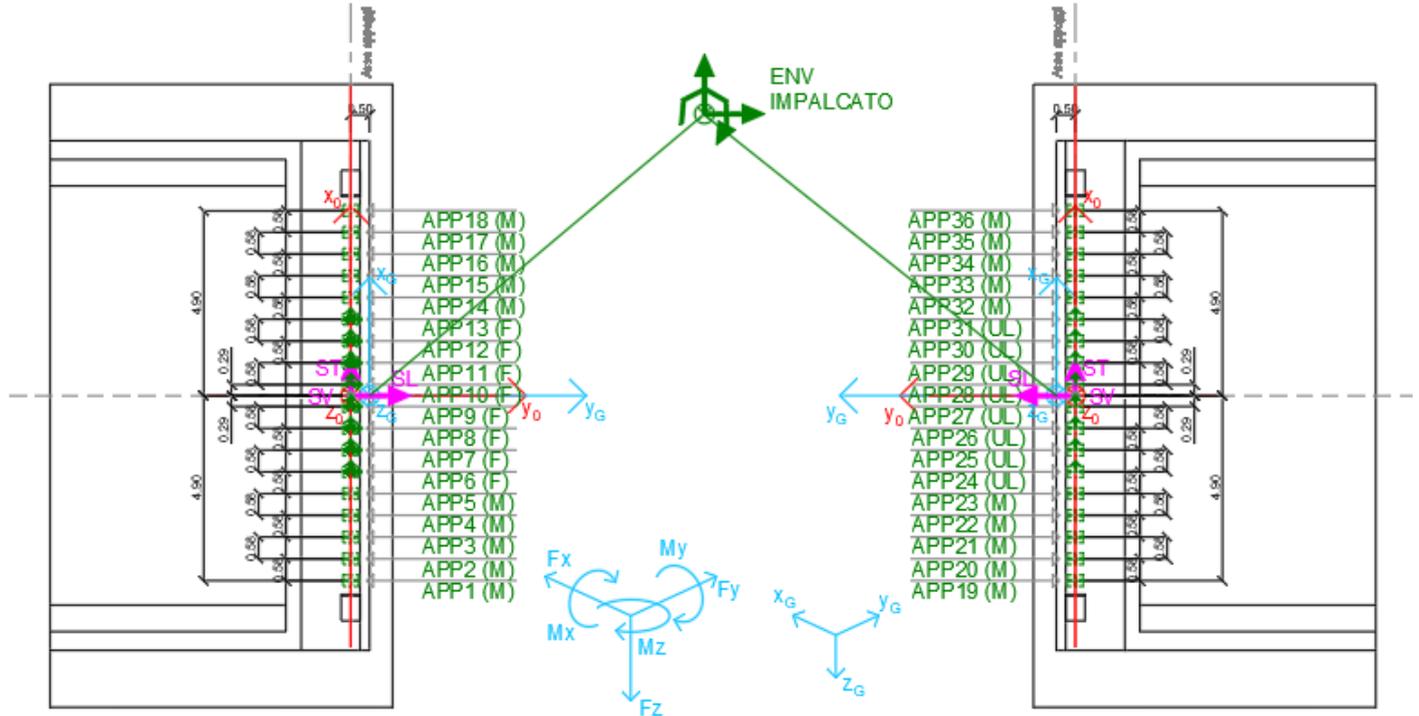


Figura 25- - Schema dei vincoli a terra impalcato

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	72

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
Gruppi di carico	gr ₁	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	0,0
	gr ₂	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	-
	gr ₃	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	0,0
	gr ₄	1,00	1,00 ⁽²⁾	0,0
Azioni del vento	F _{wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80	0,0	0,0
Azioni termiche	T _k	0,0	0,0	0,0
		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		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	73

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

Figura 26 - Tipologie di combinazioni di carico

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	74

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2v-Perm. non str. vari	Qk3a-Traffico 1	Qk3a-Traffico 2	Qk3a-Traffico 3	Qk3f-Traffico 1	Qk3f-Traffico 2	Qk3f-Traffico 3	Qk4-Traffico 1	Qk4-Traffico 2	Qk4-Traffico 3	Qk5-Traffico 1	Qk5-Traffico 2	Qk5-Traffico 3	Qk6 vento-Q6 (vento)	Qk1-Traffico 1	Qk1-Traffico 2	Qk1-Traffico 3	Qk2g attrito-Q8 Fa,G (attrito)	Qk2q 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	1,00	0,00	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										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 75

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:

$$E_d \leq R_d$$

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

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

$$Y_F \cdot F_k \quad \text{Azioni di progetto}$$

$$X_k / Y_M \quad \text{Proprietà del materiale di progetto}$$

$$a_d \quad \text{Geometria di progetto}$$

$$Y_M \quad \text{Coefficiente parziale di sicurezza del materiale}$$

9.1.1.9 Verifica a presso/tenso flessione

Come previsto al §4.1.2.1.2.4 delle NTC 2008 con riferimento alla generica sezione, la verifica di resistenza allo SLU si esegue controllando che:

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

$$M_{Rd} \quad \text{Valore di calcolo del momento resistente corrispondente a } N_{Ed}$$

$$N_{Ed} \quad \text{Valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale)}$$

$$M_{Ed} \quad \text{Valore di calcolo della componente flettente dell'azione}$$

9.1.1.10 Verifica a taglio

Secondo quanto previsto §4.1.2.1.3 delle NTC 2008, indicato con V_{Ed} il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente allo SLU, si verifica in generale che risulti:

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

Elementi senza armature resistenti a taglio

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

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

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

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

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

$$d \quad \text{Altezza utile della sezione (mm)}$$

$$b_w \quad \text{Larghezza minima della sezione (mm)}$$

Elementi provvisti di armature resistenti a taglio

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	76

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

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

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

$$\theta$$

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

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

9.1.1.11 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)

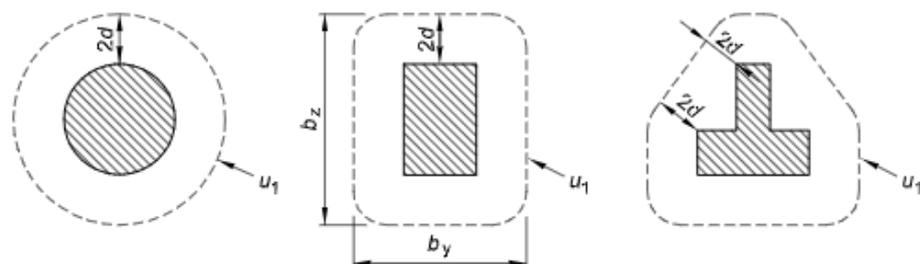
V_{Ed} azione sollecitante di progetto

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



VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	77

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

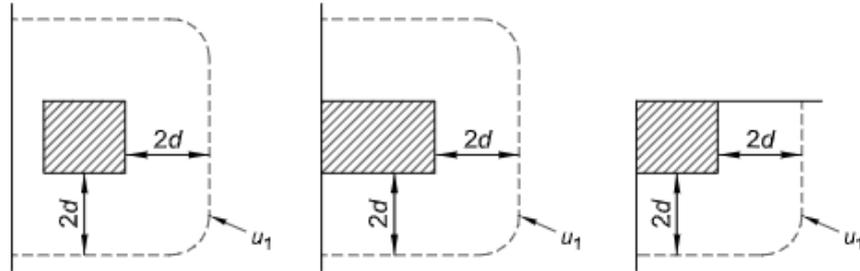


Figura 27 - Schemi aree di carico per diverse geometrie

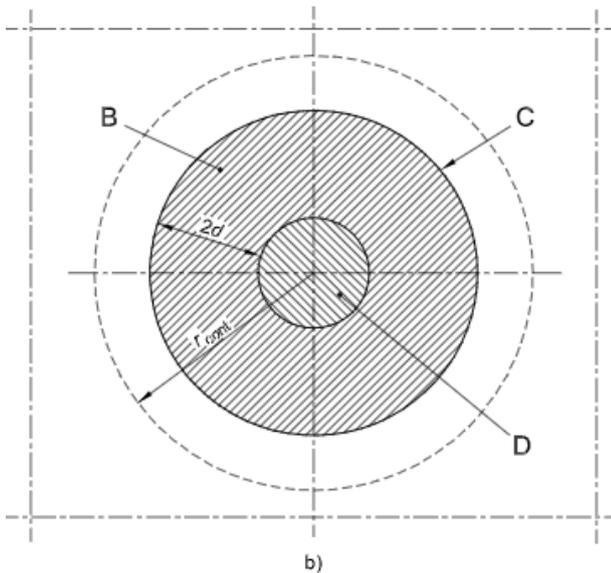
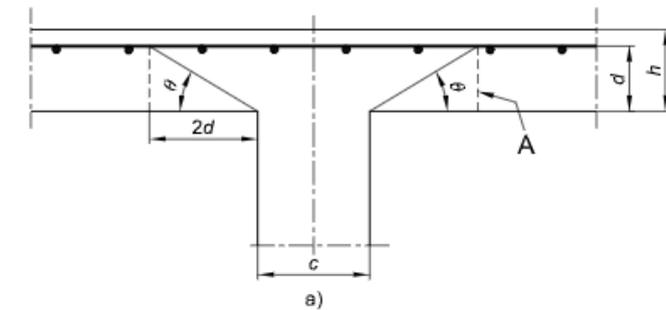


figura 6.12 Modello di verifica a punzonamento allo stato limite ultimo

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 & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	78

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

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:

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

$$u_0 = \begin{aligned} &= \text{sviluppo del perimetro pilastro} \\ &= c_2 + 3d \leq c_2 + 2 \cdot c_1 \\ &= 3d \leq c_1 + c_2 \end{aligned}$$

pilastro interno
pilastro di bordo
pilastro d'angolo

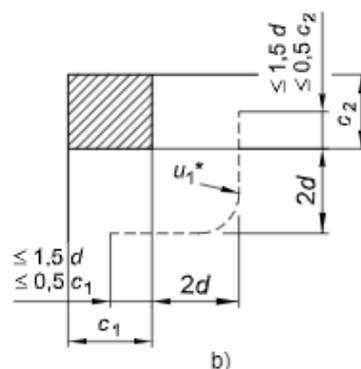
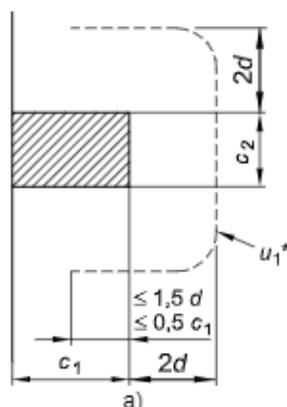


figura 6.20 Perimetro di verifica equivalente u_1 .

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										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	79

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 A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	80

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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	81

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.

VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	82

11. ANALISI SPALLA MOBILE S2

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.

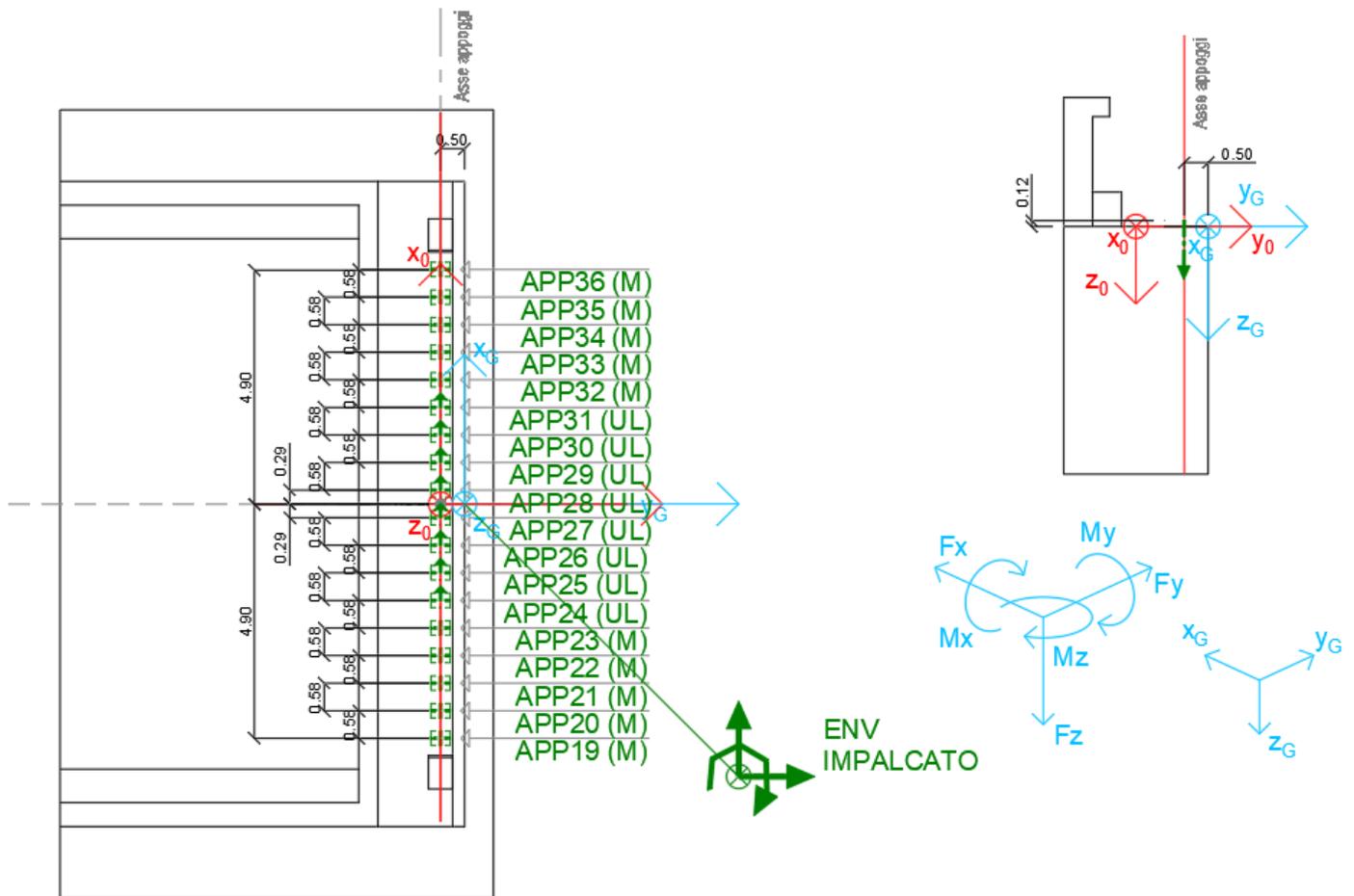


Figura 30 – Sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate sulla sottostruttura

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	83

NOME: SPALLA 2		CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO													
LATO APPOGGI SCORREVOLI (IMPALCATO L=22m)															
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	313	-4,90	0,00	-0,12	0	1533	0	0	0	313	-156	1533	0
G2,1 (ballast)	0	0	45	-4,90	0,00	-0,12	0	223	0	0	0	45	-23	223	0
G2,2 (velette)	0	0	65	-4,90	0,00	-0,12	0	319	0	0	0	65	-32	319	0
G2,3 (arredi)	0	0	87	-4,90	0,00	-0,12	0	427	0	0	0	87	-44	427	0
G2,4 (barriere)	0	0	150	-4,90	0,00	-0,12	0	737	0	0	0	150	-75	737	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-9	-4,90	0,00	-0,12	0	-43	0	0	0	-9	4	-43	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-9	-4,90	0,00	-0,12	0	-46	0	0	0	-9	5	-46	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-9	-4,90	0,00	-0,12	0	-46	0	0	0	-9	5	-46	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-6	-4,90	0,00	-0,12	0	-28	0	0	0	-6	3	-28	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-9	-4,90	0,00	-0,12	0	-45	0	0	0	-9	5	-45	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-8	-4,90	0,00	-0,12	0	-41	0	0	0	-8	4	-41	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-4,90	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-4,90	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-4,90	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	6	-4,90	0,00	-0,12	0	31	0	0	0	6	-3	31	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	7	-4,90	0,00	-0,12	0	-34	0	0	0	-7	3	-34	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-7	-4,90	0,00	-0,12	0	34	0	0	0	7	-3	34	0
Q6 (vento)	0	0	-17	-4,90	0,00	-0,12	0	-84	0	0	0	-17	9	-84	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	151	-4,90	0,00	-0,12	0	741	0	0	0	151	-76	741	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	-102	-4,90	0,00	-0,12	0	-500	0	0	0	-102	51	-500	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	196	-4,90	0,00	-0,12	0	959	0	0	0	196	-98	959	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	20	0	-4,90	0,00	-0,12	2	0	-97	0	20	0	2	0	-97
Q8 Fa,Q (attrito)	0	6	0	-4,90	0,00	-0,12	1	0	-29	0	6	0	1	0	-29
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	203	-4,33	0,00	-0,12	0	880	0	0	0	203	-102	880	0
G2,1 (ballast)	0	0	75	-4,33	0,00	-0,12	0	324	0	0	0	75	-37	324	0
G2,2 (velette)	0	0	-15	-4,33	0,00	-0,12	0	-64	0	0	0	-15	7	-64	0
G2,3 (arredi)	0	0	7	-4,33	0,00	-0,12	0	30	0	0	0	7	-3	30	0
G2,4 (barriere)	0	0	-18	-4,33	0,00	-0,12	0	-76	0	0	0	-18	9	-76	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	3	-4,33	0,00	-0,12	0	12	0	0	0	3	-1	12	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	3	-4,33	0,00	-0,12	0	14	0	0	0	3	-2	14	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	3	-4,33	0,00	-0,12	0	14	0	0	0	3	-2	14	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	2	-4,33	0,00	-0,12	0	8	0	0	0	2	-1	8	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	3	-4,33	0,00	-0,12	0	13	0	0	0	3	-2	13	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	2	-4,33	0,00	-0,12	0	10	0	0	0	2	-1	10	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-4,33	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-4,33	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-4,33	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	0	-4,33	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	1	-4,33	0,00	-0,12	0	3	0	0	0	1	0	3	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-1	-4,33	0,00	-0,12	0	-3	0	0	0	-1	0	-3	0
Q6 (vento)	0	0	-2	-4,33	0,00	-0,12	0	-8	0	0	0	-2	1	-8	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	69	-4,33	0,00	-0,12	0	298	0	0	0	69	-34	298	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	41	-4,33	0,00	-0,12	0	178	0	0	0	41	-21	178	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	74	-4,33	0,00	-0,12	0	321	0	0	0	74	-37	321	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	-4,33	0,00	-0,12	1	0	-37	0	9	0	1	0	-37
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	-4,33	0,00	-0,12	0	0	-10	0	2	0	0	0	-10
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	230	-3,75	0,00	-0,12	0	861	0	0	0	230	-115	861	0
G2,1 (ballast)	0	0	81	-3,75	0,00	-0,12	0	303	0	0	0	81	-40	303	0
G2,2 (velette)	0	0	5	-3,75	0,00	-0,12	0	20	0	0	0	5	-3	20	0
G2,3 (arredi)	0	0	17	-3,75	0,00	-0,12	0	64	0	0	0	17	-8	64	0
G2,4 (barriere)	0	0	17	-3,75	0,00	-0,12	0	64	0	0	0	17	-9	64	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	1	-3,75	0,00	-0,12	0	4	0	0	0	1	-1	4	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	1	-3,75	0,00	-0,12	0	5	0	0	0	1	-1	5	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	1	-3,75	0,00	-0,12	0	5	0	0	0	1	-1	5	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	1	-3,75	0,00	-0,12	0	3	0	0	0	1	0	3	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	1	-3,75	0,00	-0,12	0	5	0	0	0	1	-1	5	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	1	-3,75	0,00	-0,12	0	5	0	0	0	1	-1	5	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-3,75	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-3,75	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-3,75	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	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	-3	-3,75	0,00	-0,12	0	-9	0	0	0	-3	1	-9	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	86	-3,75	0,00	-0,12	0	324	0	0	0	86	-43	324	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	34	-3,75	0,00	-0,12	0	126	0	0	0	34	-17	126	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	94	-3,75	0,00	-0,12	0	351	0	0	0	94	-47	351	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	10	0	-3,75	0,00	-0,12	1	0	-39	0	10	0	1	0	-39
Q8 Fa,Q (attrito)	0	3	0	-3,75	0,00	-0,12	0	0	-11	0	3	0	0	0	-11

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	84

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	225	-3,17	0,00	-0,12	0	715	0	0	0	225	-113	715	0
G2,1 (ballast)	0	0	82	-3,17	0,00	-0,12	0	262	0	0	0	82	-41	262	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	13	-3,17	0,00	-0,12	0	41	0	0	0	13	-6	41	0
G2,4 (barriere)	0	0	11	-3,17	0,00	-0,12	0	35	0	0	0	11	-5	35	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	7	-3,17	0,00	-0,12	0	23	0	0	0	7	-4	23	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	8	-3,17	0,00	-0,12	0	26	0	0	0	8	-4	26	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	8	-3,17	0,00	-0,12	0	26	0	0	0	8	-4	26	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	5	-3,17	0,00	-0,12	0	16	0	0	0	5	-2	16	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	8	-3,17	0,00	-0,12	0	25	0	0	0	8	-4	25	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	8	-3,17	0,00	-0,12	0	25	0	0	0	8	-4	25	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-3,17	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-3,17	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-3,17	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	0	-3,17	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-1	-3,17	0,00	-0,12	0	-4	0	0	0	-1	1	-4	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	1	-3,17	0,00	-0,12	0	4	0	0	0	1	-1	4	0
Q6 (vento)	0	0	-1	-3,17	0,00	-0,12	0	-3	0	0	0	-1	0	-3	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	88	-3,17	0,00	-0,12	0	280	0	0	0	88	-44	280	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	46	-3,17	0,00	-0,12	0	148	0	0	0	46	-23	148	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	96	-3,17	0,00	-0,12	0	305	0	0	0	96	-48	305	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	10	0	-3,17	0,00	-0,12	1	0	-32	0	10	0	1	0	-32
Q8 Fa,Q (attrito)	0	3	0	-3,17	0,00	-0,12	0	0	-9	0	3	0	0	0	-9
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	225	-2,60	0,00	-0,12	0	585	0	0	0	225	-113	585	0
G2,1 (ballast)	0	0	84	-2,60	0,00	-0,12	0	218	0	0	0	84	-42	218	0
G2,2 (velette)	0	0	3	-2,60	0,00	-0,12	0	8	0	0	0	3	-2	8	0
G2,3 (arredi)	0	0	12	-2,60	0,00	-0,12	0	30	0	0	0	12	-6	30	0
G2,4 (barriere)	0	0	11	-2,60	0,00	-0,12	0	28	0	0	0	11	-5	28	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	74	-2,60	0,00	-0,12	0	192	0	0	0	74	-37	192	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	82	-2,60	0,00	-0,12	0	212	0	0	0	82	-41	212	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	81	-2,60	0,00	-0,12	0	211	0	0	0	81	-41	211	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	49	-2,60	0,00	-0,12	0	128	0	0	0	49	-25	128	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	78	-2,60	0,00	-0,12	0	203	0	0	0	78	-39	203	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	78	-2,60	0,00	-0,12	0	204	0	0	0	78	-39	204	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-2,60	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-2,60	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-2,60	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-6	-2,60	0,00	-0,12	0	-14	0	0	0	-6	3	-14	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	14	-2,60	0,00	-0,12	0	38	0	0	0	14	-7	38	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-14	-2,60	0,00	-0,12	0	-38	0	0	0	-14	7	-38	0
Q6 (vento)	0	0	15	-2,60	0,00	-0,12	0	40	0	0	0	15	-8	40	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-45	-2,60	0,00	-0,12	0	-117	0	0	0	-45	23	-117	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	197	-2,60	0,00	-0,12	0	511	0	0	0	197	-98	511	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	-71	-2,60	0,00	-0,12	0	-184	0	0	0	-71	35	-184	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	10	0	-2,60	0,00	-0,12	1	0	-26	0	10	0	1	0	-26
Q8 Fa,Q (attrito)	0	6	0	-2,60	0,00	-0,12	1	0	-15	0	6	0	1	0	-15
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)	-3	0	225	-2,02	0,00	-0,12	0	456	0	-3	0	225	-113	456	-1
G2,1 (ballast)	2	0	85	-2,02	0,00	-0,12	0	172	0	2	0	85	-43	172	1
G2,2 (velette)	-2	0	3	-2,02	0,00	-0,12	0	6	0	-2	0	3	-2	6	-1
G2,3 (arredi)	-3	0	11	-2,02	0,00	-0,12	0	22	0	-3	0	11	-5	22	-2
G2,4 (barriere)	-5	0	10	-2,02	0,00	-0,12	0	21	0	-5	0	10	-5	21	-2
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-120	-2,02	0,00	-0,12	0	-243	0	0	0	-120	60	-243	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-133	-2,02	0,00	-0,12	0	-268	0	0	0	-133	66	-268	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-133	-2,02	0,00	-0,12	0	-268	0	0	0	-133	66	-268	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-80	-2,02	0,00	-0,12	0	-162	0	0	0	-80	40	-162	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-127	-2,02	0,00	-0,12	0	-257	0	0	0	-127	64	-257	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-128	-2,02	0,00	-0,12	0	-258	0	0	0	-128	64	-258	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-2,02	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-2,02	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-2,02	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	6	0	20	-2,02	0,00	-0,12	0	39	0	6	0	20	-10	39	3
Q5 B1-LM71 (serp)	66	0	-111	-2,02	0,00	-0,12	0	-233	0	66	0	-111	56	-233	33
Q5 B2-LM71 (serp)	66	0	111	-2,02	0,00	-0,12	0	217	0	66	0	111	-56	217	33
Q6 (vento)	0	0	-34	-2,02	0,00	-0,12	0	-69	0	0	0	-34	17	-69	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	404	-2,02	0,00	-0,12	0	816	0	0	0	404	-202	816	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	-291	-2,02	0,00	-0,12	0	-588	0	0	0	-291	146	-588	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	486	-2,02	0,00	-0,12	0	982	0	0	0	486	-243	982	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	10	0	-2,02	0,00	-0,12	1	0	-20	0	10	0	1	0	-20
Q8 Fa,Q (attrito)	0	15	0	-2,02	0,00	-0,12	2	0	-29	0	15	0	2	0	-29

