

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

VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69

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 8 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	
								n. Elab.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>1</b>

## INDICE

<b>1.. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.. DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Descrizione della spalla in esame .....	6
<b>3.. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>8</b>
3.1 Normativa di riferimento .....	8
3.2 Normativa tecnica nazionale .....	8
3.3 Manuali ITF .....	9
3.4 Bibliografia e altri riferimenti .....	9
<b>4.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>10</b>
4.1 Calcestruzzo .....	10
4.2 Acciaio .....	11
4.3 Durabilità .....	12
<b>5.. APPROCCIO DI CALCOLO.....</b>	<b>17</b>
5.1 Caratteristiche delle opere.....	17
5.2 Criteri generali di verifica .....	17
5.3 Software di calcolo .....	24
5.4 Validazione programmi di calcolo .....	26
<b>6.. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>27</b>
6.1 Categoria di sottosuolo.....	27
6.2 Capacità portante dei pali e stratigrafia di progetto.....	27
<b>7.. ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>28</b>
7.1 Azioni permanenti strutturali ( $G_1$ ).....	28
7.2 Azioni permanenti non strutturali ( $G_2$ ).....	28
7.3 Ritiro del calcestruzzo ( $\epsilon_2$ ) .....	31
7.4 Spinta del terreno ( $G_3$ ).....	32
7.5 Azioni variabili verticali ( $Q$ ) .....	35
7.6 Azioni Eccezionali ( $A$ ).....	42
7.7 Azioni variabili orizzontali ( $Q$ ) .....	47
7.8 Azione del vento ( $Q_6$ ) .....	52
7.9 Azione sismica ( $e$ ).....	57
7.10 Variazioni termiche ( $Q_7$ ) .....	71
7.11 Attrito ( $Q_8$ ) .....	71
7.12 Scarichi agli appoggi .....	72

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>2</b>

<b>8.. COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>74</b>
8.1 Combinazioni di carico adottate.....	75
<b>9.. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....</b>	<b>77</b>
9.1 Elementi in cemento armato.....	77
<b>10. MODELLO DI CALCOLO .....</b>	<b>83</b>
<b>11. ANALISI SPALLA MOBILE S2.....</b>	<b>84</b>
11.1 Azione impalcati .....	84
11.2 Sollecitazioni elevazione .....	96
11.3 Sollecitazioni in fondazione .....	103
11.4 Sollecitazioni muro paraghiaia.....	111
11.5 Sollecitazioni muro d'ala.....	115
11.6 Verifiche Muro Frontale .....	123
11.7 Verifiche plinto fondazione .....	135
11.8 Verifiche Muro Paraghiaia .....	145
11.9 Verifiche muro d'ala.....	151
<b>12. VERIFICHE LOCALI.....</b>	<b>165</b>
12.1 Deformabilita' spalla .....	165
12.2 Ritegni.....	168
<b>13. RIEPILOGO INCIDENZE C.A. ....</b>	<b>170</b>
<b>14. APPOGGI E GIUNTI.....</b>	<b>171</b>
14.1 Appoggi.....	171
14.2 Escursione dei giunti .....	171

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>3</b>

## 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.