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	85

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)	-2	0	228	-1,44	0,00	-0,12	0	328	0	-2	0	228	-114	328	-1
G2,1 (ballast)	2	0	85	-1,44	0,00	-0,12	0	123	0	2	0	85	-43	123	1
G2,2 (velette)	-1	0	4	-1,44	0,00	-0,12	0	5	0	-1	0	4	-2	5	-1
G2,3 (arredi)	-2	0	11	-1,44	0,00	-0,12	0	17	0	-2	0	11	-6	17	-1
G2,4 (barriere)	-3	0	12	-1,44	0,00	-0,12	0	17	0	-3	0	12	-6	17	-2
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	17	-1,44	0,00	-0,12	0	24	0	0	0	17	-8	24	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	18	-1,44	0,00	-0,12	0	27	0	0	0	18	-9	27	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	18	-1,44	0,00	-0,12	0	26	0	0	0	18	-9	26	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	11	-1,44	0,00	-0,12	0	16	0	0	0	11	-6	16	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	18	-1,44	0,00	-0,12	0	26	0	0	0	18	-9	26	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	18	-1,44	0,00	-0,12	0	26	0	0	0	18	-9	26	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-1,44	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-1,44	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-1,44	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	7	0	-3	-1,44	0,00	-0,12	0	-5	0	7	0	-3	2	-5	3
Q5 B1-LM71 (serp)	68	0	17	-1,44	0,00	-0,12	0	16	0	68	0	17	-8	16	34
Q5 B2-LM71 (serp)	68	0	-17	-1,44	0,00	-0,12	0	-32	0	68	0	-17	8	-32	34
Q6 (vento)	0	0	4	-1,44	0,00	-0,12	0	6	0	0	0	4	-2	6	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	57	-1,44	0,00	-0,12	0	82	0	0	0	57	-28	82	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	97	-1,44	0,00	-0,12	0	140	0	0	0	97	-49	140	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	57	-1,44	0,00	-0,12	0	82	0	0	0	57	-28	82	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	10	0	-1,44	0,00	-0,12	1	0	-15	0	10	0	1	0	-15
Q8 Fa,Q (attrito)	0	3	0	-1,44	0,00	-0,12	0	0	-4	0	3	0	0	0	-4
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)	-1	0	228	-0,87	0,00	-0,12	0	197	0	-1	0	228	-114	197	0
G2,1 (ballast)	1	0	86	-0,87	0,00	-0,12	0	74	0	1	0	86	-43	74	0
G2,2 (velette)	-1	0	4	-0,87	0,00	-0,12	0	3	0	-1	0	4	-2	3	0
G2,3 (arredi)	-1	0	11	-0,87	0,00	-0,12	0	10	0	-1	0	11	-6	10	-1
G2,4 (barriere)	-2	0	12	-0,87	0,00	-0,12	0	10	0	-2	0	12	-6	10	-1
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-2	-0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	-2	1	-1	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-2	-0,87	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	-2	1	-2	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-1	-0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	-1	1	-1	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-1	-0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	-1	1	-1	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-2	-0,87	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	-2	1	-2	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-2	-0,87	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	-2	1	-2	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-0,87	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-0,87	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-0,87	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	7	0	-1	-0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	7	0	-1	0	-1	3
Q5 B1-LM71 (serp)	67	0	5	-0,87	0,00	-0,12	0	-4	0	67	0	5	-3	-4	34
Q5 B2-LM71 (serp)	67	0	-5	-0,87	0,00	-0,12	0	-13	0	67	0	-5	3	-13	34
Q6 (vento)	0	0	0	-0,87	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	86	-0,87	0,00	-0,12	0	75	0	0	0	86	-43	75	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	54	-0,87	0,00	-0,12	0	47	0	0	0	54	-27	47	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	100	-0,87	0,00	-0,12	0	86	0	0	0	100	-50	86	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	10	0	-0,87	0,00	-0,12	1	0	-9	0	10	0	1	0	-9
Q8 Fa,Q (attrito)	0	3	0	-0,87	0,00	-0,12	0	0	-3	0	3	0	0	0	-3
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	228	-0,29	0,00	-0,12	0	66	0	0	0	228	-114	66	0
G2,1 (ballast)	0	0	85	-0,29	0,00	-0,12	0	25	0	0	0	85	-43	25	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	11	-0,29	0,00	-0,12	0	3	0	0	0	11	-6	3	0
G2,4 (barriere)	-1	0	11	-0,29	0,00	-0,12	0	3	0	-1	0	11	-6	3	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-6	-0,29	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	-6	3	-2	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-7	-0,29	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	-7	3	-2	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-7	-0,29	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	-7	4	-2	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	-7	-0,29	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	-7	3	-2	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-7	-0,29	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	-7	3	-2	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-0,29	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-0,29	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-0,29	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	7	0	0	-0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	7	0	0	0	-1	3
Q5 B1-LM71 (serp)	66	0	0	-0,29	0,00	-0,12	0	-8	0	66	0	0	0	-8	33
Q5 B2-LM71 (serp)	66	0	0	-0,29	0,00	-0,12	0	-8	0	66	0	0	0	-8	33
Q6 (vento)	0	0	-1	-0,29	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	-1	0	0	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	74	-0,29	0,00	-0,12	0	21	0	0	0	74	-37	21	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	53	-0,29	0,00	-0,12	0	15	0	0	0	53	-26	15	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	85	-0,29	0,00	-0,12	0	25	0	0	0	85	-43	25	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	10	0	-0,29	0,00	-0,12	1	0	-3	0	10	0	1	0	-3
Q8 Fa,Q (attrito)	0	3	0	-0,29	0,00	-0,12	0	0	-1	0	3	0	0	0	-1

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	86

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	228	0,29	0,00	-0,12	0	-66	0	0	0	228	-114	-66	0
G2,1 (ballast)	0	0	85	0,29	0,00	-0,12	0	-25	0	0	0	85	-43	-25	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	11	0,29	0,00	-0,12	0	-3	0	0	0	11	-6	-3	0
G2,4 (barriere)	1	0	11	0,29	0,00	-0,12	0	-3	0	1	0	11	-6	-3	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-6	0,29	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	-6	3	2	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-7	0,29	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	-7	4	2	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-7	0,29	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	-7	3	2	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	-7	0,29	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	-7	3	2	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-7	0,29	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	-7	3	2	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	0,29	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	0,29	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	0,29	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	7	0	0	0,29	0,00	-0,12	0	-1	0	7	0	0	0	-1	3
Q5 B1-LM71 (serp)	66	0	0	0,29	0,00	-0,12	0	-8	0	66	0	0	0	-8	33
Q5 B2-LM71 (serp)	66	0	0	0,29	0,00	-0,12	0	-8	0	66	0	0	0	-8	33
Q6 (vento)	0	0	1	0,29	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	53	0,29	0,00	-0,12	0	-15	0	0	0	53	-26	-15	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	74	0,29	0,00	-0,12	0	-21	0	0	0	74	-37	-21	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	63	0,29	0,00	-0,12	0	-18	0	0	0	63	-31	-18	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	10	0	0,29	0,00	-0,12	1	0	3	0	10	0	1	0	3
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)	1	0	228	0,87	0,00	-0,12	0	-197	0	1	0	228	-114	-197	0
G2,1 (ballast)	-1	0	86	0,87	0,00	-0,12	0	-74	0	-1	0	86	-43	-74	0
G2,2 (velette)	1	0	4	0,87	0,00	-0,12	0	-3	0	1	0	4	-2	-3	0
G2,3 (arredi)	1	0	11	0,87	0,00	-0,12	0	-10	0	1	0	11	-6	-10	1
G2,4 (barriere)	2	0	12	0,87	0,00	-0,12	0	-10	0	2	0	12	-6	-10	1
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-2	0,87	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	-2	1	1	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-1	0,87	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	-1	1	1	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-2	0,87	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	-2	1	2	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-1	0,87	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	-1	1	1	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-2	0,87	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	-2	1	2	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-2	0,87	0,00	-0,12	0	2	0	0	0	-2	1	2	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	0,87	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	0,87	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	0,87	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	7	0	1	0,87	0,00	-0,12	0	-1	0	7	0	1	0	-1	3
Q5 B1-LM71 (serp)	67	0	-5	0,87	0,00	-0,12	0	-4	0	67	0	-5	3	-4	34
Q5 B2-LM71 (serp)	67	0	5	0,87	0,00	-0,12	0	-13	0	67	0	5	-3	-13	34
Q6 (vento)	0	0	0	0,87	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	54	0,87	0,00	-0,12	0	-47	0	0	0	54	-27	-47	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	86	0,87	0,00	-0,12	0	-75	0	0	0	86	-43	-75	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	67	0,87	0,00	-0,12	0	-58	0	0	0	67	-34	-58	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	10	0	0,87	0,00	-0,12	1	0	9	0	10	0	1	0	9
Q8 Fa,Q (attrito)	0	3	0	0,87	0,00	-0,12	0	0	2	0	3	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)	2	0	228	1,44	0,00	-0,12	0	-328	0	2	0	228	-114	-328	1
G2,1 (ballast)	-2	0	85	1,44	0,00	-0,12	0	-123	0	-2	0	85	-43	-123	-1
G2,2 (velette)	1	0	4	1,44	0,00	-0,12	0	-5	0	1	0	4	-2	-5	1
G2,3 (arredi)	2	0	11	1,44	0,00	-0,12	0	-17	0	2	0	11	-6	-17	1
G2,4 (barriere)	3	0	12	1,44	0,00	-0,12	0	-17	0	3	0	12	-6	-17	2
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	17	1,44	0,00	-0,12	0	-24	0	0	0	17	-8	-24	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	18	1,44	0,00	-0,12	0	-26	0	0	0	18	-9	-26	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	18	1,44	0,00	-0,12	0	-27	0	0	0	18	-9	-27	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	11	1,44	0,00	-0,12	0	-16	0	0	0	11	-6	-16	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	18	1,44	0,00	-0,12	0	-26	0	0	0	18	-9	-26	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	18	1,44	0,00	-0,12	0	-26	0	0	0	18	-9	-26	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	1,44	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	1,44	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	1,44	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	7	0	3	1,44	0,00	-0,12	0	-5	0	7	0	3	-2	-5	3
Q5 B1-LM71 (serp)	68	0	-17	1,44	0,00	-0,12	0	16	0	68	0	-17	8	16	34
Q5 B2-LM71 (serp)	68	0	17	1,44	0,00	-0,12	0	-32	0	68	0	17	-8	-32	34
Q6 (vento)	0	0	-4	1,44	0,00	-0,12	0	6	0	0	0	-4	2	6	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	97	1,44	0,00	-0,12	0	-140	0	0	0	97	-49	-140	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	57	1,44	0,00	-0,12	0	-82	0	0	0	57	-28	-82	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	123	1,44	0,00	-0,12	0	-177	0	0	0	123	-61	-177	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	10	0	1,44	0,00	-0,12	1	0	15	0	10	0	1	0	15
Q8 Fa,Q (attrito)	0	4	0	1,44	0,00	-0,12	0	0	5	0	4	0	0	0	5

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	87

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)	3	0	225	2,02	0,00	-0,12	0	-456	0	3	0	225	-113	-456	1
G2,1 (ballast)	-2	0	85	2,02	0,00	-0,12	0	-172	0	-2	0	85	-43	-172	-1
G2,2 (velette)	2	0	3	2,02	0,00	-0,12	0	-6	0	2	0	3	-2	-6	1
G2,3 (arredi)	3	0	11	2,02	0,00	-0,12	0	-22	0	3	0	11	-5	-22	2
G2,4 (barriere)	10	0	5	2,02	0,00	-0,12	0	-11	0	10	0	5	-2	-11	5
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-120	2,02	0,00	-0,12	0	243	0	0	0	-120	60	243	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-133	2,02	0,00	-0,12	0	268	0	0	0	-133	66	268	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-133	2,02	0,00	-0,12	0	268	0	0	0	-133	66	268	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-80	2,02	0,00	-0,12	0	162	0	0	0	-80	40	162	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-128	2,02	0,00	-0,12	0	258	0	0	0	-128	64	258	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-127	2,02	0,00	-0,12	0	257	0	0	0	-127	64	257	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	2,02	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	2,02	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	2,02	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	6	0	-20	2,02	0,00	-0,12	0	39	0	6	0	-20	10	39	3
Q5 B1-LM71 (serp)	66	0	111	2,02	0,00	-0,12	0	-233	0	66	0	111	-56	-233	33
Q5 B2-LM71 (serp)	66	0	-111	2,02	0,00	-0,12	0	217	0	66	0	-111	56	217	33
Q6 (vento)	0	0	34	2,02	0,00	-0,12	0	-69	0	0	0	34	-17	-69	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-291	2,02	0,00	-0,12	0	588	0	0	0	-291	146	588	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	404	2,02	0,00	-0,12	0	-816	0	0	0	404	-202	-816	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	-359	2,02	0,00	-0,12	0	725	0	0	0	-359	179	725	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	10	0	2,02	0,00	-0,12	1	0	20	0	10	0	1	0	20
Q8 Fa,Q (attrito)	0	12	0	2,02	0,00	-0,12	1	0	24	0	12	0	1	0	24
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	225	2,60	0,00	-0,12	0	-585	0	0	0	225	-113	-585	0
G2,1 (ballast)	0	0	84	2,60	0,00	-0,12	0	-219	0	0	0	84	-42	-219	0
G2,2 (velette)	0	0	3	2,60	0,00	-0,12	0	-8	0	0	0	3	-2	-8	0
G2,3 (arredi)	0	0	11	2,60	0,00	-0,12	0	-30	0	0	0	11	-6	-30	0
G2,4 (barriere)	0	0	11	2,60	0,00	-0,12	0	-28	0	0	0	11	-5	-28	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	74	2,60	0,00	-0,12	0	-192	0	0	0	74	-37	-192	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	81	2,60	0,00	-0,12	0	-211	0	0	0	81	-41	-211	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	82	2,60	0,00	-0,12	0	-212	0	0	0	82	-41	-212	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	49	2,60	0,00	-0,12	0	-128	0	0	0	49	-25	-128	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	78	2,60	0,00	-0,12	0	-204	0	0	0	78	-39	-204	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	78	2,60	0,00	-0,12	0	-203	0	0	0	78	-39	-203	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	2,60	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	2,60	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	2,60	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	6	2,60	0,00	-0,12	0	-14	0	0	0	6	-3	-14	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-14	2,60	0,00	-0,12	0	38	0	0	0	-14	7	38	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	14	2,60	0,00	-0,12	0	-38	0	0	0	14	-7	-38	0
Q6 (vento)	0	0	-15	2,60	0,00	-0,12	0	40	0	0	0	-15	8	40	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	197	2,60	0,00	-0,12	0	-511	0	0	0	197	-98	-511	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	-45	2,60	0,00	-0,12	0	117	0	0	0	-45	23	117	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	246	2,60	0,00	-0,12	0	-639	0	0	0	246	-123	-639	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	10	0	2,60	0,00	-0,12	1	0	26	0	10	0	1	0	26
Q8 Fa,Q (attrito)	0	7	0	2,60	0,00	-0,12	1	0	19	0	7	0	1	0	19
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	225	3,17	0,00	-0,12	0	-715	0	0	0	225	-113	-715	0
G2,1 (ballast)	0	0	82	3,17	0,00	-0,12	0	-262	0	0	0	82	-41	-262	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	13	3,17	0,00	-0,12	0	-41	0	0	0	13	-6	-41	0
G2,4 (barriere)	0	0	11	3,17	0,00	-0,12	0	-34	0	0	0	11	-5	-34	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	7	3,17	0,00	-0,12	0	-23	0	0	0	7	-4	-23	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	8	3,17	0,00	-0,12	0	-26	0	0	0	8	-4	-26	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	8	3,17	0,00	-0,12	0	-26	0	0	0	8	-4	-26	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	5	3,17	0,00	-0,12	0	-16	0	0	0	5	-2	-16	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	8	3,17	0,00	-0,12	0	-25	0	0	0	8	-4	-25	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	8	3,17	0,00	-0,12	0	-25	0	0	0	8	-4	-25	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	3,17	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	3,17	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	3,17	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	0	3,17	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	1	3,17	0,00	-0,12	0	-4	0	0	0	1	-1	-4	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-1	3,17	0,00	-0,12	0	4	0	0	0	-1	1	4	0
Q6 (vento)	0	0	1	3,17	0,00	-0,12	0	-3	0	0	0	1	0	-3	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	46	3,17	0,00	-0,12	0	-148	0	0	0	46	-23	-148	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	88	3,17	0,00	-0,12	0	-280	0	0	0	88	-44	-280	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	61	3,17	0,00	-0,12	0	-193	0	0	0	61	-30	-193	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	10	0	3,17	0,00	-0,12	1	0	32	0	10	0	1	0	32
Q8 Fa,Q (attrito)	0	3	0	3,17	0,00	-0,12	0	0	8	0	3	0	0	0	8

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	88

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	230	3,75	0,00	-0,12	0	-861	0	0	0	230	-115	-861	0
G2,1 (ballast)	0	0	81	3,75	0,00	-0,12	0	-302	0	0	0	81	-40	-302	0
G2,2 (velette)	0	0	5	3,75	0,00	-0,12	0	-20	0	0	0	5	-3	-20	0
G2,3 (arredi)	0	0	17	3,75	0,00	-0,12	0	-63	0	0	0	17	-8	-63	0
G2,4 (barriere)	0	0	17	3,75	0,00	-0,12	0	-65	0	0	0	17	-9	-65	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	1	3,75	0,00	-0,12	0	-4	0	0	0	1	-1	-4	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	1	3,75	0,00	-0,12	0	-5	0	0	0	1	-1	-5	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	1	3,75	0,00	-0,12	0	-5	0	0	0	1	-1	-5	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	1	3,75	0,00	-0,12	0	-3	0	0	0	1	0	-3	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	1	3,75	0,00	-0,12	0	-5	0	0	0	1	-1	-5	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	1	3,75	0,00	-0,12	0	-5	0	0	0	1	-1	-5	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	3,75	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	3,75	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	3,75	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	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	3	3,75	0,00	-0,12	0	-9	0	0	0	3	-1	-9	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	34	3,75	0,00	-0,12	0	-126	0	0	0	34	-17	-126	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	86	3,75	0,00	-0,12	0	-324	0	0	0	86	-43	-324	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	45	3,75	0,00	-0,12	0	-170	0	0	0	45	-23	-170	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	10	0	3,75	0,00	-0,12	1	0	39	0	10	0	1	0	39
Q8 Fa,Q (attrito)	0	3	0	3,75	0,00	-0,12	0	0	10	0	3	0	0	0	10
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	203	4,33	0,00	-0,12	0	-880	0	0	0	203	-102	-880	0
G2,1 (ballast)	0	0	75	4,33	0,00	-0,12	0	-324	0	0	0	75	-37	-324	0
G2,2 (velette)	0	0	-15	4,33	0,00	-0,12	0	64	0	0	0	-15	7	64	0
G2,3 (arredi)	0	0	7	4,33	0,00	-0,12	0	-30	0	0	0	7	-3	-30	0
G2,4 (barriere)	0	0	-18	4,33	0,00	-0,12	0	76	0	0	0	-18	9	76	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	3	4,33	0,00	-0,12	0	-12	0	0	0	3	-1	-12	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	3	4,33	0,00	-0,12	0	-14	0	0	0	3	-2	-14	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	3	4,33	0,00	-0,12	0	-14	0	0	0	3	-2	-14	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	2	4,33	0,00	-0,12	0	-8	0	0	0	2	-1	-8	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	2	4,33	0,00	-0,12	0	-10	0	0	0	2	-1	-10	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	3	4,33	0,00	-0,12	0	-13	0	0	0	3	-2	-13	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	4,33	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	4,33	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	4,33	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	0	4,33	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-1	4,33	0,00	-0,12	0	3	0	0	0	-1	0	3	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	1	4,33	0,00	-0,12	0	-3	0	0	0	1	0	-3	0
Q6 (vento)	0	0	2	4,33	0,00	-0,12	0	-8	0	0	0	2	-1	-8	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	41	4,33	0,00	-0,12	0	-178	0	0	0	41	-21	-178	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	69	4,33	0,00	-0,12	0	-298	0	0	0	69	-34	-298	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	55	4,33	0,00	-0,12	0	-239	0	0	0	55	-28	-239	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	4,33	0,00	-0,12	1	0	37	0	9	0	1	0	37
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	4,33	0,00	-0,12	0	0	9	0	2	0	0	0	9
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	313	4,90	0,00	-0,12	0	-1533	0	0	0	313	-156	-1533	0
G2,1 (ballast)	0	0	45	4,90	0,00	-0,12	0	-221	0	0	0	45	-23	-221	0
G2,2 (velette)	0	0	65	4,90	0,00	-0,12	0	-319	0	0	0	65	-33	-319	0
G2,3 (arredi)	0	0	86	4,90	0,00	-0,12	0	-420	0	0	0	86	-43	-420	0
G2,4 (barriere)	0	0	150	4,90	0,00	-0,12	0	-738	0	0	0	150	-75	-738	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-9	4,90	0,00	-0,12	0	43	0	0	0	-9	4	43	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-9	4,90	0,00	-0,12	0	46	0	0	0	-9	5	46	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-9	4,90	0,00	-0,12	0	46	0	0	0	-9	5	46	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-6	4,90	0,00	-0,12	0	28	0	0	0	-6	3	28	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-8	4,90	0,00	-0,12	0	41	0	0	0	-8	4	41	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-9	4,90	0,00	-0,12	0	45	0	0	0	-9	5	45	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	4,90	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	4,90	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	4,90	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-6	4,90	0,00	-0,12	0	31	0	0	0	-6	3	31	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	7	4,90	0,00	-0,12	0	-34	0	0	0	7	-3	-34	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-7	4,90	0,00	-0,12	0	34	0	0	0	-7	3	34	0
Q6 (vento)	0	0	17	4,90	0,00	-0,12	0	-84	0	0	0	17	-9	-84	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-102	4,90	0,00	-0,12	0	500	0	0	0	-102	51	500	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	151	4,90	0,00	-0,12	0	-741	0	0	0	151	-76	-741	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	-129	4,90	0,00	-0,12	0	630	0	0	0	-129	64	630	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	20	0	4,90	0,00	-0,12	2	0	97	0	20	0	2	0	97
Q8 Fa,Q (attrito)	0	5	0	4,90	0,00	-0,12	1	0	22	0	5	0	1	0	22

Tabella 28 – Riepilogo azioni elementari risultanti considerate

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	89

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trav} Fx [kN]	V _{long} Fy [kN]	N _{vert} Fz [kN]	M _{long} Mx [kNm]	M _{trav} My [kNm]	M _{torc} Mz [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	4210	-2105	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	0	1417	-709	2	0
Gk2v	G2,2 (arredi vari)	5	0	935	-468	16	2
Qk3a Avviamento	Traffico 1	0	0	-76	38	1	0
	Traffico 2	0	0	-70	35	0	0
	Traffico 3	0	0	-70	35	0	0
Qk3f Frenatura	Traffico 1	0	0	-74	37	0	0
	Traffico 2	0	0	-74	37	0	0
	Traffico 3	0	0	-46	23	0	0
Qk4 Centrifuga	Traffico 1	0	0	0	0	0	0
	Traffico 2	0	0	0	0	0	0
	Traffico 3	0	0	0	0	0	0
Qk5 Serpeggio	Traffico 1	1073	0	0	0	-129	536
	Traffico 2	590	0	0	0	426	295
	Traffico 3	53	0	0	0	99	27
Qk6 vento	Q6 (vento)	0	0	0	0	-256	0
Qk1 Treno	Traffico 1	0	0	2196	-1098	0	0
	Traffico 2	0	0	2388	-1194	344	0
	Traffico 3	0	0	1290	-645	2788	0
Qk2g attrito	Q8 Fa,G (attrito)	0	199	0	24	0	-1
Qk2q attrito	Q8 Fa,Q (attrito)	0	83	0	10	0	-9

Tabella 29 – Risultanti azioni elementari al centro della palificata G (estradosso muro frontale)

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	90

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2v-Perm. non str. vari	Qk3a-Traffico 1	Qk3a-Traffico 2	Qk3a-Traffico 3	Qk3f-Traffico 1	Qk3f-Traffico 2	Qk3f-Traffico 3	Qk4-Traffico 1	Qk4-Traffico 2	Qk4-Traffico 3	Qk5-Traffico 1	Qk5-Traffico 2	Qk5-Traffico 3	Qk6 vento-Q6 (vento)	Qk1-Traffico 1	Qk1-Traffico 2	Qk1-Traffico 3	Qk2g attrito-Q8 Fa,G (attrito)	Qk2q 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

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	91

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	12430	861	911	388	-6168	416
N _{vert} Min	SLU18	6562	5	18	-259	-3312	10
V _{trasv} Max	SLU7	9638	1560	-398	388	-4772	766
V _{trasv} Min	SLU18	6562	5	18	-259	-3312	10
M _{trasv} Max	SLU5	10857	83	3981	388	-5382	27
M _{trasv} Min	SLU7	9638	1560	-398	388	-4772	766
V _{long} Max	SLU12	8264	43	3902	388	-4085	7
V _{long} Min	SLU18	6562	5	18	-259	-3312	10
M _{long} Max	SLU17	6562	5	18	259	-3250	-5
M _{long} Min	SLU3	12430	861	911	388	-6168	416
M _{torc} Max	SLU7	9638	1560	-398	388	-4772	766
M _{torc} Min	SLU17	6562	5	18	259	-3250	-5

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	8835	594	635	281	-4384	287
N _{vert} Min	RA15	6562	5	18	281	-3247	-8
V _{trasv} Max	RA1	8638	1077	-263	281	-4285	529
V _{trasv} Min	RA13	6562	5	-238	-199	-3305	3
M _{trasv} Max	RA5	7759	58	2752	240	-3851	24
M _{trasv} Min	RA7	8638	1077	-263	-281	-4353	549
V _{long} Max	RA15	6562	5	18	281	-3247	-8
V _{long} Min	RA10	8807	476	550	-281	-4437	248
M _{long} Max	RA15	6562	5	18	281	-3247	-8
M _{long} Min	RA9	8835	594	635	-281	-4451	307
M _{torc} Max	RA7	8638	1077	-263	-281	-4353	549
M _{torc} Min	RA15	6562	5	18	281	-3247	-8
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	6562	5	18	199	-3257	2
N _{vert} Min	QP2	6562	5	18	-199	-3305	3
V _{trasv} Max	QP3	6562	5	18	199	-3257	2
V _{trasv} Min	QP2	6562	5	18	-199	-3305	3
M _{trasv} Max	QP3	6562	5	18	199	-3257	2
M _{trasv} Min	QP2	6562	5	18	-199	-3305	3

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	92

V _{long} Max	QP3	6562	5	18	199	-3257	2
V _{long} Min	QP2	6562	5	18	-199	-3305	3
M _{long} Max	QP3	6562	5	18	199	-3257	2
M _{long} Min	QP2	6562	5	18	-199	-3305	3
M _{torc} Max	QP2	6562	5	18	-199	-3305	3
M _{torc} Min	QP3	6562	5	18	199	-3257	2

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 93

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 involuipi 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.

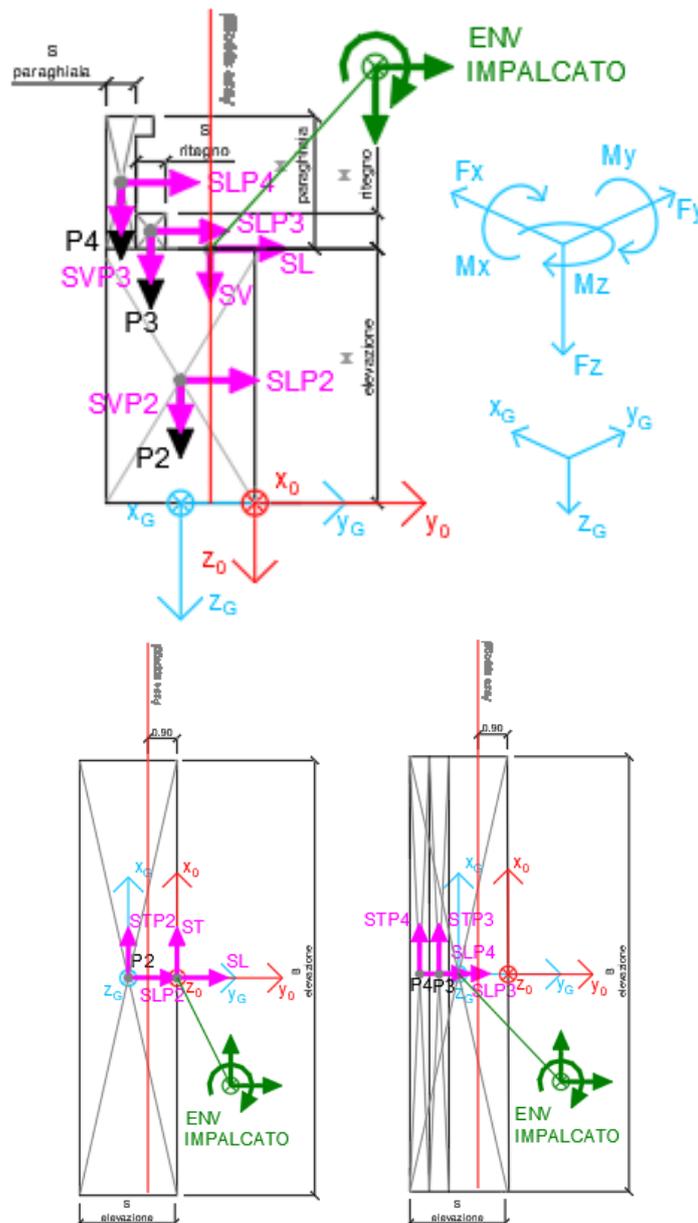


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 94

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 2				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO															
PGA orizzontale a _g (g)		0,224		Coeff. sismico orizz. k _h					0,2636			Coeff. spinta attiva sismica k _{aE}					0,3776		
Coeff. stratigrafico S _s		1,177		Coeff. sismico vert. k _v					0,1318										
NOME: ELEVAZIONE SPALLA 2				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	1175	0	0,00	-1,10	-3,00	3524	0	0									
	SLP3	0	0	0	0,00	-1,80	-6,00	0	0	0									
	SLP4	0	52	0	0,00	-2,00	-6,73	347	0	0									
		0	1226	0				3871	0	0	0	1226	0	3871	0	0			
Sisma trasv	STP2	1175	0	0	0,00	-1,10	-3,00	0	-3524	1292									
	STP3	0	0	0	0,00	-1,80	-6,00	0	0	0									
	STP4	52	0	0	0,00	-2,00	-6,73	0	-347	103									
		1226	0	0				0	-3871	1395	1226	0	0	0	-3871	46			
Sisma vert	SVP2	0	0	587	0,00	-1,10	-3,00	-646	0	0									
	SVP3	0	0	0	0,00	-1,80	-6,00	0	0	0									
	SVP4	0	0	26	0,00	-2,00	-6,73	-52	0	0									
		0	0	613				-698	0	0	0	0	613	-23	0	0			
Sisma ballast long	SGBH	0	185	0	0,00	-2,20	-3,73	690	0	0									
		0	185	0				690	0	0	185	0	690	0	0				
Sisma terreno long	STHL	0	1420	0	0,00	-2,20	-3,73	5288	0	0									
		0	1420	0				5288	0	0	1420	0	5288	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				
Sisma impalcato trasv	ST	2360	0	0	0,00	0,00	-6,00	0	-14158	0									
		2360	0	0				0	-14158	0	2360	0	0	-14158	-2596				
Sisma impalcato vert	SV	0	0	1180	0,00	0,00	-6,00	0	0	0									
		0	0	1180				0	0	0	0	1180	1298	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**

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	95

NOME: ELEVAZIONE SPALLA 2				PARAMETRI DI CALCOLO ELEVAZIONE												
H paraghiaia (m)	1,45	H elevazione (m)	6,00	Peso terreno (kN/m ²)	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			X _G elevazione			0,00					
H ritegno (m)	0,00	B elevazione (m)	13,50	Coeff. spinta attiva statica k _a	0,2379			Y _G elevazione			-1,10					
S ritegno (m)	0,00	Carico perm. Gb ballast (kPa)	9,72	Coeff. spinta riposo statica k ₀	0,3843			Z _G elevazione			0,00					
NOME: ELEVAZIONE SPALLA 2				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 2				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	861	388	12430	0,00	0,00	-6,00	-6168	911	416	861	388	12430	9833	-4256	-531
SLU	Nvert Min	5	-259	6562	0,00	0,00	-6,00	-3312	18	10	5	-259	6562	2354	-10	4
	Vtrasv Max	1560	388	9638	0,00	0,00	-6,00	-4772	-398	766	1560	388	9638	8158	-9759	-950
	Vtrasv Min	5	-259	6562	0,00	0,00	-6,00	-3312	18	10	5	-259	6562	2354	-10	4
	Mlong Max	5	259	6562	0,00	0,00	-6,00	-3250	18	-5	5	259	6562	5520	-10	-10
	Mlong Min	861	388	12430	0,00	0,00	-6,00	-6168	911	416	861	388	12430	9833	-4256	-531
	Vlong Max	43	388	8264	0,00	0,00	-6,00	-4085	3902	7	43	388	8264	7334	3643	-40
	Vlong Min	5	-259	6562	0,00	0,00	-6,00	-3312	18	10	5	-259	6562	2354	-10	4
	Mtrasv Max	83	388	10857	0,00	0,00	-6,00	-5382	3981	27	83	388	10857	8890	3481	-64
	Mtrasv Min	1560	388	9638	0,00	0,00	-6,00	-4772	-398	766	1560	388	9638	8158	-9759	-950
	Mtorc Max	1560	388	9638	0,00	0,00	-6,00	-4772	-398	766	1560	388	9638	8158	-9759	-950
	Mtorc Min	5	259	6562	0,00	0,00	-6,00	-3250	18	-5	5	259	6562	5520	-10	-10
ENV	Nvert Max	594	281	8835	0,00	0,00	-6,00	-4384	635	287	594	281	8835	7023	-2931	-366
SLA	Nvert Min	5	281	6562	0,00	0,00	-6,00	-3247	18	-8	5	281	6562	5659	-10	-13
	Vtrasv Max	1077	281	8638	0,00	0,00	-6,00	-4285	-263	529	1077	281	8638	6905	-6728	-656
	Vtrasv Min	5	-199	6562	0,00	0,00	-6,00	-3305	-238	3	5	-199	6562	2721	-266	-2
	Mtrasv Max	58	240	7759	0,00	0,00	-6,00	-3851	2752	24	58	240	7759	6125	2405	-40
	Mtrasv Min	1077	-281	8638	0,00	0,00	-6,00	-4353	-263	549	1077	-281	8638	3461	-6728	-637
	Vlong Max	5	281	6562	0,00	0,00	-6,00	-3247	18	-8	5	281	6562	5659	-10	-13
	Vlong Min	476	-281	8807	0,00	0,00	-6,00	-4437	550	248	476	-281	8807	3562	-2308	-276
	Mlong Max	5	281	6562	0,00	0,00	-6,00	-3247	18	-8	5	281	6562	5659	-10	-13
	Mlong Min	594	-281	8835	0,00	0,00	-6,00	-4451	635	307	594	-281	8835	3579	-2931	-347
	Mtorc Max	1077	-281	8638	0,00	0,00	-6,00	-4353	-263	549	1077	-281	8638	3461	-6728	-637
	Mtorc Min	5	281	6562	0,00	0,00	-6,00	-3247	18	-8	5	281	6562	5659	-10	-13
ENV	Nvert Max	5	199	6562	0,00	0,00	-6,00	-3257	18	2	5	199	6562	5154	-10	-3
SLE	Nvert Min	5	-199	6562	0,00	0,00	-6,00	-3305	18	3	5	-199	6562	2721	-10	-2
QP	Vtrasv Max	5	199	6562	0,00	0,00	-6,00	-3257	18	2	5	199	6562	5154	-10	-3
	Vtrasv Min	5	-199	6562	0,00	0,00	-6,00	-3305	18	3	5	-199	6562	2721	-10	-2
	Mtrasv Max	5	199	6562	0,00	0,00	-6,00	-3257	18	2	5	199	6562	5154	-10	-3
	Mtrasv Min	5	-199	6562	0,00	0,00	-6,00	-3305	18	3	5	-199	6562	2721	-10	-2
	Vlong Max	5	199	6562	0,00	0,00	-6,00	-3257	18	2	5	199	6562	5154	-10	-3
	Vlong Min	5	-199	6562	0,00	0,00	-6,00	-3305	18	3	5	-199	6562	2721	-10	-2
	Mlong Max	5	199	6562	0,00	0,00	-6,00	-3257	18	2	5	199	6562	5154	-10	-3
	Mlong Min	5	-199	6562	0,00	0,00	-6,00	-3305	18	3	5	-199	6562	2721	-10	-2
	Mtorc Max	5	-199	6562	0,00	0,00	-6,00	-3305	18	3	5	-199	6562	2721	-10	-2
	Mtorc Min	5	199	6562	0,00	0,00	-6,00	-3257	18	2	5	199	6562	5154	-10	-3

Tabella 34 – Riepilogo azioni elementari statiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	96

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	861	388	12430	9833	-4256	-531
	Nvert Min	5	-259	6562	2354	-10	4
	Vtrasv Max	1560	388	9638	8158	-9759	-950
	Vtrasv Min	5	-259	6562	2354	-10	4
	Mtrasv Max	5	259	6562	5520	-10	-10
	Mtrasv Min	861	388	12430	9833	-4256	-531
	Vlong Max	43	388	8264	7334	3643	-40
	Vlong Min	5	-259	6562	2354	-10	4
	Mlong Max	83	388	10857	8890	3481	-64
	Mlong Min	1560	388	9638	8158	-9759	-950
	Mtorc Max	1560	388	9638	8158	-9759	-950
	Mtorc Min	5	259	6562	5520	-10	-10
SLE RA Impalcato	Nvert Max	594	281	8835	7023	-2931	-366
	Nvert Min	5	281	6562	5659	-10	-13
	Vtrasv Max	1077	281	8638	6905	-6728	-656
	Vtrasv Min	5	-199	6562	2721	-266	-2
	Mtrasv Max	58	240	7759	6125	2405	-40
	Mtrasv Min	1077	-281	8638	3461	-6728	-637
	Vlong Max	5	281	6562	5659	-10	-13
	Vlong Min	476	-281	8807	3562	-2308	-276
	Mlong Max	5	281	6562	5659	-10	-13
	Mlong Min	594	-281	8835	3579	-2931	-347
	Mtorc Max	1077	-281	8638	3461	-6728	-637
	Mtorc Min	5	281	6562	5659	-10	-13
SLE QP Impalcato	Nvert Max	5	199	6562	5154	-10	-3
	Nvert Min	5	-199	6562	2721	-10	-2
	Vtrasv Max	5	199	6562	5154	-10	-3
	Vtrasv Min	5	-199	6562	2721	-10	-2
	Mtrasv Max	5	199	6562	5154	-10	-3
	Mtrasv Min	5	-199	6562	2721	-10	-2
	Vlong Max	5	199	6562	5154	-10	-3
	Vlong Min	5	-199	6562	2721	-10	-2
	Mlong Max	5	199	6562	5154	-10	-3
	Mlong Min	5	-199	6562	2721	-10	-2

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	98

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	18708	861	-4256	6569	27255	-531
N _{vert} Min	SLU24	11213	5	-10	4812	18728	-10
V _{trasv} Max	SLU3	15917	1560	-9759	6569	25579	-950
V _{trasv} Min	SLU14	11213	5	-10	4294	15562	4
M _{trasv} Max	SLU7	14542	43	3643	6569	24755	-40
M _{trasv} Min	SLU15	14289	1560	-9759	4941	21366	-950
V _{long} Max	SLU10	15917	1560	-9759	6569	25579	-950
V _{long} Min	SLU14	11213	5	-10	4294	15562	4
M _{long} Max	SLU6	18708	861	-4256	6569	27255	-531
M _{long} Min	SLU14	11213	5	-10	4294	15562	4
M _{torc} Max	SLU2	12841	5	-10	5922	19776	4
M _{torc} Min	SLU15	14289	1560	-9759	4941	21366	-950
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	13006	3590	-18039	4304	17758	-2553
N _{vert} Min	SLV6	9420	3590	-18039	4304	15209	-2553
V _{trasv} Max	SLV5	13006	3590	-18039	4304	17758	-2553
V _{trasv} Min	SLV2	10675	1080	-5419	6285	22995	-768
M _{trasv} Max	SLV1	11751	1080	-5419	6285	23760	-768
M _{trasv} Min	SLV6	9420	3590	-18039	4304	15209	-2553
V _{long} Max	SLV1	11751	1080	-5419	6285	23760	-768
V _{long} Min	SLV6	9420	3590	-18039	4304	15209	-2553
M _{long} Max	SLV1	11751	1080	-5419	6285	23760	-768
M _{long} Min	SLV6	9420	3590	-18039	4304	15209	-2553
M _{torc} Max	SLV1	11751	1080	-5419	6285	23760	-768
M _{torc} Min	SLV6	9420	3590	-18039	4304	15209	-2553

Tabella 37 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	99

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	13486	594	-2931	4432	18731	-366
N _{vert} Min	RA12	11213	5	-10	4432	17367	-13
V _{trasv} Max	RA3	13289	1077	-6728	4432	18613	-656
V _{trasv} Min	RA4	11213	5	-266	3951	14428	-2
M _{trasv} Max	RA5	12410	58	2405	4390	17833	-40
M _{trasv} Min	RA6	13289	1077	-6728	3869	15169	-637
V _{long} Max	RA7	11213	5	-10	4432	17367	-13
V _{long} Min	RA11	13289	1077	-6728	3869	15169	-637
M _{long} Max	RA1	13486	594	-2931	4432	18731	-366
M _{long} Min	RA4	11213	5	-266	3951	14428	-2
M _{torc} Max	RA4	11213	5	-266	3951	14428	-2
M _{torc} Min	RA3	13289	1077	-6728	4432	18613	-656
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	QP12	11213	5	-10	3454	13529	-3
N _{vert} Min	QP11	11213	5	-10	3057	11095	-2
V _{trasv} Max	QP12	11213	5	-10	3454	13529	-3
V _{trasv} Min	QP2	11213	5	-10	3057	11095	-2
M _{trasv} Max	QP12	11213	5	-10	3454	13529	-3
M _{trasv} Min	QP2	11213	5	-10	3057	11095	-2
V _{long} Max	QP12	11213	5	-10	3454	13529	-3
V _{long} Min	QP2	11213	5	-10	3057	11095	-2
M _{long} Max	QP12	11213	5	-10	3454	13529	-3
M _{long} Min	QP2	11213	5	-10	3057	11095	-2
M _{torc} Max	QP2	11213	5	-10	3057	11095	-2
M _{torc} Min	QP12	11213	5	-10	3454	13529	-3

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

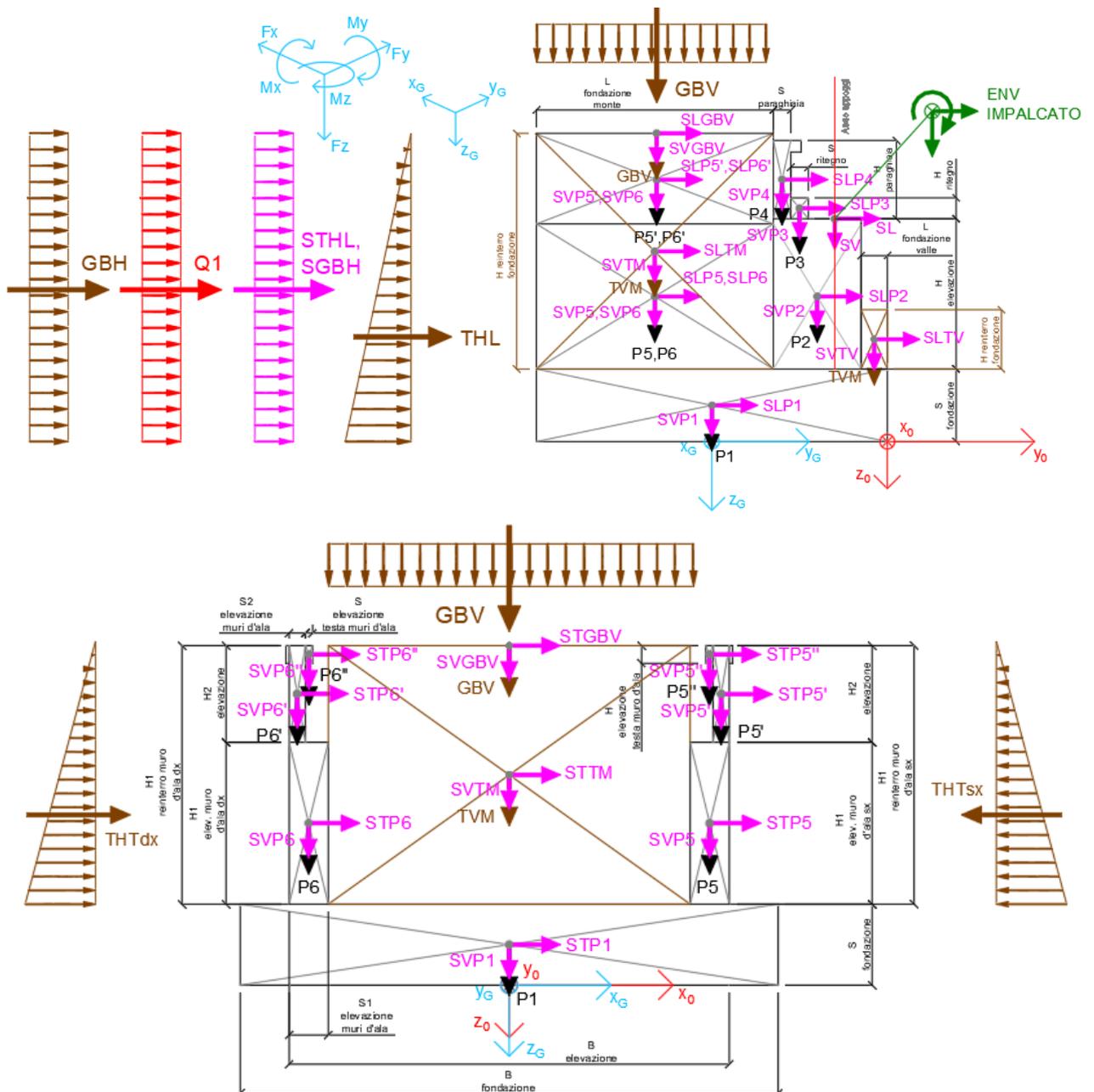
**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	100

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 involuipi 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.



**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	101

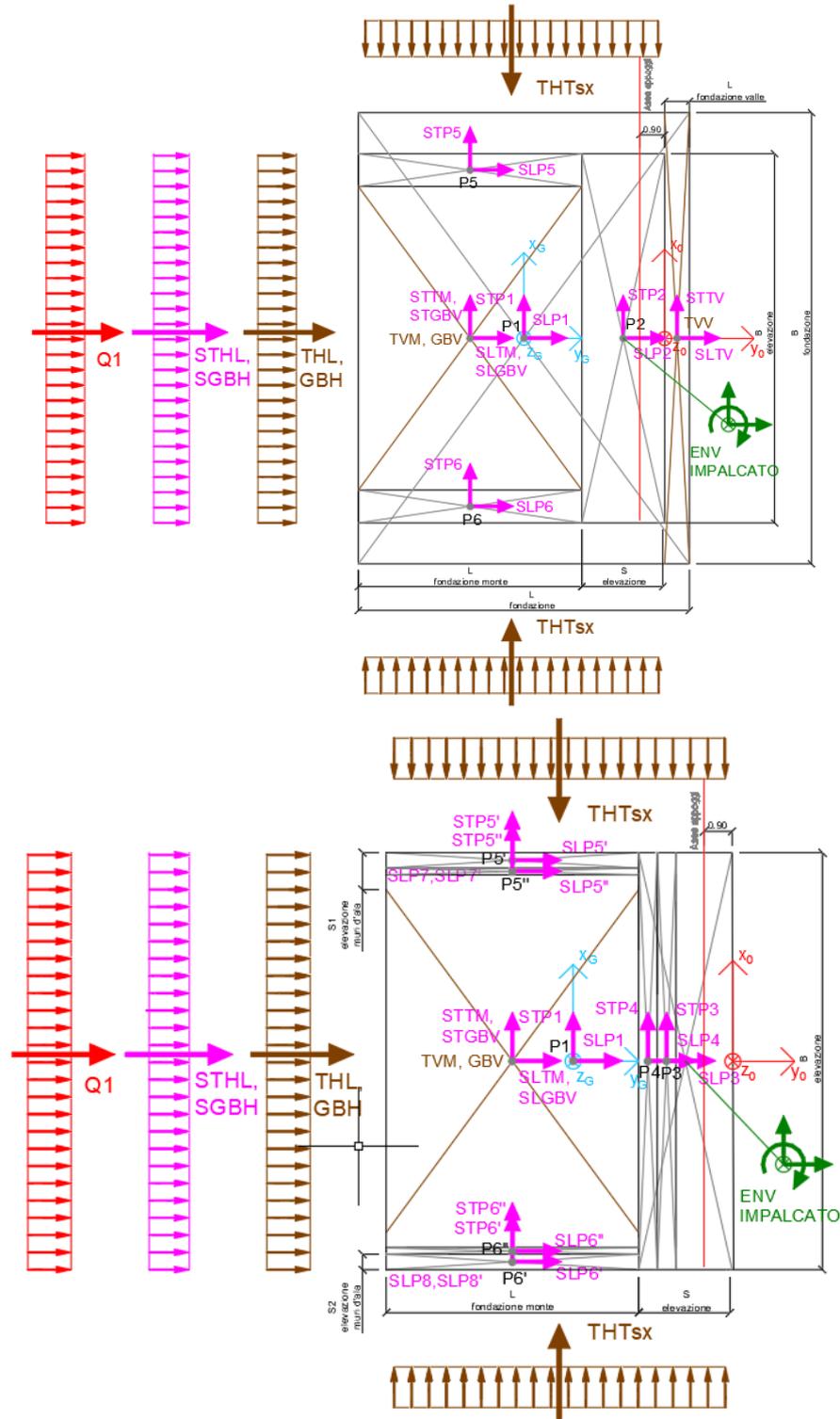


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	102

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 2			CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO													
PGA orizzontale a _g (g)		0,224	Coeff. sismico orizz. k _h				0,2636	Coeff. spinta attiva sismica k _{AE}						0,3776		
Coeff. stratigrafico SS		1,177	Coeff. sismico vert. k _v				0,1318									
NOME: FONDAZIONE SPALLA 2			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	1631	0	0,00	-3,75	-1,00	1631	0	0						
	SLP2	0	1175	0	0,00	-1,70	-5,00	5873	0	0						
	SLP3	0	0	0	0,00	-2,40	-8,00	0	0	0						
	SLP4	0	52	0	0,00	-2,60	-8,73	450	0	0						
	SLP5	0	223	0	6,15	-5,15	-5,00	1115	0	1372						
	SLP5*	0	23	0	6,50	-5,15	-8,75	203	0	151						
	SLP5**	0	4	0	6,36	-5,15	-9,23	35	0	24						
	SLP6	0	223	0	-6,15	-5,15	-5,00	1115	0	-1372						
	SLP6*	0	23	0	-6,50	-5,15	-8,75	203	0	-151						
	SLP6**	0	4	0	-6,36	-5,15	-9,23	35	0	-24						
	SLP7	0	0	0	6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	SLP7*	0	0	0	6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	SLP7**	0	0	0	6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	SLP8	0	0	0	-6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	SLP8*	0	0	0	-6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	SLP8**	0	0	0	-6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
		0	3358	0				10661	0	0	0	3358	0	10661	0	0
Sisma trasv	STP1	1631	0	0	0,00	-3,75	-1,00	0	-1631	6117						
	STP2	1175	0	0	0,00	-1,70	-5,00	0	-5873	1997						
	STP3	0	0	0	0,00	-2,40	-8,00	0	0	0						
	STP4	52	0	0	0,00	-2,60	-8,73	0	-450	134						
	STP5	223	0	0	6,15	-5,15	-5,00	0	-1115	1149						
	STP5*	23	0	0	6,50	-5,15	-8,75	0	-203	120						
	STP5**	4	0	0	6,36	-5,15	-9,23	0	-35	19						
	STP6	223	0	0	-6,15	-5,15	-5,00	0	-1115	1149						
	STP6*	23	0	0	-6,50	-5,15	-8,75	0	-203	120						
	STP6**	4	0	0	-6,36	-5,15	-9,23	0	-35	19						
	STP7	0	0	0	6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	STP7*	0	0	0	6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	STP7**	0	0	0	6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	STP8	0	0	0	-6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	STP8*	0	0	0	-6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	STP8**	0	0	0	-6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
		3358	0	0				0	-10661	10824	3358	0	0	0	-10661	-1767
Sisma vert	SVP1	0	0	816	0,00	-3,75	-1,00	-3059	0	0						
	SVP2	0	0	587	0,00	-1,70	-5,00	-998	0	0						
	SVP3	0	0	0	0,00	-2,40	-8,00	0	0	0						
	SVP4	0	0	26	0,00	-2,60	-8,73	-67	0	0						
	SVP5	0	0	112	6,15	-5,15	-5,00	-574	-686	0						
	SVP5*	0	0	12	6,50	-5,15	-8,75	-60	-76	0						
	SVP5**	0	0	2	6,36	-5,15	-9,23	-10	-12	0						
	SVP6	0	0	112	-6,15	-5,15	-5,00	-574	686	0						
	SVP6*	0	0	12	-6,50	-5,15	-8,75	-60	76	0						
	SVP6**	0	0	2	-6,36	-5,15	-9,23	-10	12	0						
	SVP7	0	0	0	6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	SVP7*	0	0	0	6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	SVP7**	0	0	0	6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	SVP8	0	0	0	-6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	SVP8*	0	0	0	-6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	SVP8**	0	0	0	-6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
		0	0	1679				-5412	0	0	0	0	1679	884	0	0
Sisma ballast long	SLGBV	0	163	0	0,00	-5,15	-9,50	1544	0	0						
	SGBH	0	235	0	0,00	-7,50	-4,73	1110	0	0						
		0	397	0				2654	0	0	0	397	0	2654	0	0
Sisma ballast trasv	STGBV	163	0	0	0,00	-5,15	-9,50	0	-1544	837	163	0	0	0	-1544	228
Sisma ballast vert	SVGBV	0	0	81	0,00	-5,15	-9,50	-419	0	0	0	0	81	-114	0	0
Sisma terreno long	SLVM	0	2049	0	0,00	-5,15	-5,73	11733	0	0						
	SLVV	0	183	0	0,00	-0,30	-3,75	685	0	0						
	STHL	0	2284	0	0,00	-7,50	-3,15	7196	0	0						
		0	4516	0				19614	0	0	0	4516	0	19614	0	0
Sisma terreno trasv	STTM	2049	0	0	0,00	-5,15	-5,73	0	-11733	10555	2232	0	0	0	-12418	2239
	STTV	183	0	0	0,00	-0,30	-3,75	0	-685	55	0	0	0	0	0	0
		2232	0	0				0	-12418	10609	2232	0	0	0	-12418	2239
Sisma terreno vert	SVTM	0	0	1025	0,00	-5,15	-5,73	-5277	0	0						
	SVTV	0	0	91	0,00	-0,30	-3,75	-27	0	0						
		0	0	1116				-5305	0	0	0	0	1116	-1119	0	0
Sisma impalcato long	SL	0	0	0	0,00	-0,60	-8,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma impalcato trasv	ST	2360	0	0	0,00	-0,60	-8,00	0	-18877	1416	2360	0	0	0	-18877	-7433
Sisma impalcato vert	SV	0	0	1180	0,00	-0,60	-8,00	-708	0	0	0	0	1180	3716	0	0

Tabella 39 – Riepilogo azioni elementari sismiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	103

NOME: FONDAZIONE SPALLA 2		PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE													
H paraghiaia (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 paraghiaia (m)	0,40	L fondazione monte (m)	4,70	H1 elev. muro d'ala sx (m)	6,00	H1 orecchia (m)	0,00	Carico ballast (kPa)	9,72						
H ritegno (m)	0,00	L fondazione valle (m)	0,60	H1 elev. muro d'ala dx (m)	6,00	H2 orecchia (m)	0,00								
S ritegno (m)	0,00	L fondazione (m)	7,50	H reinterro muro d'ala sx (m)	7,50	S orecchia (m)	0,00								
H elevazione (m)	6,00	B fondazione (m)	16,50	H reinterro muro d'ala dx (m)	7,50	Peso terreno (kNm ³)	20,00	X _G fondazione	0,00						
S elevazione (m)	2,20	H reinterro fondaz. valle (m)	3,50	H2 elev. muro d'ala (m)	1,50	Coeff. spinta attiva statica k _a	0,2379	Y _G fondazione	-3,75						
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 2		CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA													
	F _{XO} (kN)	F _{YO} (kN)	F _{ZO} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{XO} (kNm)	M _{YO} (kNm)	M _{ZO} (kNm)	F _{XG} (m)	F _{YG} (m)	F _{ZG} (m)	M _{XG} (kNm)	M _{YG} (kNm)	M _{ZG} (kNm)
Peso proprio															
P1	0	0	6188	0,00	-3,75	-1,00	-23203	0	0						
P2	0	0	4455	0,00	-1,70	-5,00	-7574	0	0						
P3	0	0	0	0,00	-2,40	-8,00	0	0	0						
P4	0	0	196	0,00	-2,60	-8,73	-509	0	0						
P5	0	0	846	6,15	-5,15	-5,00	-4357	-5203	0						
P5'	0	0	88	6,50	-5,15	-8,75	-454	-573	0						
P5''	0	0	14	6,36	-5,15	-9,23	-73	-90	0						
P6	0	0	846	-6,15	-5,15	-5,00	-4357	5203	0						
P6'	0	0	88	-6,50	-5,15	-8,75	-454	573	0						
P6''	0	0	14	-6,36	-5,15	-9,23	-73	90	0						
P7	0	0	0	6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
P7'	0	0	0	6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
P8	0	0	0	-6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
P8'	0	0	0	-6,50	-7,50	-9,50	0	0	0						
	0	0	12735				-41054	0	0	0	0	12735	6703	0	0
Ballast															
GBV	0	0	617	0,00	-5,15	-9,50	-3176	0	0						
GBH	0	477	0	0,00	-7,50	-4,73	2252	0	0						
	0	477	617				-924	0	0	0	477	617	1388	0	0
Spinta terreno															
THL	0	4634	0	0,00	-7,50	-3,15	14596	0	0						
THTsx	2393	0	0	6,75	-4,05	-3,17	0	-7579	9693						
THTdx	-2393	0	0	-6,75	-4,05	-3,17	0	7579	-9693						
TVM	0	0	7773	0,00	-5,15	-5,73	-40033	0	0						
TVV	0	0	693	0,00	-0,30	-3,75	-208	0	0						
	0	4634	8466				-25645	0	0	0	4634	8466	6104	0	0
Sovraccarico long															
Q1	0	1135	0	0,00	-7,50	-4,73	5363	0	0						
	0	1135	0				5363	0	0	0	1135	0	5363	0	0

NOME: FONDAZIONE SPALLA 2		CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO													
	F _{XO} (kN)	F _{YO} (kN)	F _{ZO} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{XO} (kNm)	M _{YO} (kNm)	M _{ZO} (kNm)	F _{XG} (m)	F _{YG} (m)	F _{ZG} (m)	M _{XG} (kNm)	M _{YG} (kNm)	M _{ZG} (kNm)
ENV															
Nvert Max	861	388	12430	0,00	-0,60	-8,00	-6168	911	416	861	388	12430	36091	-5978	-2296
Nvert Min	5	-259	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3312	18	10	5	-259	6562	15290	-19	-5
Vtrasv Max	1560	388	9638	0,00	-0,60	-8,00	-4772	-398	766	1560	388	9638	28692	-12880	-4149
Vtrasv Min	5	-259	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3312	18	10	5	-259	6562	15290	-19	-5
Mlong Max	5	259	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3250	18	-5	5	259	6562	19491	-19	-20
Mlong Min	861	388	12430	0,00	-0,60	-8,00	-6168	911	416	861	388	12430	36091	-5978	-2296
Vlong Max	43	388	8264	0,00	-0,60	-8,00	-4085	3902	7	43	388	8264	25051	3556	-129
Vlong Min	5	-259	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3312	18	10	5	-259	6562	15290	-19	-5
Mtrasv Max	83	388	10857	0,00	-0,60	-8,00	-5382	3981	27	83	388	10857	31924	3314	-235
Mtrasv Min	1560	388	9638	0,00	-0,60	-8,00	-4772	-398	766	1560	388	9638	28692	-12880	-4149
Mtorc Max	1560	388	9638	0,00	-0,60	-8,00	-4772	-398	766	1560	388	9638	28692	-12880	-4149
Mtorc Min	5	259	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3250	18	-5	5	259	6562	19491	-19	-20
ENV															
Nvert Max	594	281	8835	0,00	-0,60	-8,00	-4384	635	287	594	281	8835	25698	-4119	-1585
Nvert Min	5	281	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3247	18	-8	5	281	6562	19675	-19	-22
Vtrasv Max	1077	281	8638	0,00	-0,60	-8,00	-4285	-263	529	1077	281	8638	25177	-8883	-2865
Vtrasv Min	5	-199	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3305	-238	3	5	-199	6562	15776	-275	-12
Mtrasv Max	58	240	7759	0,00	-0,60	-8,00	-3851	2752	24	58	240	7759	22511	2289	-158
Mtrasv Min	1077	-281	8638	0,00	-0,60	-8,00	-4353	-263	549	1077	-281	8638	20607	-8883	-2845
Vlong Max	5	281	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3247	18	-8	5	281	6562	19675	-19	-22
Vlong Min	476	-281	8807	0,00	-0,60	-8,00	-4437	550	248	476	-281	8807	21053	-3261	-1252
Mlong Max	5	281	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3247	18	-8	5	281	6562	19675	-19	-22
Mlong Min	594	-281	8835	0,00	-0,60	-8,00	-4451	635	307	594	-281	8835	21129	-4119	-1565
Mtorc Max	1077	-281	8638	0,00	-0,60	-8,00	-4353	-263	549	1077	-281	8638	20607	-8883	-2845
Mtorc Min	5	281	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3247	18	-8	5	281	6562	19675	-19	-22
ENV															
Nvert Max	5	199	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3257	18	2	5	199	6562	19005	-19	-13
Nvert Min	5	-199	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3305	18	3	5	-199	6562	15776	-19	-12
Vtrasv Max	5	199	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3257	18	2	5	199	6562	19005	-19	-13
Vtrasv Min	5	-199	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3305	18	3	5	-199	6562	15776	-19	-12
Mtrasv Max	5	199	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3257	18	2	5	199	6562	19005	-19	-13
Mtrasv Min	5	-199	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3305	18	3	5	-199	6562	15776	-19	-12
Vlong Max	5	199	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3257	18	2	5	199	6562	19005	-19	-13
Vlong Min	5	-199	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3305	18	3	5	-199	6562	15776	-19	-12
Mlong Max	5	199	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3257	18	2	5	199	6562	19005	-19	-13
Mlong Min	5	-199	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3305	18	3	5	-199	6562	15776	-19	-12
Mtorc Max	5	-199	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3305	18	3	5	-199	6562	15776	-19	-12
Mtorc Min	5	199	6562	0,00	-0,60	-8,00	-3257	18	2	5	199	6562	19005	-19	-13

Tabella 40 – Riepilogo azioni elementari statiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	104

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	12735	6703	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	477	617	1388	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	4634	8466	6104	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	861	388	12430	36091	-5978	-2296
	Nvert Min	5	-259	6562	15290	-19	-5
	Vtrasv Max	1560	388	9638	28692	-12880	-4149
	Vtrasv Min	5	-259	6562	15290	-19	-5
	Mtrasv Max	5	259	6562	19491	-19	-20
	Mtrasv Min	861	388	12430	36091	-5978	-2296
	Vlong Max	43	388	8264	25051	3556	-129
	Vlong Min	5	-259	6562	15290	-19	-5
	Mlong Max	83	388	10857	31924	3314	-235
	Mlong Min	1560	388	9638	28692	-12880	-4149
	Mtorc Max	1560	388	9638	28692	-12880	-4149
	Mtorc Min	5	259	6562	19491	-19	-20
SLE RA Impalcato	Nvert Max	594	281	8835	25698	-4119	-1585
	Nvert Min	5	281	6562	19675	-19	-22
	Vtrasv Max	1077	281	8638	25177	-8883	-2865
	Vtrasv Min	5	-199	6562	15776	-275	-12
	Mtrasv Max	58	240	7759	22511	2289	-158
	Mtrasv Min	1077	-281	8638	20607	-8883	-2845
	Vlong Max	5	281	6562	19675	-19	-22
	Vlong Min	476	-281	8807	21053	-3261	-1252
	Mlong Max	5	281	6562	19675	-19	-22
	Mlong Min	594	-281	8835	21129	-4119	-1565
	Mtorc Max	1077	-281	8638	20607	-8883	-2845
	Mtorc Min	5	281	6562	19675	-19	-22
SLE QP Impalcato	Nvert Max	5	199	6562	19005	-19	-13
	Nvert Min	5	-199	6562	15776	-19	-12
	Vtrasv Max	5	199	6562	19005	-19	-13
	Vtrasv Min	5	-199	6562	15776	-19	-12
	Mtrasv Max	5	199	6562	19005	-19	-13
	Mtrasv Min	5	-199	6562	15776	-19	-12
	Vlong Max	5	199	6562	19005	-19	-13
	Vlong Min	5	-199	6562	15776	-19	-12
	Mlong Max	5	199	6562	19005	-19	-13
	Mlong Min	5	-199	6562	15776	-19	-12

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	106

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	43247	861	-5978	9699	64153	-2296
N _{vert} Min	SLU24	28380	5	-19	7014	41461	-20
V _{trasv} Max	SLU3	40455	1560	-12880	9699	56755	-4149
V _{trasv} Min	SLU14	28380	5	-19	6497	37260	-5
M _{trasv} Max	SLU6	39080	43	3556	9699	53113	-129
M _{trasv} Min	SLU14	31456	1560	-12880	7144	50663	-4149
V _{long} Max	SLU10	40455	1560	-12880	9699	56755	-4149
V _{long} Min	SLU14	28380	5	-19	6497	37260	-5
M _{long} Max	SLU7	43247	861	-5978	9699	64153	-2296
M _{long} Min	SLU15	28380	5	-19	6497	37260	-5
M _{torc} Max	SLU14	28380	5	-19	6497	37260	-5
M _{torc} Min	SLU15	31456	1560	-12880	7144	50663	-4149
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	32436	2438	-13070	7790	46444	-2033
N _{vert} Min	SLV6	24324	2438	-13070	7790	39711	-2033
V _{trasv} Max	SLV3	29597	8117	-43520	7790	44088	-6747
V _{trasv} Min	SLV6	24324	2438	-13070	7790	39711	-2033
M _{trasv} Max	SLV1	29597	2438	-13070	13580	67138	-2033
M _{trasv} Min	SLV6	27163	8117	-43520	7790	42068	-6747
V _{long} Max	SLV1	29597	2438	-13070	13580	67138	-2033
V _{long} Min	SLV6	24324	2438	-13070	7790	39711	-2033
M _{long} Max	SLV1	29597	2438	-13070	13580	67138	-2033
M _{long} Min	SLV4	24324	2438	-13070	7790	39711	-2033
M _{torc} Max	SLV5	32436	2438	-13070	7790	46444	-2033
M _{torc} Min	SLV4	27163	8117	-43520	7790	42068	-6747

Tabella 43 – ENV SLU, SLV - 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	RA1	30653	594	-4119	6526	45256	-1585
N _{vert} Min	RA12	28380	5	-19	6526	39232	-22
V _{trasv} Max	RA3	30456	1077	-8883	6526	44734	-2865
V _{trasv} Min	RA4	28380	5	-275	6046	35333	-12

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	107

M _{trasv} Max	RA1	29577	58	2289	6485	42068	-158
M _{trasv} Min	RA4	30456	1077	-8883	5964	40165	-2845
V _{long} Max	RA7	28380	5	-19	6526	39232	-22
V _{long} Min	RA11	30456	1077	-8883	5964	40165	-2845
M _{long} Max	RA5	30653	594	-4119	6526	45256	-1585
M _{long} Min	RA6	28380	5	-275	6046	35333	-12
M _{torc} Max	RA4	28380	5	-275	6046	35333	-12
M _{torc} Min	RA3	30456	1077	-8883	6526	44734	-2865
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	QP12	28380	5	-19	5309	33199	-13
N _{vert} Min	QP11	28380	5	-19	4911	29970	-12
V _{trasv} Max	QP12	28380	5	-19	5309	33199	-13
V _{trasv} Min	QP2	28380	5	-19	4911	29970	-12
M _{trasv} Max	QP12	28380	5	-19	5309	33199	-13
M _{trasv} Min	QP2	28380	5	-19	4911	29970	-12
V _{long} Max	QP12	28380	5	-19	5309	33199	-13
V _{long} Min	QP2	28380	5	-19	4911	29970	-12
M _{long} Max	QP12	28380	5	-19	5309	33199	-13
M _{long} Min	QP2	28380	5	-19	4911	29970	-12
M _{torc} Max	QP2	28380	5	-19	4911	29970	-12
M _{torc} Min	QP12	28380	5	-19	5309	33199	-13

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

VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	108

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.

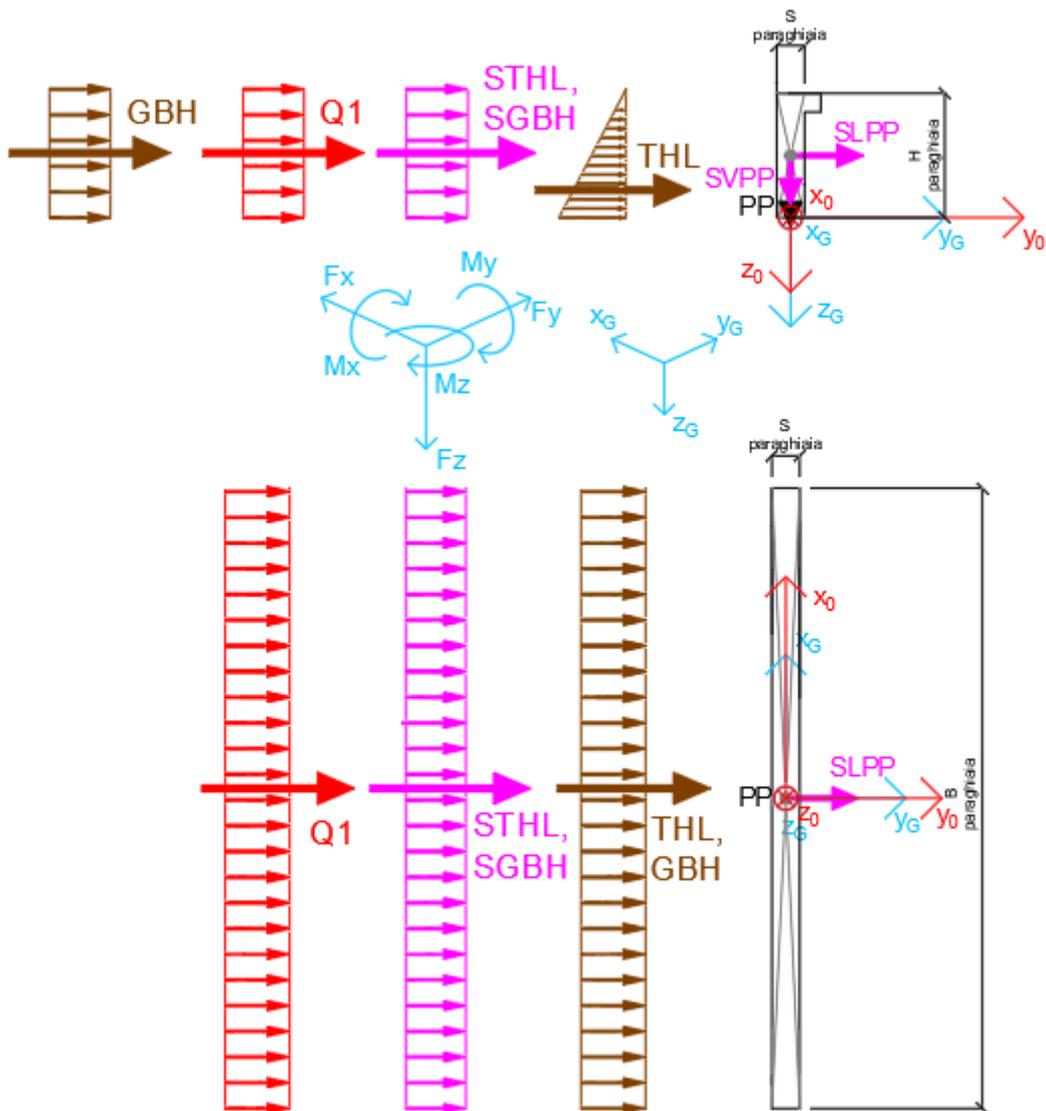


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	109

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				0,2636			Coeff. spinta attiva sismica k _{aE}				0,3776	
Coeff. stratigrafico S _s		1,177		Coeff. sismico vert. k _v				0,1318								
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	37	0	0,00	0,00	-0,53	20	0	0	0	37	0	20	0	0
Sisma vert	SVPP	0	0	19	0,00	0,00	-0,53	0	0	0	0	0	19	0	0	0
Sisma ballast long	SGBH	0	26	0	0,00	-0,20	-0,53	14	0	0	0	26	0	14	0	0
Sisma terreno long	STHL	0	28	0	0,00	-0,20	-0,53	15	0	0	0	28	0	15	0	0

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

NOME: MURO PARAGHIAIA				PARAMETRI DI CALCOLO MURO PARAGHIAIA												
H paraghiaia (m)		1,05		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/m3)		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	142	0,00	0,00	-0,53	0	0	0	0	0	142	0	0	0
Ballast	GBH	0	53	0	0,00	-0,20	-0,53	28	0	0	0	53	0	28	0	0
Spinta terreno	THL	0	57	0	0,00	-0,20	-0,35	20	0	0	0	57	0	20	0	0
Sovraccarico long	Q1	0	306	0	0,00	-0,20	-0,53	161	0	0	0	306	0	161	0	0

Tabella 46 – Riepilogo azioni elementari statiche

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	142	0	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	53	0	28	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	57	0	20	0	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	0	306	0	161	0	0
E Sisma	Sisma long	0	92	0	48	0	0
	Sisma vert	0	0	19	0	0	0
	-Sisma vert	0	0	-19	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**

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	110

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**

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	111

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	222	225	136
N _{vert} Min	SLV4	170	225	136
V _{long} Max	SLV1	203	324	208
V _{long} Min	SLV4	170	225	136
M _{long} Max	SLV1	203	324	208
M _{long} Min	SLV4	170	225	136

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

VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	112

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.

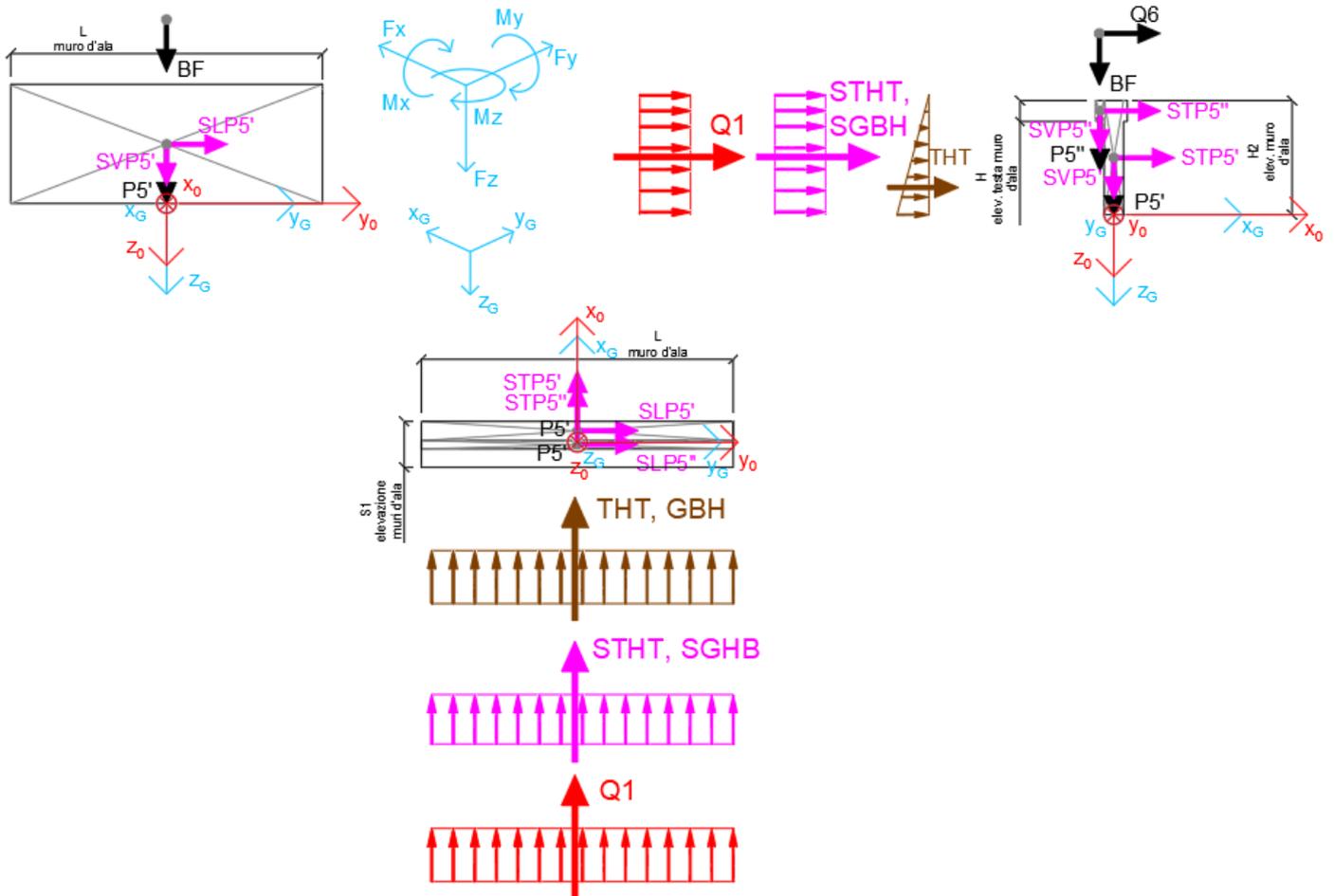


Figura 31 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	113

11.5.1.9 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 2				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO													
PGA orizzontale a_g (g)		0,224		Coeff. sismico orizz. k_h				0,2636				Coeff. spinta attiva sismica k_{aE}				0,3776	
Coeff. stratigrafico SS		1,177		Coeff. sismico vert. k_v				0,1318									
NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 2				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'	23	0	0	0,00	0,00	-0,75	0	-17	0							
	STP5"	4	0	0	0,49	0,00	-1,23	0	-5	0							
	STP7	0	0	0	0,00	-2,35	-1,50	0	0	0							
	STP7'	0	0	0	0,00	-2,35	-1,50	0	0	0							
		27	0	0					-22	0	27	0	0	0	0	-22	
Sisma vert	SVP5'	0	0	12	0,00	0,00	-0,75	0	0	0							
	SVP5"	0	0	2	0,49	0,00	-1,23	0	-1	0							
	SVP7	0	0	0	0,00	-2,35	-1,50	0	0	0							
	SVP7'	0	0	0	0,00	-2,35	-1,50	0	0	0							
		0	0	13					-1	0	0	0	13	0	0	-1	
Sisma ballast trasv	SGBH	13	0	0	-0,25	0,00	-0,75	0	-10	0	13	0	0	0	0	-10	
Sisma terreno trasv	STHT	20	0	0	-0,25	0,00	-0,50	0	-10	0	20	0	0	0	0	-10	
		20	0	0					-10	0	20	0	0	0	0	-10	

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

NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 2				PARAMETRI DI CALCOLO MURO D'ALA												
S1 elevazione muri d'ala (m)		1,20		L muro d'ala (m)		4,70		S orecchia (m)		0,00		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)		0,00		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)		0,00						Z_G muro sx		0,00		
NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 2				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	88	0,00	0,00	-0,75	0	0	0						
	P5"	0	0	14	0,49	0,00	-1,23	0	-7	0						
	P7	0	0	0	0,00	-2,35	-1,50	0	0	0						
	P7'	0	0	0	0,00	-2,35	-1,50	0	0	0						
		0	0	102					-7	0	0	0	102	0	0	-7
Barriera fonoassorbente	BF	0	0	94	-0,35	0,00	-4,00	0	33	0						
		0	0	94					33	0	0	0	94	0	0	33
Ballast	GBH	26	0	0	-0,25	0,00	-0,75	0	-20	0	26	0	0	0	0	-20
		26	0	0					-20	0	26	0	0	0	0	-20
Spinta terreno	THT	41	0	0	-0,25	0,00	-0,50	0	-20	0	41	0	0	0	0	-20
		41	0	0					-20	0	41	0	0	0	0	-20
Sovraccarico traffico	Q1	63	0	0	-0,25	0,00	-0,75	0	-47	0	63	0	0	0	0	-47
		63	0	0					-47	0	63	0	0	0	0	-47
Vento	Q6	47	0	0	-0,35	0,00	-4,00	0	-187	0	47	0	0	0	0	-187
		47	0	0					-187	0	47	0	0	0	0	-187

Tabella 52 – Riepilogo azioni elementari statiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	114

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trav} Fx [kN]	V _{long} Fy [kN]	N _{vert} Fz [kN]	M _{long} Mx [kNm]	M _{trav} My [kNm]	M _{torc} Mz [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	102	0	-7	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	26	0	0	0	-20	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (barriera)	0	0	94	0	33	0
Gk2 Perm. Non Str. altri	G2,3 (terreno)	41	0	0	0	-20	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	63	0	0	0	-47	0
Qk6	Vento MAX	47	0	0	0	-187	0
Vento	Vento MIN	-47	0	0	0	187	0
E Sisma	Sisma trasv	60	0	0	0	-42	0
	-Sisma trasv	-60	0	0	0	42	0
	Sisma vert	0	0	13	0	-1	0
	-Sisma vert	0	0	-13	0	1	0

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

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	115

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-Gz,1 (ballast)	Gk2 Perm. Non Str-Gz,2 (barriera)	Gk2 Perm. Non Str. altri-Gz,3 (terreno)	Qk 1-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	3	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
0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabella 54 – Combinazioni di carico adottate

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	116

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLU3	279	149	80
N _{vert} Min	SLU5	279	191	-88
V _{trasv} Max	SLU2	279	234	-257
V _{trasv} Min	SLU3	279	149	80
M _{trasv} Max	SLU5	279	149	80
M _{trasv} Min	SLU4	279	171	-301
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLV14	210	26	91
N _{vert} Min	SLV15	183	72	-94
V _{trasv} Max	SLV3	192	150	-149
V _{trasv} Min	SLV10	200	-16	121
M _{trasv} Max	SLV12	192	-16	121
M _{trasv} Min	SLV1	200	150	-150

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	196	70	135
N _{vert} Min	RA3	196	164	-239
V _{trasv} Max	RA3	196	164	-239
V _{trasv} Min	RA4	196	70	135
M _{trasv} Max	RA4	196	70	135
M _{trasv} Min	RA3	196	164	-239
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	QP3	196	44	79
N _{vert} Min	QP2	196	90	-108
V _{trasv} Max	QP2	196	90	-108
V _{trasv} Min	QP3	196	44	79
M _{trasv} Max	QP3	196	44	79
M _{trasv} Min	QP2	196	90	-108

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

VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	117

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.

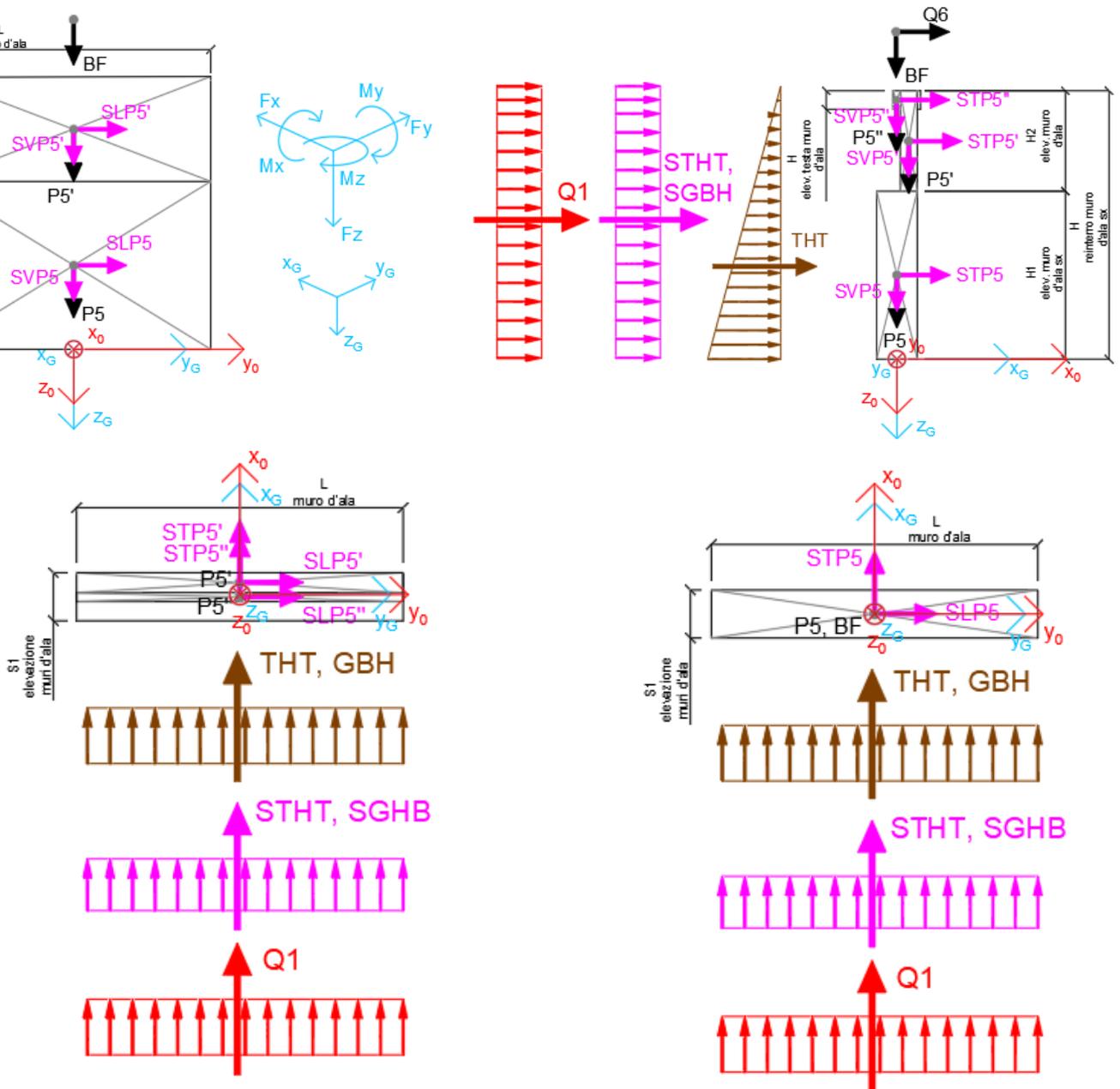


Figura 32 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	118

11.5.2.9 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 2				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO												
PGA orizzontale a_g (g)		0,224		Coeff. sismico orizz. k_h				0,2636			Coeff. spinta attiva sismica k_{aE}				0,3776	
Coeff. stratigrafico SS		1,177		Coeff. sismico vert. k_v				0,1318								
NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 2				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	223	0	0	0,00	0,00	-3,00	0	-669	0						
	STP5'	23	0	0	0,35	0,00	-6,75	0	-157	0						
	STP5''	4	0	0	-0,01	0,00	-7,23	0	-27	0						
	STP7	0	0	0	0,35	-2,35	-7,50	0	0	0						
	STP7'	0	0	0	0,35	-2,35	-7,50	0	0	0						
		250	0	0				0	-853	0	250	0	0	0	0	-853
Sisma vert	SVP5	0	0	112	0,00	0,00	-3,00	0	0	0						
	SVP5'	0	0	12	0,35	0,00	-6,75	0	-4	0						
	SVP5''	0	0	2	-0,01	0,00	-7,23	0	0	0						
	SVP7	0	0	0	0,35	-2,35	-7,50	0	0	0						
	SVP7'	0	0	0	0,35	-2,35	-7,50	0	0	0						
		0	0	125				0	-4	0	0	0	125	0	0	-4
Sisma ballast trasv	SGBH	65	0	0	-0,60	0,00	-3,75	0	-243	0						
		65	0	0				0	-243	0	65	0	0	0	0	-243
Sisma terreno trasv	STHT	501	0	0	-0,60	0,00	-2,50	0	-1252	0						
		501	0	0				0	-1252	0	501	0	0	0	0	-1252

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

NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 2				PARAMETRI DI CALCOLO MURO D'ALA													
S1 elevazione muri d'ala (m)		1,20		L muro d'ala (m)		4,70		S orecchia (m)		0,00		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)		0,00		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)		0,00						Z_G muro sx				0,00	
NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 2				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	846	0,00	0,00	-3,00	0	0	0							
	P5'	0	0	88	0,35	0,00	-6,75	0	-31	0							
	P5''	0	0	14	-0,01	0,00	-7,23	0	0	0							
	P7	0	0	0	0,35	-2,35	-7,50	0	0	0							
	P7'	0	0	0	0,35	-2,35	-7,50	0	0	0							
		0	0	948				0	-31	0	0	0	948	0	0	-31	
Barriera fonosorbente	BF	0	0	94	0,00	0,00	-10,00	0	0	0							
		0	0	94				0	0	0	0	0	94	0	0	0	
Ballast	GBH	132	0	0	-0,60	0,00	-3,75	0	-494	0							
		132	0	0				0	-494	0	132	0	0	0	0	-494	
Spinta terreno	THT	1016	0	0	-0,60	0,00	-2,50	0	-2540	0							
		1016	0	0				0	-2540	0	1016	0	0	0	0	-2540	
Sovraccarico traffico	Q1	314	0	0	-0,60	0,00	-3,75	0	-1176	0							
		314	0	0				0	-1176	0	314	0	0	0	0	-1176	
Vento	Q6	47	0	0	0,00	0,00	-10,00	0	-468	0							
		47	0	0				0	-468	0	47	0	0	0	0	-468	

Tabella 58 – Riepilogo azioni elementari statiche

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 119

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv}		V _{long}		N _{vert}		M _{long}		M _{trasv}		M _{torc}	
		Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]						
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	948	0	0	0	-31	0				
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	132	0	0	0	0	0	-494	0				
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (barriera)	0	0	94	0	0	0	0	0				
Gk2 Perm. Non Str. altri	G2,3 (terreno)	1016	0	0	0	0	0	-2540	0				
Qk1	Q (acc. Traffico)	314	0	0	0	0	0	-1176	0				
Qk6	Vento MAX	47	0	0	0	0	0	-468	0				
Vento	Vento MIN	-47	0	0	0	0	0	468	0				
E Sisma	Sisma trasv	816	0	0	0	0	0	-2349	0				
	-Sisma trasv	-816	0	0	0	0	0	2349	0				
	Sisma vert	0	0	125	0	0	0	-4	0				
	-Sisma vert	0	0	-125	0	0	0	4	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. 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
0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	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**

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	120

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLU4	1421	1792	-5294
N _{vert} Min	SLU5	1421	2176	-6298
V _{trasv} Max	SLU2	1421	2218	-6719
V _{trasv} Min	SLU4	1421	1792	-5294
M _{trasv} Max	SLU5	1421	1792	-5294
M _{trasv} Min	SLU5	1421	2218	-6719
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLV14	1167	880	-2130
N _{vert} Min	SLV15	917	926	-2590
V _{trasv} Max	SLV3	1005	1987	-5646
V _{trasv} Min	SLV10	1080	309	-483
M _{trasv} Max	SLV12	1005	309	-481
M _{trasv} Min	SLV1	1080	1987	-5649

Tabella 61 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	RA4	1042	1352	-3538
N _{vert} Min	RA3	1042	1445	-4473
V _{trasv} Max	RA1	1042	1489	-4521
V _{trasv} Min	RA4	1042	1352	-3538
M _{trasv} Max	RA4	1042	1352	-3538
M _{trasv} Min	RA1	1042	1489	-4521
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	QP3	1042	1124	-2831
N _{vert} Min	QP2	1042	1171	-3299
V _{trasv} Max	QP2	1042	1171	-3299
V _{trasv} Min	QP3	1042	1124	-2831
M _{trasv} Max	QP3	1042	1124	-2831
M _{trasv} Min	QP2	1042	1171	-3299

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	121

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 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.

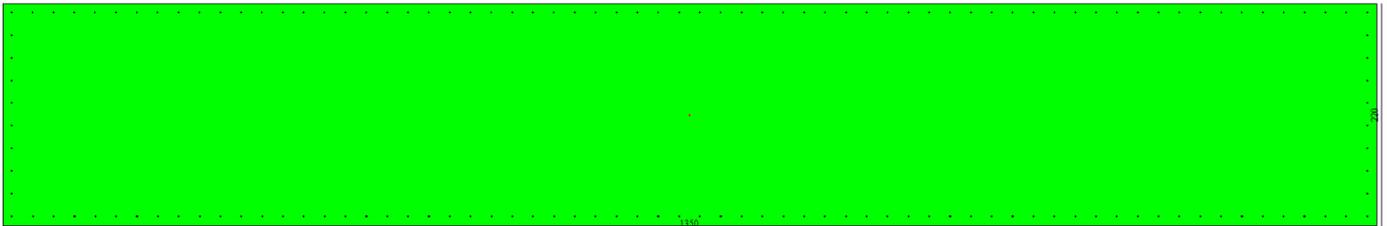


Figura 33 – Sezione trasversale spalla 2 e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE SPALLA S2

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: 1197900000,0 [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
3	50,17	9,20	24	4,52
4	70,66	9,20	24	4,52
5	91,14	9,20	24	4,52

LINEA PESCARA – BARI

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

VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	122

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
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

LINEA PESCARA – BARI

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

VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	123

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
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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	124

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	9,00	188,56	20	3,14
134	9,00	166,11	20	3,14
135	9,00	143,67	20	3,14
136	9,00	121,22	20	3,14
137	9,00	98,78	20	3,14
138	9,00	76,33	20	3,14
139	9,00	53,89	20	3,14
140	9,00	31,44	20	3,14
141	1341,00	31,44	20	3,14
142	1341,00	53,89	20	3,14
143	1341,00	76,33	20	3,14
144	1341,00	98,78	20	3,14
145	1341,00	121,22	20	3,14
146	1341,00	143,67	20	3,14
147	1341,00	166,11	20	3,14
148	1341,00	188,56	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, TAMB - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _y	M _x	M _t	T _y	T _x	VD	VT
1	18708,4200	27254,5700	-4255,7800	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	11213,0800	18728,0900	-10,0900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	14542,3900	24754,9500	3642,8400	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	14288,8300	21365,7200	-9759,3300	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	18708,4200	27254,5700	-4255,7800	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	11213,0800	15561,9700	-10,0900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
7	13005,9900	-18038,7900	17758,1100	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
8	9420,1700	-18038,7900	15208,9300	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
9	11750,9500	-5418,7000	23760,2300	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
10	9420,1700	-18038,7900	15208,9300	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
11	11750,9500	-5418,7000	23760,2300	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										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	125

12	9420,1700	-18038,7900	15208,9300	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
13	13486,0200	-2930,6200	18730,9100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
14	11213,0800	-10,0900	17367,1500	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
15	12409,7800	2404,6900	17832,5400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
16	13289,2300	-6728,1000	15168,8200	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
17	13486,0200	-2930,6200	18730,9100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
18	11213,0800	-265,6600	14428,3900	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
19	11213,0800	-10,0900	13528,8000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
20	11213,0800	-10,0900	11095,3100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
21	11213,0800	-10,0900	13528,8000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
22	11213,0800	-10,0900	11095,3100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
23	11213,0800	-10,0900	13528,8000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
24	11213,0800	-10,0900	11095,3100	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	419,36	10,14	(1350,00; 426,01)	(-1032,16; 0,00)
14	1663,70	-85,16	(-319,67; 220,00)	(1350,00; -19481,24)
15	446,10	-11,23	(-940,50; 220,00)	(1350,00; -234,81)
16	222,93	3,87	(1350,00; 223,44)	(-1950,57; 0,00)
17	419,36	10,14	(1350,00; 426,01)	(-1032,16; 0,00)
18	1686,92	61,44	(1350,00; 3528,61)	(-570,62; 0,00)
19	1940,42	-83,79	(-601,87; 220,00)	(1350,00; -17720,95)
20	2212,54	-82,44	(-881,92; 220,00)	(1350,00; -16604,94)
21	1940,42	-83,79	(-601,87; 220,00)	(1350,00; -17720,95)
22	2212,54	-82,44	(-881,92; 220,00)	(1350,00; -16604,94)
23	1940,42	-83,79	(-601,87; 220,00)	(1350,00; -17720,95)
24	2212,54	-82,44	(-881,92; 220,00)	(1350,00; -16604,94)

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	0,961	0,000	0,000	14,041	-0,839
14	0,622	0,000	0,000	9,280	1,739
15	0,878	0,000	0,000	12,864	-0,644
16	1,320	0,000	0,000	18,927	-6,941
17	0,961	0,000	0,000	14,041	-0,839
18	0,595	0,000	0,000	8,854	2,159
19	0,567	0,000	0,000	8,457	2,561
20	0,531	0,000	0,000	7,935	3,083
21	0,567	0,000	0,000	8,457	2,561
22	0,531	0,000	0,000	7,935	3,083
23	0,567	0,000	0,000	8,457	2,561
24	0,531	0,000	0,000	7,935	3,083

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	126

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>51604,0265</u>	<u>-11738,8526</u>	<u>75177,1423</u>	2,76
<u>539766,7830</u>	<u>-122785,8194</u>	<u>27254,5700</u>	28,85
<u>51649,9313</u>	<u>-4255,7800</u>	<u>75244,0167</u>	2,76
<u>545497,2760</u>	<u>-4255,7800</u>	<u>27254,5700</u>	29,16
18708,4200	<u>-232682,2241</u>	<u>27254,5700</u>	54,67
18708,4200	<u>-6966,2241</u>	<u>44612,6076</u>	1,64
18708,4200	<u>-4255,7800</u>	<u>44617,8269</u>	1,64

Combinazione n° 2

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>37248,7506</u>	<u>-33,5180</u>	<u>62212,8758</u>	3,32
<u>555807,0098</u>	<u>-500,1385</u>	<u>18728,0900</u>	49,57
<u>37248,7986</u>	<u>-10,0900</u>	<u>62212,9560</u>	3,32
<u>555812,8753</u>	<u>-10,0900</u>	<u>18728,0900</u>	49,57
11213,0800	<u>-197775,1471</u>	<u>18728,0900</u>	19601,10
11213,0800	<u>-20,0820</u>	<u>37274,2314</u>	1,99
11213,0800	<u>-10,0900</u>	<u>37274,2392</u>	1,99

Combinazione n° 3

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>35681,3734</u>	<u>8938,1136</u>	<u>60739,0267</u>	2,45
<u>541175,9544</u>	<u>135563,5087</u>	<u>24754,9500</u>	37,21
<u>35699,1422</u>	<u>3642,8400</u>	<u>60769,2739</u>	2,45
<u>548543,8847</u>	<u>3642,8400</u>	<u>24754,9500</u>	37,72
14542,3900	<u>211377,3565</u>	<u>24754,9500</u>	58,03
14542,3900	<u>5966,7848</u>	<u>40547,3367</u>	1,64
14542,3900	<u>3642,8400</u>	<u>40551,2344</u>	1,64

Combinazione n° 4

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>48110,5602</u>	<u>-32859,7116</u>	<u>71938,4833</u>	3,37
<u>504670,2745</u>	<u>-344691,8852</u>	<u>21365,7200</u>	35,32
<u>48341,2021</u>	<u>-9759,3300</u>	<u>72283,3561</u>	3,38
<u>552527,9141</u>	<u>-9759,3300</u>	<u>21365,7200</u>	38,67
14288,8300	<u>-213685,1533</u>	<u>21365,7200</u>	21,90
14288,8300	<u>-18390,7446</u>	<u>40262,1388</u>	1,88
14288,8300	<u>-9759,3300</u>	<u>40290,1318</u>	1,89

Combinazione n° 5

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>51604,0265</u>	<u>-11738,8526</u>	<u>75177,1423</u>	2,76
<u>539766,7830</u>	<u>-122785,8194</u>	<u>27254,5700</u>	28,85
<u>51649,9313</u>	<u>-4255,7800</u>	<u>75244,0167</u>	2,76
<u>545497,2760</u>	<u>-4255,7800</u>	<u>27254,5700</u>	29,16
18708,4200	<u>-232682,2241</u>	<u>27254,5700</u>	54,67

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	127

18708,4200	<u>-6966,2241</u>	<u>44612,6076</u>	1,64
18708,4200	<u>-4255,7800</u>	<u>44617,8269</u>	1,64

Combinazione n° 6

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>58595,1527</u>	<u>-52,7264</u>	<u>81320,7440</u>	5,23
<u>559534,4494</u>	<u>-503,4926</u>	15561,9700	49,90
<u>58595,3140</u>	<u>-10,0900</u>	<u>81320,9679</u>	5,23
<u>559539,8695</u>	<u>-10,0900</u>	15561,9700	49,90
11213,0800	<u>-199964,8376</u>	15561,9700	19818,12
11213,0800	<u>-24,1677</u>	<u>37274,2282</u>	2,40
11213,0800	<u>-10,0900</u>	<u>37274,2392</u>	2,40

Combinazione n° 7

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>44645,7527</u>	<u>60958,3882</u>	<u>-61921,8804</u>	3,43
<u>447275,2774</u>	<u>610700,4216</u>	-18038,7900	34,39
<u>45420,0548</u>	17758,1100	<u>-62995,8066</u>	3,49
<u>564500,5108</u>	17758,1100	-18038,7900	43,40
13005,9900	<u>202131,2981</u>	-18038,7900	11,38
13005,9900	<u>31335,7211</u>	<u>-31831,0052</u>	1,76
13005,9900	17758,1100	<u>-31897,1499</u>	1,77

Combinazione n° 8

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>20467,3031</u>	<u>33044,6033</u>	<u>-39193,0701</u>	2,17
<u>426492,8345</u>	<u>688575,6484</u>	-18038,7900	45,27
<u>20557,5761</u>	15208,9300	<u>-39365,9348</u>	2,18
<u>564552,7545</u>	15208,9300	-18038,7900	59,93
9420,1700	<u>179838,4626</u>	-18038,7900	11,82
9420,1700	<u>23845,2732</u>	<u>-28282,0603</u>	1,57
9420,1700	15208,9300	<u>-28316,8293</u>	1,57

Combinazione n° 9

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>264737,5757</u>	<u>535295,0772</u>	<u>-122078,0874</u>	22,53
<u>396010,4649</u>	<u>800726,7266</u>	-5418,7000	33,70
<u>342287,8116</u>	23760,2300	<u>-157838,7249</u>	29,13
<u>576348,5492</u>	23760,2300	-5418,7000	49,05
11750,9500	<u>204893,4068</u>	-5418,7000	8,62
11750,9500	<u>126819,0386</u>	<u>-28922,0401</u>	5,34
11750,9500	23760,2300	<u>-30618,8843</u>	5,65

Combinazione n° 10

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>20467,3031</u>	<u>33044,6033</u>	<u>-39193,0701</u>	2,17
<u>426492,8345</u>	<u>688575,6484</u>	-18038,7900	45,27
<u>20557,5761</u>	15208,9300	<u>-39365,9348</u>	2,18
<u>564552,7545</u>	15208,9300	-18038,7900	59,93
9420,1700	<u>179838,4626</u>	-18038,7900	11,82
9420,1700	<u>23845,2732</u>	<u>-28282,0603</u>	1,57
9420,1700	15208,9300	<u>-28316,8293</u>	1,57

Combinazione n° 11

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	128

<u>264737,5757</u>	<u>535295,0772</u>	<u>-122078,0874</u>	22,53
<u>396010,4649</u>	<u>800726,7266</u>	<u>-5418,7000</u>	33,70
<u>342287,8116</u>	23760,2300	<u>-157838,7249</u>	29,13
<u>576348,5492</u>	23760,2300	<u>-5418,7000</u>	49,05
11750,9500	<u>204893,4068</u>	<u>-5418,7000</u>	8,62
11750,9500	<u>126819,0386</u>	<u>-28922,0401</u>	5,34
11750,9500	23760,2300	<u>-30618,8843</u>	5,65

Combinazione n° 12

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>20467,3031</u>	<u>33044,6033</u>	<u>-39193,0701</u>	2,17
<u>426492,8345</u>	<u>688575,6484</u>	<u>-18038,7900</u>	45,27
<u>20557,5761</u>	15208,9300	<u>-39365,9348</u>	2,18
<u>564552,7545</u>	15208,9300	<u>-18038,7900</u>	59,93
9420,1700	<u>179838,4626</u>	<u>-18038,7900</u>	11,82
9420,1700	<u>23845,2732</u>	<u>-28282,0603</u>	1,57
9420,1700	15208,9300	<u>-28316,8293</u>	1,57

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
13	94108,1892	-14724,0760	-240,203	-16,544	69189,18	0,0000	0	0,0000
14	176208,7321	-102,3741	-515,349	-34,692	118155,61	0,0000	0	0,0000
15	99465,1714	13412,7221	-228,297	-15,664	74849,30	0,0000	0	0,0000
16	49769,7280	-22075,2640	-279,136	-19,514	50419,05	0,0000	0	0,0000
17	94108,1892	-14724,0760	-240,203	-16,544	69189,18	0,0000	0	0,0000
18	159309,7155	-2933,2600	-458,896	-30,965	113443,13	0,0000	0	0,0000
19	176043,5100	-131,2961	-514,800	-34,656	118112,71	0,0000	0	0,0000
20	175869,3317	-159,9344	-514,210	-34,617	118069,65	0,0000	0	0,0000
21	176043,5100	-131,2961	-514,800	-34,656	118112,71	0,0000	0	0,0000
22	175869,3317	-159,9344	-514,210	-34,617	118069,65	0,0000	0	0,0000
23	176043,5100	-131,2961	-514,800	-34,656	118112,71	0,0000	0	0,0000
24	175869,3317	-159,9344	-514,210	-34,617	118069,65	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche a pressoflessione

Simbologia adottata

N	Storzo normale espresso in [kN]
M _x	Momento in direzione X espresso in [kNm]
M _y	Momento in direzione Y espresso in [kNm]
N _u	Storzo normale ultimo espresso in [kN]
M _{x,u}	Momento ultimo in direzione X espresso in [kNm]
M _{y,u}	Momento ultimo in direzione Y espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza
Comb.	Combinazione critica

Sezione n° 1 - SEZIONE SPALLA S2

N	M_x	M_y	N	M_{x,u}	M_{y,u}	FS	Comb.
9420,17	15208,93	-18038,79	20467,30	33044,60	-39193,07	2.173	8
18708,42	-4255,78	27254,57	539766,78	-122785,82	27254,57	28.852	1
9420,17	15208,93	-18038,79	20557,58	15208,93	-39365,93	2.182	8

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	129

18708,42	-4255,78	27254,57	545497,28	-4255,78	27254,57	29.158	1
11750,95	23760,23	-5418,70	11750,95	204893,41	-5418,70	8.623	9
9420,17	15208,93	-18038,79	9420,17	23845,27	-28282,06	1.568	8
9420,17	15208,93	-18038,79	9420,17	15208,93	-28316,83	1.570	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 S2

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	0,567	14,940	0,168	3,099	2,561	8,457	450,000	19
SLER	1,320	18,260	-0,520	3,099	-6,941	18,927	337,500	16

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 S2

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-514,800	-34,656	11583,084	0,0000	0,000	0,000	0,200	19
SLER	-240,203	-16,544	6785,249	0,0000	0,000	0,000	0,200	13

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

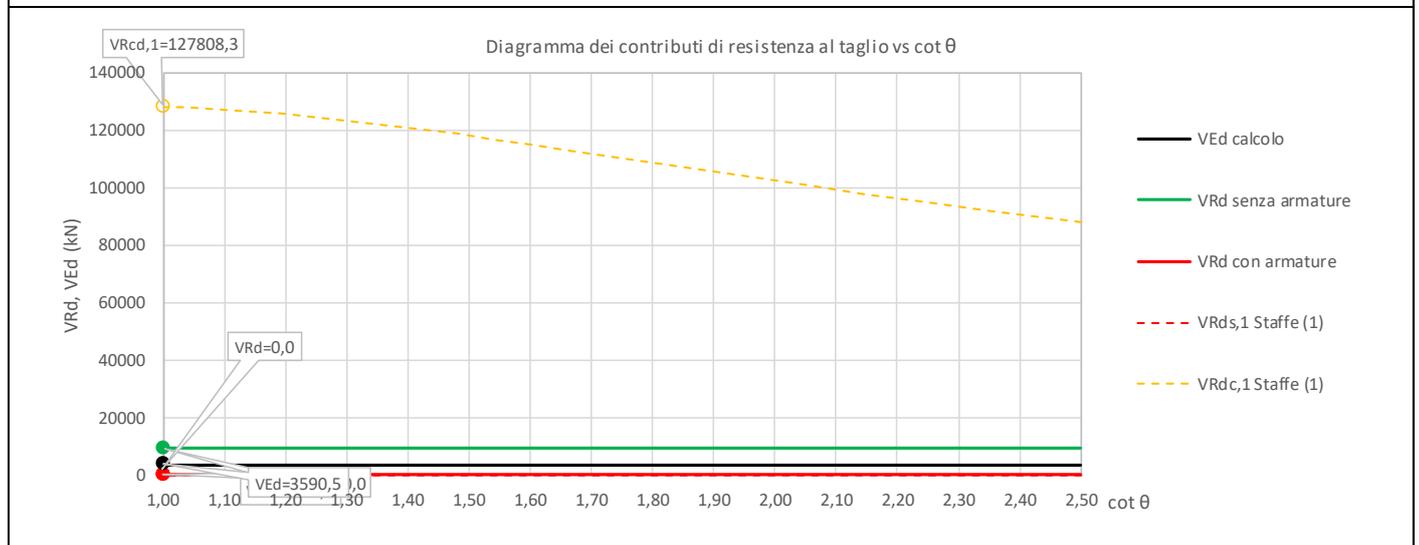
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	130

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 (m)	d (m)	θ cotg θ (°)	N_{Ed} (kN)	V_{Ed} (kN)	M_{Ed} (kNm)	f_{ck} (MPa)	f_{cd} (MPa)	γ_c
2,20	13,41	45,00 1,00	-13006,0	3590,5	17758,1	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} (MPa)	n	\varnothing (mm)	$A_{sl,\varnothing}$ (cm ²)	A_{sl} (cm ²)			
Barre B450C	391,3	10	20	3,14	31,42			
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)								
	A_{sl} (cm ²)	k_1	k	ρ_l (%) (%)	v_{min} (MPa)	σ_{cp} (MPa)	α_c	V_{Rd} (kN)
	31,42	0,15	1,12	0,01%	0,24	0,44	1,02	9023,0
								V_{Ed}/V_{Rd} 39,8% VERIFICA OK



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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	131

NOME: SLV LONG		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
b_w	d	θ	$\cotg \theta$	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c	
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)		
13,50	2,11	30,00	1,73	-11751,0	6285,4	5418,7	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	\varnothing	$A_{sl,\varnothing}$	A_{sl}					
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)					
Barre B450C	391,3	66	24	4,52	298,58					
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)		
	298,58	0,15	1,31	0,10%	0,30	0,41	1,02	10348,1	60,7%	VERIFICA OK



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

MANDATARIA

HUB ENGINEERING
CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.

MANDANTI

HYpro**LINEA PESCARA – BARI****RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA****VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

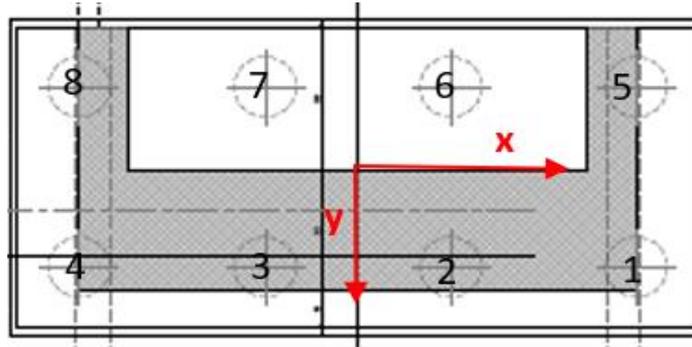
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	132

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	133

11.1 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								
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	Hmax, singolo palo
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Nvert Max	SLU6	9375	9244	9114	8983	2010	1880	1749	1618	1220
Nvert Min	SLU24	5857	5857	5856	5856	1239	1239	1238	1238	878
Vtrasv Max	SLU3	8833	8546	8260	7974	2307	2021	1734	1448	1231
Vtrasv Min	SLU14	5613	5612	5612	5611	1484	1483	1483	1483	811
Mtrasv Max	SLU6	7807	7905	8003	8101	1767	1865	1963	2061	1216
Mtrasv Min	SLU14	7369	7083	6797	6511	1521	1234	948	662	917
Vlong Max	SLU10	8833	8546	8260	7974	2307	2021	1734	1448	1231
Vlong Min	SLU14	5613	5612	5612	5611	1484	1483	1483	1483	811
Mlong Max	SLU7	9375	9244	9114	8983	2010	1880	1749	1618	1220
Mlong Min	SLU15	5613	5612	5612	5611	1484	1483	1483	1483	811
Mtorc Max	SLU14	5613	5612	5612	5611	1484	1483	1483	1483	811
Mtorc Min	SLU15	7369	7083	6797	6511	1521	1234	948	662	917
Nvert Max	SLV5	7101	6803	6506	6208	1917	1620	1322	1025	817
Nvert Min	SLV6	5673	5376	5078	4781	1284	986	689	391	817
Vtrasv Max	SLV3	7641	6650	5660	4669	2735	1745	754	-237	1135
Vtrasv Min	SLV6	5673	5376	5078	4781	1284	986	689	391	817
Mtrasv Max	SLV1	7882	7584	7287	6989	415	117	-180	-477	1380
Mtrasv Min	SLV6	7212	6222	5231	4241	2545	1555	564	-427	1135
Vlong Max	SLV1	7882	7584	7287	6989	415	117	-180	-477	1380
Vlong Min	SLV6	5673	5376	5078	4781	1284	986	689	391	817
Mlong Max	SLV1	7882	7584	7287	6989	415	117	-180	-477	1380
Mlong Min	SLV4	5673	5376	5078	4781	1284	986	689	391	817
Mtorc Max	SLV5	7101	6803	6506	6208	1917	1620	1322	1025	817
Mtorc Min	SLV4	7212	6222	5231	4241	2545	1555	564	-427	1135

SLU		2021	1963		1231
SLV		1745	1322		1380

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	134

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	Hmax, singolo palo
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Nvert Max	RA1	6625	6535	6445	6355	1433	1343	1254	1164	821
Nvert Min	RA12	5736	5735	5735	5734	1361	1360	1360	1359	818
Vtrasv Max	RA3	6722	6524	6327	6130	1600	1402	1205	1008	829
Vtrasv Min	RA4	5520	5514	5507	5501	1594	1588	1582	1575	756
Mtrasv Max	RA1	6016	6080	6144	6208	1254	1318	1382	1446	812
Mtrasv Min	RA4	6452	6255	6057	5860	1869	1672	1475	1277	755
Vlong Max	RA7	5736	5735	5735	5734	1361	1360	1360	1359	818
Vlong Min	RA11	6452	6255	6057	5860	1869	1672	1475	1277	755
Mlong Max	RA5	6625	6535	6445	6355	1433	1343	1254	1164	821
Mlong Min	RA6	5520	5514	5507	5501	1594	1588	1582	1575	756
Mtorc Max	RA4	5520	5514	5507	5501	1594	1588	1582	1575	756
Mtorc Min	RA3	6722	6524	6327	6130	1600	1402	1205	1008	829
Nvert Max	QP12	5393	5392	5392	5391	1704	1703	1703	1702	664
Nvert Min	QP11	5213	5213	5212	5212	1883	1883	1882	1882	614
Vtrasv Max	QP12	5393	5392	5392	5391	1704	1703	1703	1702	664
Vtrasv Min	QP2	5213	5213	5212	5212	1883	1883	1882	1882	614
Mtrasv Max	QP12	5393	5392	5392	5391	1704	1703	1703	1702	664
Mtrasv Min	QP2	5213	5213	5212	5212	1883	1883	1882	1882	614
Vlong Max	QP12	5393	5392	5392	5391	1704	1703	1703	1702	664
Vlong Min	QP2	5213	5213	5212	5212	1883	1883	1882	1882	614
Mlong Max	QP12	5393	5392	5392	5391	1704	1703	1703	1702	664
Mlong Min	QP2	5213	5213	5212	5212	1883	1883	1882	1882	614
Mtorc Max	QP2	5213	5213	5212	5212	1883	1883	1882	1882	614
Mtorc Min	QP12	5393	5392	5392	5391	1704	1703	1703	1702	664

SLE RA		1725	1657	786
SLE QP		1883	1882	664

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 135

11.1.1 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 al palo interno più sollecitato all'interno della fondazione, con larghezza di collaborazione B determinata dall'interasse tra i pali. La mensola è sollecitata da un'azione verticale N_{Ed} e da una massima 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 del plinto (valutati a favore di sicurezza con coefficiente 1.35 e 1.50).

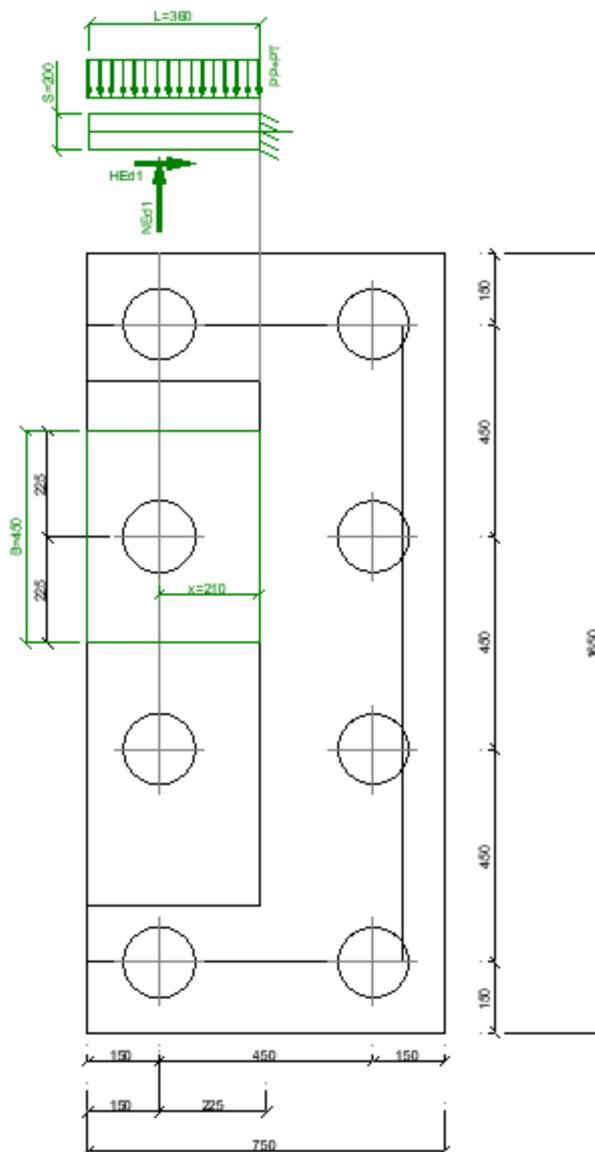
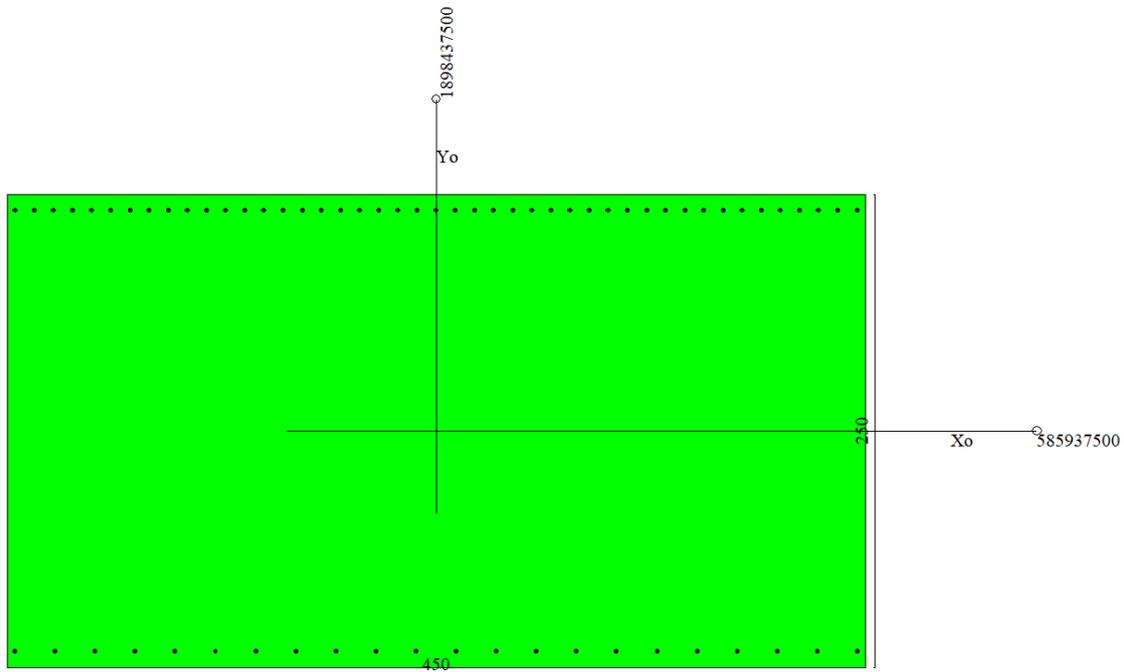


Figura 34 – Schema delle verifiche a flessione del plinto per il palo più caricato

VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	136

NOME: PALO 6			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	4.70	
	x (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP
Palo 6	2.10	N _{Ed} (kN)	2021	1745	1725	1883
		H _{Ed} (kN)	1231	1380	786	664
		M _{Ed} (kNm)	-9063	-4896	-5533	-5323



Dati

Nome sezione:	SPALLA S2	
Tipo sezione	Rettangolare	
Base	450,0	[cm]
Altezza	200,0	[cm]

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

LINEA PESCARA – BARI

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

VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	137

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	4,20	8,40	24	4,52
2	25,23	8,40	24	4,52
3	46,26	8,40	24	4,52
4	67,29	8,40	24	4,52
5	88,31	8,40	24	4,52
6	109,34	8,40	24	4,52
7	130,37	8,40	24	4,52
8	151,40	8,40	24	4,52
9	172,43	8,40	24	4,52
10	193,46	8,40	24	4,52
11	214,49	8,40	24	4,52
12	235,51	8,40	24	4,52
13	256,54	8,40	24	4,52
14	277,57	8,40	24	4,52
15	298,60	8,40	24	4,52
16	319,63	8,40	24	4,52
17	340,66	8,40	24	4,52
18	361,69	8,40	24	4,52
19	382,71	8,40	24	4,52
20	403,74	8,40	24	4,52
21	424,77	8,40	24	4,52
22	445,80	8,40	24	4,52
23	445,70	191,40	26	5,31
24	435,67	191,40	26	5,31
25	425,64	191,40	26	5,31
26	415,60	191,40	26	5,31
27	405,57	191,40	26	5,31
28	395,54	191,40	26	5,31
29	385,51	191,40	26	5,31
30	375,48	191,40	26	5,31
31	365,45	191,40	26	5,31
32	355,41	191,40	26	5,31
33	345,38	191,40	26	5,31
34	335,35	191,40	26	5,31
35	325,32	191,40	26	5,31
36	315,29	191,40	26	5,31
37	305,25	191,40	26	5,31
38	295,22	191,40	26	5,31
39	285,19	191,40	26	5,31
40	275,16	191,40	26	5,31
41	265,13	191,40	26	5,31
42	255,10	191,40	26	5,31
43	245,06	191,40	26	5,31
44	235,03	191,40	26	5,31
45	225,00	191,40	26	5,31
46	214,97	191,40	26	5,31
47	204,94	191,40	26	5,31
48	194,90	191,40	26	5,31
49	184,87	191,40	26	5,31
50	174,84	191,40	26	5,31
51	164,81	191,40	26	5,31
52	154,78	191,40	26	5,31

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 138

53	144,75	191,40	26	5,31
54	134,71	191,40	26	5,31
55	124,68	191,40	26	5,31
56	114,65	191,40	26	5,31
57	104,62	191,40	26	5,31
58	94,59	191,40	26	5,31
59	84,55	191,40	26	5,31
60	74,52	191,40	26	5,31
61	64,49	191,40	26	5,31
62	54,46	191,40	26	5,31
63	44,43	191,40	26	5,31
64	34,40	191,40	26	5,31
65	24,36	191,40	26	5,31
66	14,33	191,40	26	5,31
67	4,30	191,40	26	5,31

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	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	0,0000	-9063,4800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	-4896,3400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	0,0000	-5532,8300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
4	0,0000	-5323,1700	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]

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	139

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
3	45,57	0,00	(450,00; 45,57)	(0,00; 45,57)
4	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}
3	2,726	0,000	0,000	33,356	-130,886
4	2,623	0,000	0,000	32,092	-125,926

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
0,0000	0,0000	<u>-17128,0690</u>	1,89

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-17128,0689</u>	3,50

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 [cm ²]
ϵ	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S_{rm}	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_x	M_y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ϵ	S_{rm}	w
3	0,0000	-6310,3089	-149,278	-10,539	12645,00	0,0000	0	0,0000
4	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]

LINEA PESCARA – BARI

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

VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	140

Comb. Combinazione critica

Sezione n° 2 - SPALLA S2

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	2,623	9,960	-8,890	2,558	-125,926	32,092	450,000	4
SLER	2,726	13,695	-9,240	2,558	-130,886	33,356	337,500	3

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

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

Sezione n° 2 - SPALLA S2

TC	sf	sc	Aeff	Eps	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-149,278	-10,539	1240,071	0,0000	0,000	0,000	0,300	4
SLER	-149,278	-10,539	1240,071	0,0000	0,000	0,000	0,300	3

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 141

11.1.1 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 $V_{Ed} = 2020.7$ kN, vedi schemi di calcolo seguenti.

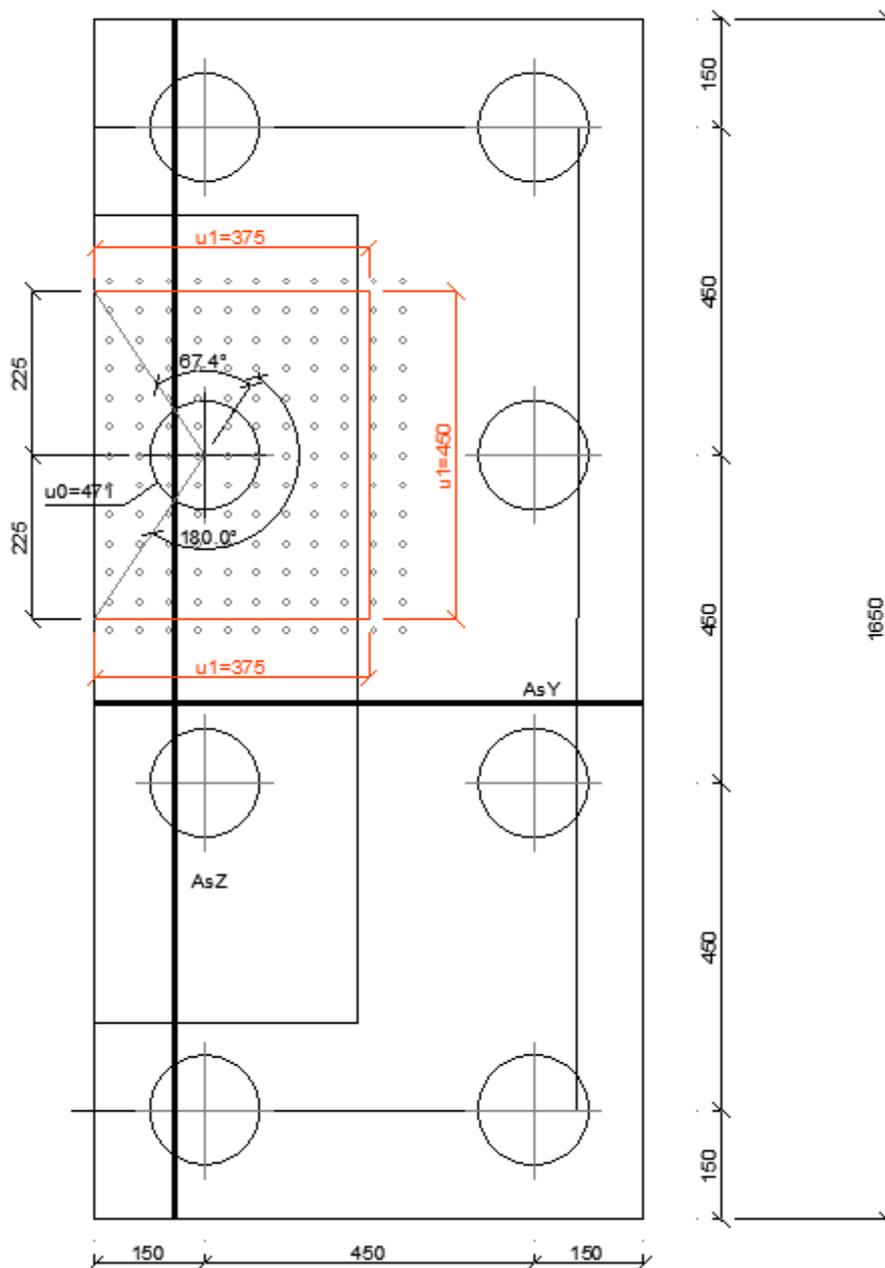
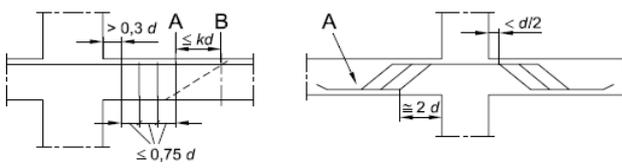


Figura 35 – Schema delle verifiche a taglio-punzonamento per il palo più caricato

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	142

NOME: SPALLA SP2		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	1.91	1.91	53.07	0.28%	0.0	0.00	2020.7	1.40	24.90	14.11	1.50
direzione Z	1.89	1.89	53.07	0.28%	0.0	0.00					
VERIFICA AREA CARICATA (§6.4.5)											
Verifiche a taglio-punzonamento eseguite sul perimetro u ₁ posto a 001d < 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	0.32	3.81	8.3% 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	1.32	1.90	0.28%	0.27	0.00	0.12	0.57	21.9% 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 001d			12.00	2.78
							Perimetro B (u _{out} con V _{Ed} < V _{Rd,c})			u _{out,ef} (m)	r _{min} (m)
							oltre 000d da bordo pilastro			2.62	0.61
											
(*) Staffe / Pli: n° totale barre su una fila di passo radiale s, 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 & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 143

11.2 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.

11.2.1 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.

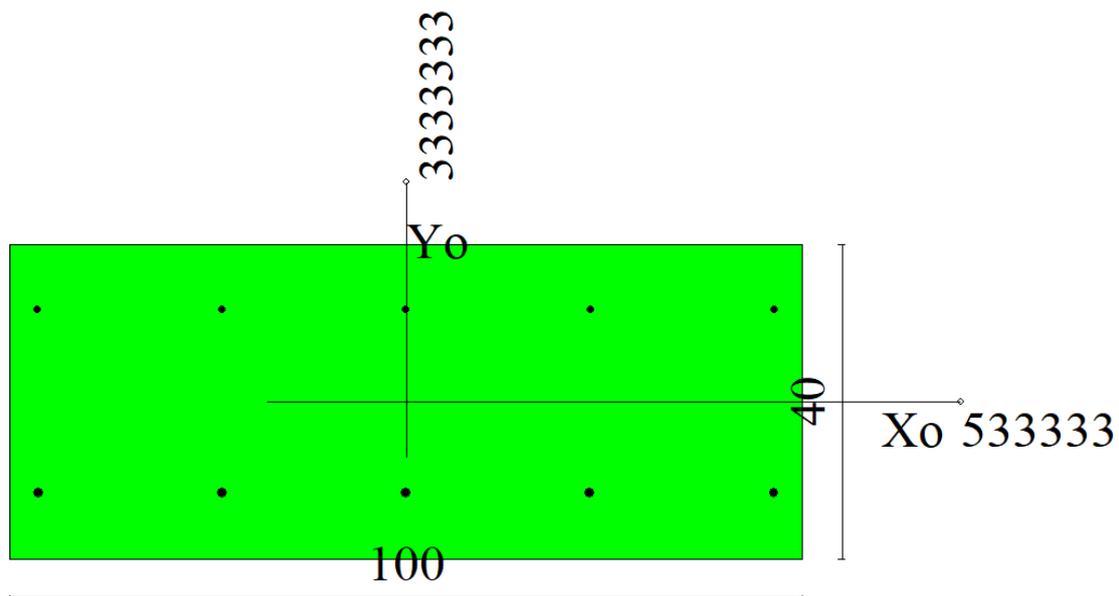


Figura 36 – Sezione trasversale muro paraghiaia e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE MURO PARAGHIAIA

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]

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	144

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

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

N°	X	Y	d	ω
1	3,70	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	sforzio 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	16,4100	10,1100	0,0000	0,0000	0,0000	16,6400	SI	NO
6	12,5900	10,1100	0,0000	0,0000	0,0000	16,6400	SI	NO
7	15,0700	15,4300	0,0000	0,0000	0,0000	23,9700	SI	NO
8	12,5900	10,1100	0,0000	0,0000	0,0000	16,6400	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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	145

13	14,5000	7,8300	0,0000	0,0000	0,0000	13,5000	NO	SLEQP
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	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>47,9158</u>	0,0000	<u>109,2911</u>	2,45
<u>7688,8535</u>	0,0000	<u>44,6600</u>	392,69
19,5800	0,0000	<u>104,5327</u>	2,34

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	146

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>224,7593</u>	0,0000	<u>138,4714</u>	13,70
<u>7920,1719</u>	0,0000	10,1100	482,64
16,4100	0,0000	<u>103,9990</u>	10,29

Combinazione n° 6

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>159,0782</u>	0,0000	<u>127,7427</u>	12,64
<u>7920,1666</u>	0,0000	10,1100	629,08
12,5900	0,0000	<u>103,3555</u>	10,22

Combinazione n° 7

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>118,1710</u>	0,0000	<u>120,9940</u>	7,84
<u>7885,1623</u>	0,0000	15,4300	523,24
15,0700	0,0000	<u>103,7733</u>	6,73

Combinazione n° 8

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>159,0782</u>	0,0000	<u>127,7427</u>	12,64
<u>7920,1666</u>	0,0000	10,1100	629,08
12,5900	0,0000	<u>103,3555</u>	10,22

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_s	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A_{eff}	Area efficace a trazione, espressa in [cm ²]
ϵ	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S_{im}	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**

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	147

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

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

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

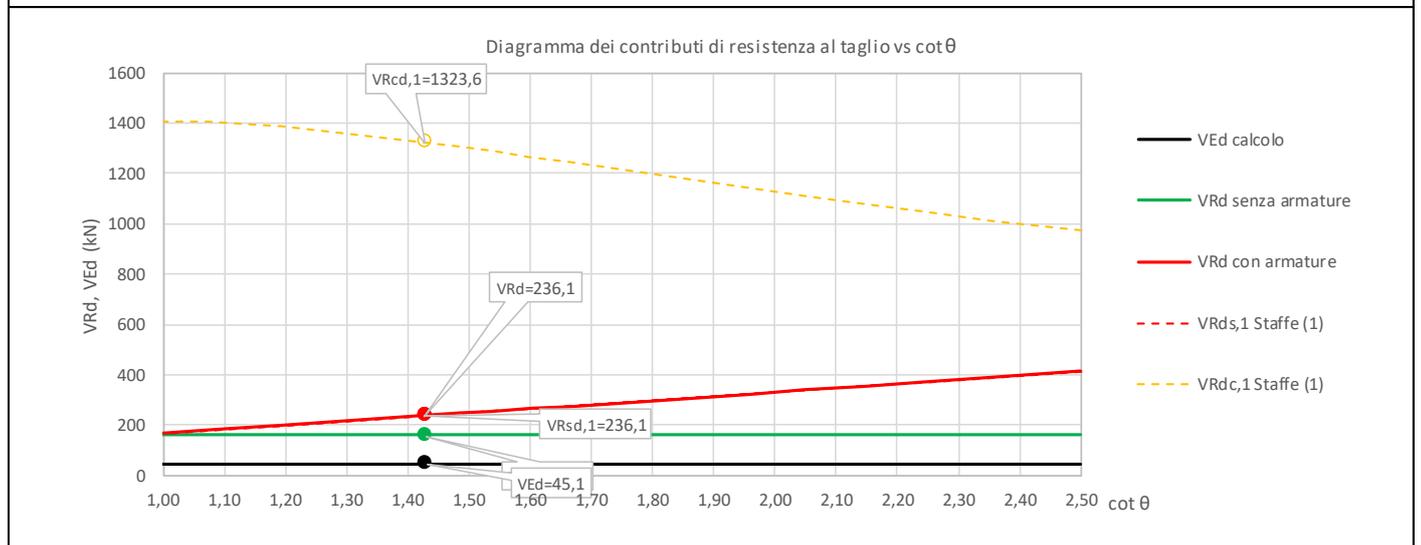
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	148

11.2.2 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	-14,2	45,1	22,6	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	\emptyset	$A_{sl,\emptyset}$	A_{sl}						
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)						
Barre B450C	391,3	5	12	1,13	5,65						
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)			
	5,65	0,15	1,78	0,17%	0,48	0,04	1,00	160,6	28,1%	VERIFICA OK	



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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 149

11.3 VERIFICHE MURO D'ALA

11.3.1 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.

11.3.1.9 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

La sezione è armata con un quantitativo di armatura longitudinale nel lato teso 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.

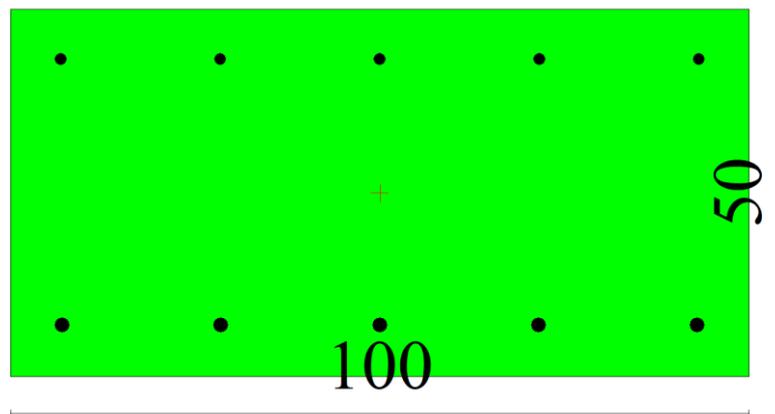


Figura 37 – Sezione trasversale muro d'ala e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE SUP MURO D'ALA SP2

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]

Elenco ferri

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	150

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	59,4000	17,0200	0,0000	0,0000	0,0000	31,7700	SI	NO
2	59,4000	18,8000	0,0000	0,0000	0,0000	40,7300	SI	NO
3	59,4000	17,0200	0,0000	0,0000	0,0000	31,7700	SI	NO
4	59,4000	63,9900	0,0000	0,0000	0,0000	36,3000	SI	NO
5	44,6500	19,3600	0,0000	0,0000	0,0000	5,4500	SI	NO
6	38,9000	20,0500	0,0000	0,0000	0,0000	15,4000	SI	NO
7	40,9100	25,8400	0,0000	0,0000	0,0000	-3,4900	SI	NO
8	42,6400	31,8500	0,0000	0,0000	0,0000	31,9900	SI	NO
9	41,7800	28,7800	0,0000	0,0000	0,0000	14,9800	NO	SLER
10	41,7800	50,8200	0,0000	0,0000	0,0000	34,8800	NO	SLER
11	41,7800	28,7800	0,0000	0,0000	0,0000	14,9800	NO	SLER
12	41,7800	50,8200	0,0000	0,0000	0,0000	34,8800	NO	SLER
13	41,7800	16,8900	0,0000	0,0000	0,0000	9,2800	NO	SLEQP
14	41,7800	22,9100	0,0000	0,0000	0,0000	19,2300	NO	SLEQP

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	151

15	41,7800	16,8900	0,0000	0,0000	0,0000	9,2800	NO	SLEQP
16	41,7800	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	14,62	0,00	(0,00; 35,38)	(100,00; 35,38)
10	13,20	0,00	(0,00; 36,80)	(100,00; 36,80)
11	14,62	0,00	(0,00; 35,38)	(100,00; 35,38)
12	13,20	0,00	(0,00; 36,80)	(100,00; 36,80)
13	17,32	0,00	(0,00; 32,68)	(100,00; 32,68)
14	15,54	0,00	(0,00; 34,46)	(100,00; 34,46)
15	17,32	0,00	(0,00; 32,68)	(100,00; 32,68)
16	15,54	0,00	(0,00; 34,46)	(100,00; 34,46)

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	1,179	0,000	0,000	9,459	-34,321
10	2,074	0,000	0,000	15,088	-70,223
11	1,179	0,000	0,000	9,459	-34,321
12	2,074	0,000	0,000	15,088	-70,223
13	0,686	0,000	0,000	6,255	-15,259
14	0,937	0,000	0,000	7,910	-24,843
15	0,686	0,000	0,000	6,255	-15,259
16	0,937	0,000	0,000	7,910	-24,843

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>2182,5380</u>	0,0000	<u>625,3670</u>	36,74
<u>10128,3280</u>	0,0000	17,0200	170,51
59,4000	0,0000	<u>265,3681</u>	15,59

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
-------	----------	----------	----

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	152

<u>1827,7941</u>	0,0000	<u>578,4938</u>	30,77
<u>10118,9956</u>	0,0000	18,8000	170,35
59,4000	0,0000	<u>265,3682</u>	14,12

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>2182,5380</u>	0,0000	<u>625,3670</u>	36,74
<u>10128,3280</u>	0,0000	17,0200	170,51
59,4000	0,0000	<u>265,3681</u>	15,59

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>289,5327</u>	0,0000	<u>311,9056</u>	4,87
<u>9878,5850</u>	0,0000	63,9900	166,31
59,4000	0,0000	<u>265,3681</u>	4,15

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1044,7206</u>	0,0000	<u>452,9853</u>	23,40
<u>10116,0642</u>	0,0000	19,3600	226,56
44,6500	0,0000	<u>262,3347</u>	13,55

Combinazione n° 6

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>790,5451</u>	0,0000	<u>407,4660</u>	20,32
<u>10112,4397</u>	0,0000	20,0500	259,96
38,9000	0,0000	<u>261,1506</u>	13,02

Combinazione n° 7

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>584,3602</u>	0,0000	<u>369,0997</u>	14,28
<u>10082,0004</u>	0,0000	25,8400	246,44
40,9100	0,0000	<u>261,5646</u>	10,12

Combinazione n° 8

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>463,1017</u>	0,0000	<u>345,9144</u>	10,86
<u>10050,2729</u>	0,0000	31,8500	235,70
42,6400	0,0000	<u>261,9209</u>	8,22

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 [cm ²]
ε	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S _{rm}	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_x	M_y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ε	S_{rm}	w
9	0,0000	106,9638	-162,079	-13,270	1884,19	0,0000	0	0,0000

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	153

10	0,0000	106,9602	-162,074	-13,270	1884,19	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	106,9638	-162,079	-13,270	1884,19	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	106,9602	-162,074	-13,270	1884,19	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	106,9612	-162,075	-13,270	1884,19	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	106,9611	-162,075	-13,270	1884,19	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	106,9612	-162,075	-13,270	1884,19	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	106,9611	-162,075	-13,270	1884,19	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 SP2

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	0,937	14,940	-2,078	3,099	-24,843	7,910	450,000	14
SLER	2,074	18,260	-5,781	3,099	-70,223	15,088	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]
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° 2 - SEZIONE SUP MURO D'ALA SP2

TC	sf	sc	Aeff	Eps	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-162,075	-13,270	184,779	0,0000	0,000	0,000	0,200	13
SLER	-162,079	-13,270	184,779	0,0000	0,000	0,000	0,200	9

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

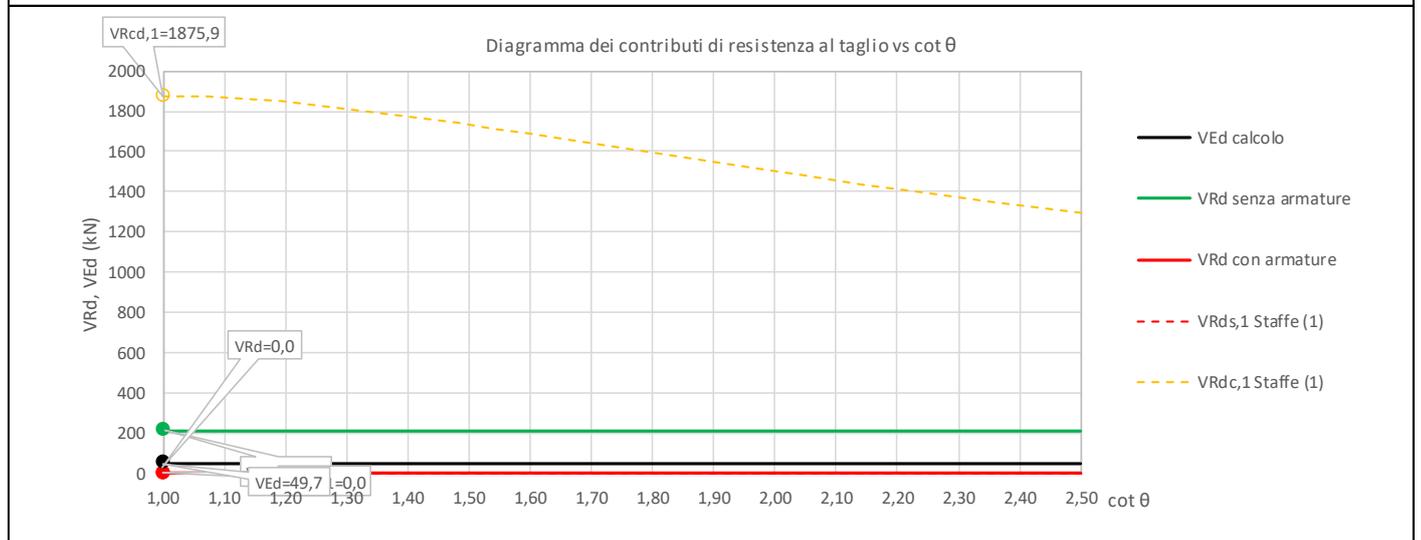
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	154

11.3.1.10 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}	γ_c	
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)		
1,00	0,44	45,00	1,00	-59,4	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	0,13	1,01	210,5	23,6%	VERIFICA OK



MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	155

11.3.2 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.

11.3.2.9 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.

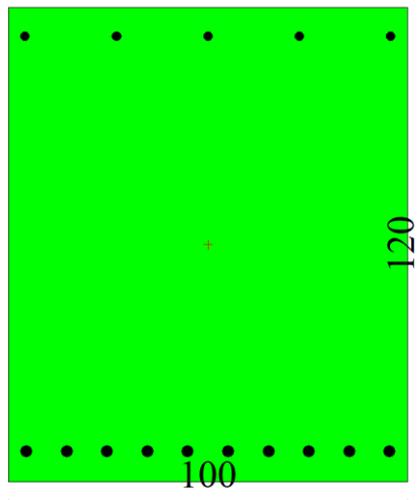


Figura 38 – Sezione trasversale muro d'ala e relativa armatura

Dati

Nome sezione:	SEZIONE BASE MURO D'ALA SP2
Tipo sezione	Rettangolare
Base	100,0 [cm]
Altezza	120,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione	12000,00 [cmq]	
Inerzia in direzione X	10000000,0	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	14400000,0	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$	[cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 60,00$	[cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine
 N° numero d'ordine

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 156

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 [cm²]

N°	X	Y	d	ω
1	4,50	7,70	30	7,07
2	14,61	7,70	30	7,07
3	24,72	7,70	30	7,07
4	34,83	7,70	30	7,07
5	44,94	7,70	30	7,07
6	55,06	7,70	30	7,07
7	65,17	7,70	30	7,07
8	75,28	7,70	30	7,07
9	85,39	7,70	30	7,07
10	95,50	7,70	30	7,07
11	95,80	112,60	24	4,52
12	72,90	112,60	24	4,52
13	50,00	112,60	24	4,52
14	27,10	112,60	24	4,52
15	4,20	112,60	24	4,52

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

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

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	302,4000	1126,3600	0,0000	0,0000	0,0000	381,2300	SI	NO
2	302,4000	1339,9300	0,0000	0,0000	0,0000	463,0600	SI	NO
3	302,4000	1126,3600	0,0000	0,0000	0,0000	381,2300	SI	NO
4	302,4000	1429,4800	0,0000	0,0000	0,0000	472,0100	SI	NO
5	248,3700	453,2500	0,0000	0,0000	0,0000	187,1500	SI	NO
6	195,1800	551,0300	0,0000	0,0000	0,0000	197,1000	SI	NO
7	213,8000	102,3100	0,0000	0,0000	0,0000	65,6400	SI	NO
8	229,7500	1201,8100	0,0000	0,0000	0,0000	422,7700	SI	NO
9	221,7800	752,7400	0,0000	0,0000	0,0000	287,6300	NO	SLER
10	221,7800	951,7400	0,0000	0,0000	0,0000	307,5300	NO	SLER
11	221,7800	752,7400	0,0000	0,0000	0,0000	287,6300	NO	SLER
12	221,7800	961,9800	0,0000	0,0000	0,0000	316,9000	NO	SLER

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	157

13	221,7800	602,3100	0,0000	0,0000	0,0000	239,2300	NO	SLEQP
14	221,7800	701,8100	0,0000	0,0000	0,0000	249,1800	NO	SLEQP
15	221,7800	602,3100	0,0000	0,0000	0,0000	239,2300	NO	SLEQP
16	221,7800	701,8100	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	41,97	0,00	(0,00; 78,03)	(100,00; 78,03)
10	40,97	0,00	(0,00; 79,03)	(100,00; 79,03)
11	41,97	0,00	(0,00; 78,03)	(100,00; 78,03)
12	40,93	0,00	(0,00; 79,07)	(100,00; 79,07)
13	43,19	0,00	(0,00; 76,81)	(100,00; 76,81)
14	42,32	0,00	(0,00; 77,68)	(100,00; 77,68)
15	43,19	0,00	(0,00; 76,81)	(100,00; 76,81)
16	42,32	0,00	(0,00; 77,68)	(100,00; 77,68)

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_{t-max}	Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
σ_{t-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_{t-max}	σ_{t-min}
9	3,687	0,000	0,000	45,552	-92,661
10	4,618	0,000	0,000	56,754	-120,602
11	3,687	0,000	0,000	45,552	-92,661
12	4,666	0,000	0,000	57,330	-122,041
13	2,982	0,000	0,000	37,061	-71,571
14	3,448	0,000	0,000	42,680	-85,517
15	2,982	0,000	0,000	37,061	-71,571
16	3,448	0,000	0,000	42,680	-85,517

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>898,0890</u>	0,0000	<u>3345,1439</u>	2,97
<u>21824,1617</u>	0,0000	1126,3600	72,17
302,4000	0,0000	<u>3063,0970</u>	2,72

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	158

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>738,0903</u>	0,0000	<u>3270,4676</u>	2,44
<u>21339,3902</u>	0,0000	1339,9300	70,57
302,4000	0,0000	<u>3063,0971</u>	2,29

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>898,0890</u>	0,0000	<u>3345,1439</u>	2,97
<u>21824,1617</u>	0,0000	1126,3600	72,17
302,4000	0,0000	<u>3063,0970</u>	2,72

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>686,7480</u>	0,0000	<u>3246,3377</u>	2,27
<u>21134,6285</u>	0,0000	1429,4800	69,89
302,4000	0,0000	<u>3063,0970</u>	2,14

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>2122,2708</u>	0,0000	<u>3872,9285</u>	8,54
<u>23314,6766</u>	0,0000	453,2500	93,87
248,3700	0,0000	<u>3036,9657</u>	6,70

Combinazione n° 6

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1240,5754</u>	0,0000	<u>3502,3786</u>	6,36
<u>23102,0671</u>	0,0000	551,0300	118,36
195,1800	0,0000	<u>3011,1502</u>	5,46

Combinazione n° 7

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>10346,7199</u>	0,0000	<u>4951,2297</u>	48,39
<u>24065,0456</u>	0,0000	102,3100	112,56
213,8000	0,0000	<u>3020,1976</u>	29,52

Combinazione n° 8

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>614,0435</u>	0,0000	<u>3212,0287</u>	2,67
<u>21653,4918</u>	0,0000	1201,8100	94,25
229,7500	0,0000	<u>3027,9389</u>	2,52

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 [cm ²]
ϵ	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
$S_{m,m}$	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**

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	159

N°	M _x	M _y	σ _f	σ _c	A _{eff}	ε	S _{rm}	w
9	0,0000	740,5374	-90,949	-6,728	3020,00	0,0233	190	0,0751
10	0,0000	740,5727	-90,954	-6,728	3020,00	0,0419	190	0,1350
11	0,0000	740,5374	-90,949	-6,728	3020,00	0,0233	190	0,0751
12	0,0000	740,5555	-90,952	-6,728	3020,00	0,0428	190	0,1379
13	0,0000	740,5354	-90,949	-6,728	3020,00	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	740,5329	-90,949	-6,728	3020,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	740,5354	-90,949	-6,728	3020,00	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	740,5329	-90,949	-6,728	3020,00	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 SP2

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	3,448	14,940	-6,328	3,099	-85,517	42,680	450,000	14
SLER	4,666	18,260	-9,014	3,099	-122,041	57,330	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 SP2

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-90,949	-6,728	296,166	0,0000	0,000	0,000	0,200	13
SLER	-90,952	-6,728	296,166	0,0428	189,509	0,138	0,200	12

**VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2**

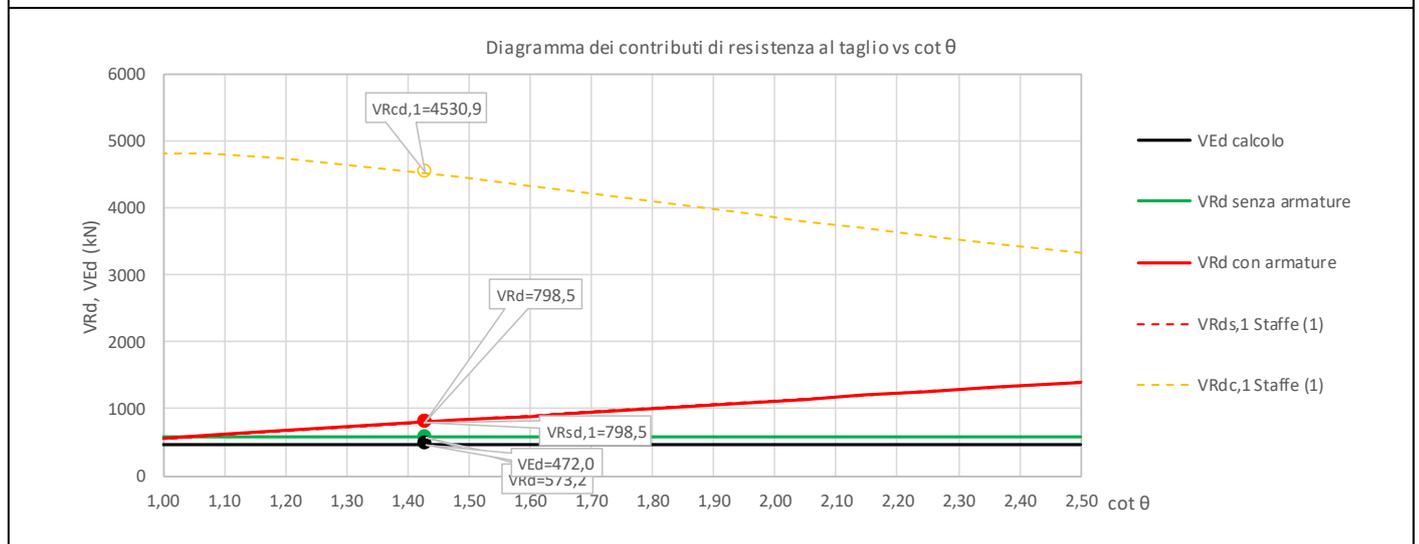
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	160

11.3.2.10 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	-302,4	472,0	1429,5	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	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	0,27	1,01	573,2	82,3%	VERIFICA OK



MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 161

12. VERIFICHE LOCALI

12.1 DEFORMABILITA' 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 $\gamma_{oi}=1,0$ 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.”

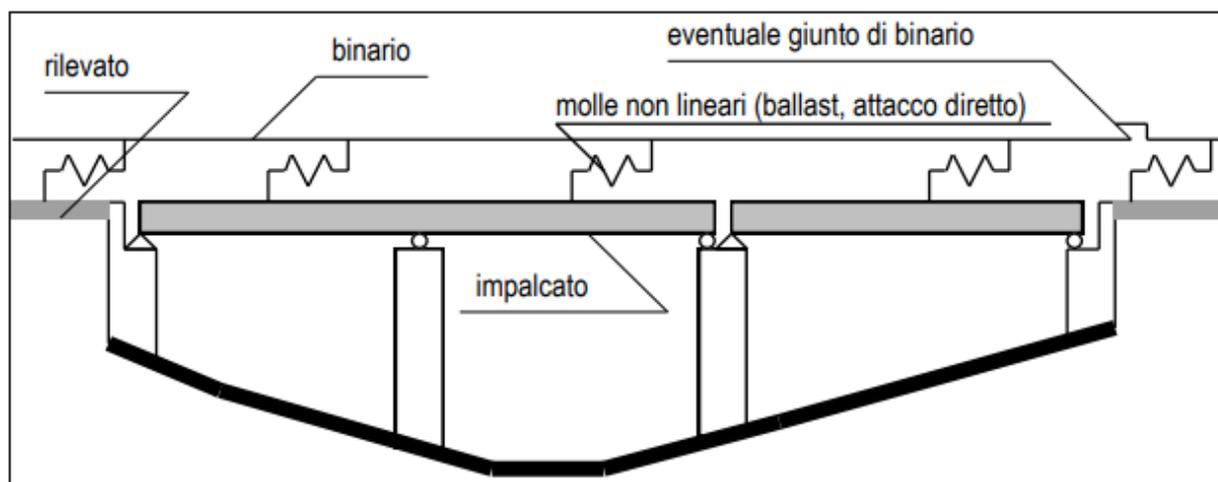


Fig. 2.5.1.4.5.3-1 - Schema di modello strutturale per valutare l'interazione.

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:

VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	162

- 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.”

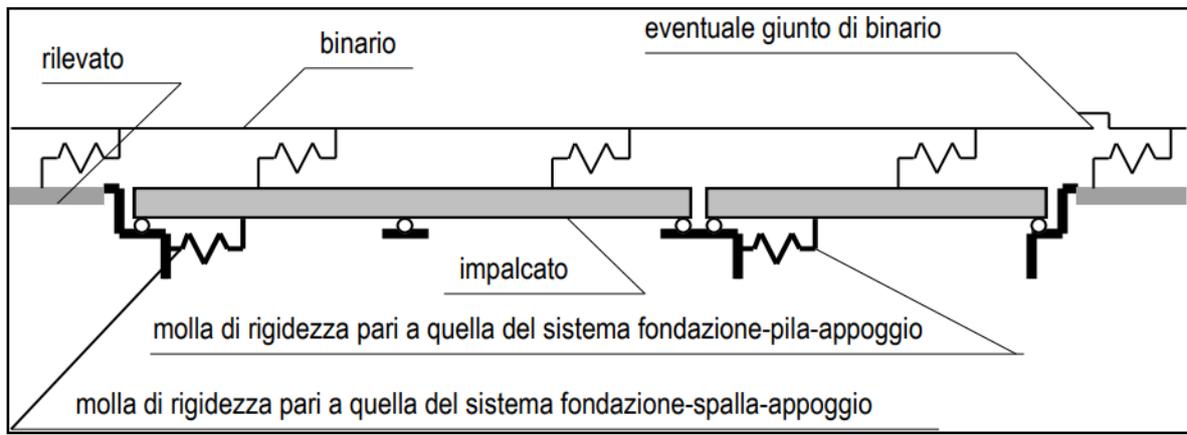


Fig. 2.5.1.4.5.3-3 - Schema di modello strutturale semplificato per valutare l'interazione.

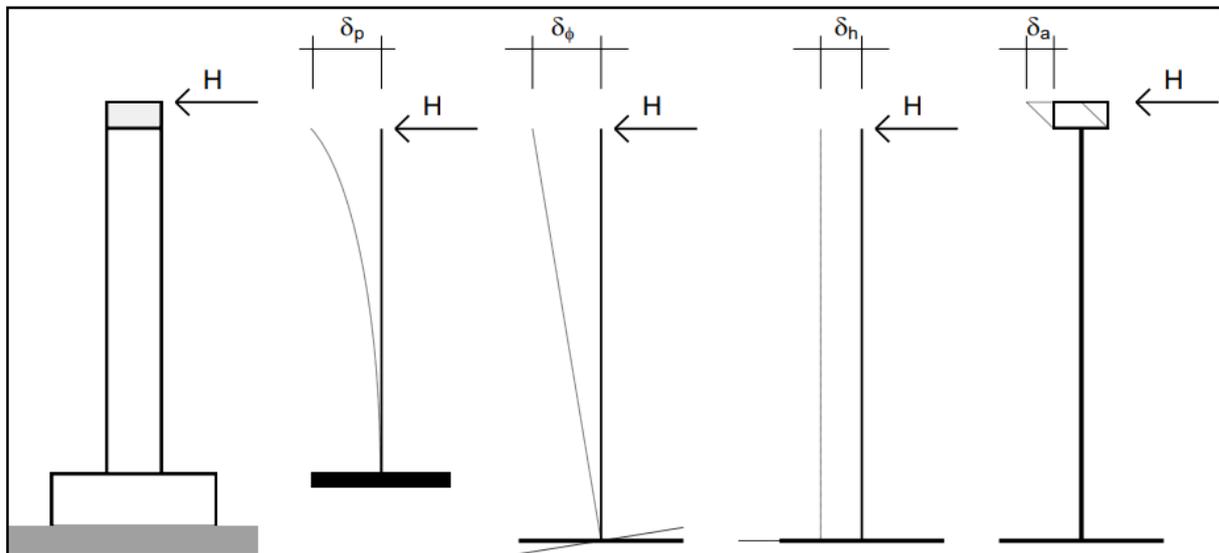


Fig. 2.5.1.4.5.3-4 - Individuazione dei contributi alla deformabilità complessiva del sistema fondazione-pila-appoggio

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  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002

NOME: IMPALCATO L=22 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA				Rev. 00
L calcolo (m)	21,10	Lunghezza tra appoggi	Distanza PF/appoggi (m)		2,10	
L (m)	22,00	Lunghezza di binario carico				
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2				
α (-)	1,10	α (-)	1,00			
$Q_{3,f}$ (kN)	484,0	$Q_{3,f}$ (kN)	770,0	Forza frenatura caratt. longitudinale		
$V_{3,f}$ (kNm)	48,2	$V_{3,f}$ (kNm)	76,6	Forza frenatura caratt. verticale		
$Q_{3,a}$ (kN)	798,6	$Q_{3,a}$ (kN)	726,0	Forza avviamento caratt. longitudinale		
$V_{3,a}$ (kNm)	79,5	$V_{3,a}$ (kNm)	72,3	Forza avviamento caratt. verticale		
VERIFICHE SICUREZZA BINARIO (§2.5.1.4.5.3 MdP)						
$Q_{3,f}$ (kN)	770,0	Massima azione frenatura per LM71 o SW/0 o SW/2				
$Q_{3,a}$ (kN)	798,6	Massima azione avviamento per LM71 o SW/0 o SW/2				
H (kN)	1568,6	Massima azione applicata all'appoggio				
I_L (m ⁴)	11,98	Inerzia longitudinale elevazione				
E (MPa)	33346	Modulo elastico elevazione				
H_{elev} (m)	6,00	Altezza elevazione				
K (kN/m)	5547941	$K=(3 \cdot E \cdot I_L) / H_{elev}^3$				
δ_p (mm)	0,3	Spostamento deformabilità elastica elevazione	(da calcolo fondazioni)			
δ_φ (mm)	0,0	Spostamento deformabilità rotazione fondazione	φ (rad)	0,00001		
δ_h (mm)	1,0	Spostamento deformabilità traslazionefondazione	s_h (mm)	1,0		
δ_a (mm)	1,0	Spostamento deformabilità appoggi				
$\Sigma \delta_i$ (mm)	2,3	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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 09 04			PROGR 002	REV B	FOGLIO 164

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

Si considera l'azione $N_{Ed}=950$ kN, un'armatura al corrente teso verticale di $1\text{Ø}20/10$ e un'armatura distribuita interna di staffe/ganci $1\text{Ø}16/10/20$ ad assorbire le trazioni orizzontali all'interno del ritegno. A favore di sicurezza, si considera un effetto di confinamento delle armature trasversali nullo.

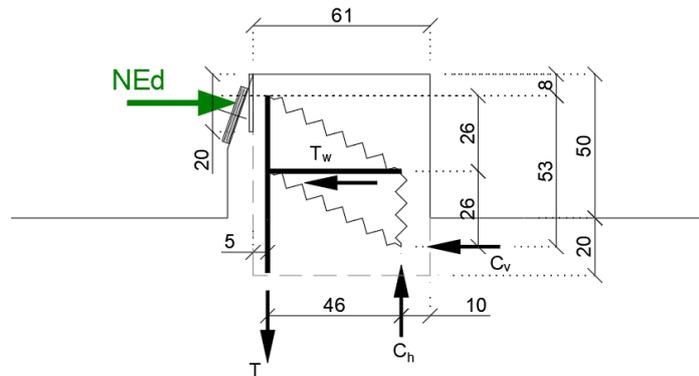
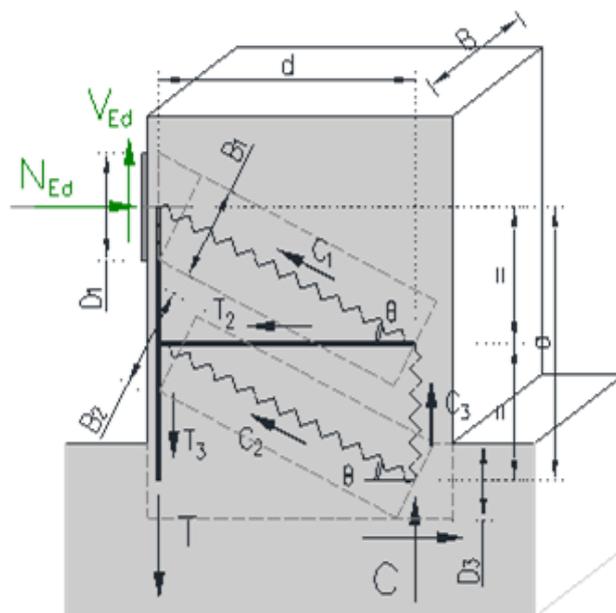


Figura 41 – Schema delle verifiche locali del ritegno trasversale

VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	165

NOME: RITEGNI TRASV. L=22m		VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09	
GEOMETRIA		MATERIALI				AZIONI	
D ₁ (m)	0,20	B (m)	0,60	f _{yd} (MPa)	391,3	N _{Ed} (kN)	950,0
D ₃ (m)	0,20	θ (rad)	0,523 (29,9°)	f _{ck} (MPa)	33,20	V _{Ed} (kN)	0,0
a (m)	0,53			α _{cc}	0,85		
d (m)	0,46			v	0,87		
VERIFICA ARMATURA							
- Tiranti tesi							
T=T ₃ (kN)	549,1						
A _s (mm ²)	1884 (1x1Ø20/10)	σ _{Ed} /f _{yd}	74,5%	VERIFICA OK			
σ _s (MPa)	291,45						
T _w =T ₂ (kN)	950,0						
A _{sw} (mm ²)	3195 (1Ø16/10/20)	σ _{Ed} /f _{yd}	76,0%	VERIFICA OK			
σ _{sw} (MPa)	297,32						
VERIFICA CALCESTRUZZO							
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)							
A _{sh} (mm ²)	0 (-)	f _{ck,c} (MPa)	33,2				
σ ₁ (MPa)	0,00	f _{cd,c} (MPa)	18,8				
α	1,00	σ _{Rd,max} (MPa)	16,31				
σ ₂ (MPa)	0,00						
- Puntoni compressi							
C ₁ (kN)	1096,4	σ _{Ed} /σ _{Rd,max}	64,6%	VERIFICA OK			
σ _{c1} (MPa)	10,54						
C=C ₂ (kN)	1096,4						
B ₂ (m)	0,40	σ _{Ed} /σ _{Rd,max}	28,0%	VERIFICA OK			
σ _{c2} (MPa)	4,56						



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  <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	166

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)
SPALLA SP2	100	80	100	100

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	167

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 da $L=22m$ sono state valutate considerando lo spettro elastico longitudinale o trasversale.

Massa efficace longitudinale (kg)	1407926	(Intera campata)
Massa efficace trasversale (kg)	733633	(Mezza campata)
Massa efficace verticale (kg)	733633	(Mezza campata)
Forza sismica longitudinale (kN)	3641	
Forza sismica trasversale (kN)	1897	
Forza sismica verticale (kN)	949	
Spettro elastico longitudinale $Se(T)$ (g)	0.2636	(vedi calcolo spalle)
Spettro elastico trasversale $Se(T)$ (g)	0.2636	
Spettro elastico verticale $Sve(T)$ (g)	0.1318	

APPOGGI	Appoggio (F)			Appoggio (UL)			Appoggio (M)		
	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.
SLU PERM									
Max (kN)	±50	±0	+500	±0	±0	+400	±0	±0	+1300
Min (kN)	±50	±0	+500	±0	±0	+400	±0	±0	+1300
SLU									
Max (kN)	±700	±250	+1150	±0	±250	+1300	±0	±0	+1600
Min (kN)	-±350	±0	+150	±0	±0	+300	±0	±0	+800
SLV									
Max (kN)	±550	±250	+400	±0	±250	+350	±0	±0	+1000
Min (kN)	-±400	-±250	+250	±0	-±250	+250	±0	±0	+750
TOTALE (kN)	±700	±250	±1150	±0	±250	±1300	±0	±0	±1600
Spost. Max (mm)	-	-	-	±100	-	-	±100	±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

E_2 spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica

E_3 spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni non collegate

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI09 - da km 18+630,51 a km18+652,51: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	09	04	002	B	168

- 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 S2		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)	9,9	+	E_2 (mm)	69,5	+	E_3 (mm)	154,5	=	E_L (mm)	105,2
E_T (mm)	±5,0		d_{Ed} (mm)	±31,6		d_{eg} (mm)	±77,2		k_1	0,45
			k_2	0,55		a_g SLV (g)	0,224		↓	
L (mm)	22000		μ_d	1,00		S	1,177		Zona sismica	ag<0.25g
α (1/°Cm)	1,00E-05		q	1,00		T_B (s)	0,159		E_0 (mm)	123,6
ΔT (°C)	±22,5		T_1 (s)	0,000		T_C (s)	0,477		↓	
						T_D (s)	2,498		E_L (mm) >	E_0 (mm)
						F_0	2,482		>	E_1 (mm)
Spostamento sismico a livello giunti:			d_{Ee} (mm)	31,6 (da calcoli)					>	E_2 (mm)
									>	E_3 (mm)
CORSA APPOGGI MOBILI (§2.5.2.1.5.2)		± ($E_L/2 + \text{Min}(E_L/8; 15 \text{ mm})$)		±92 mm					↓	
ESCURSIONI GIUNTI (§2.5.2.1.5.3)		± ($E_L/2 + 10 \text{ mm}$)		±87 mm					↓	
	OK	Escursione giunti progetto		±100 mm			←	E_L (mm)	154,5	
AMPIEZZA VARCHI (§2.5.2.1.5.4)		V ≥ ($E_L/2 + 20 \text{ mm}$)		±97 mm						
	OK	Varco impalcati progetto		±130 mm						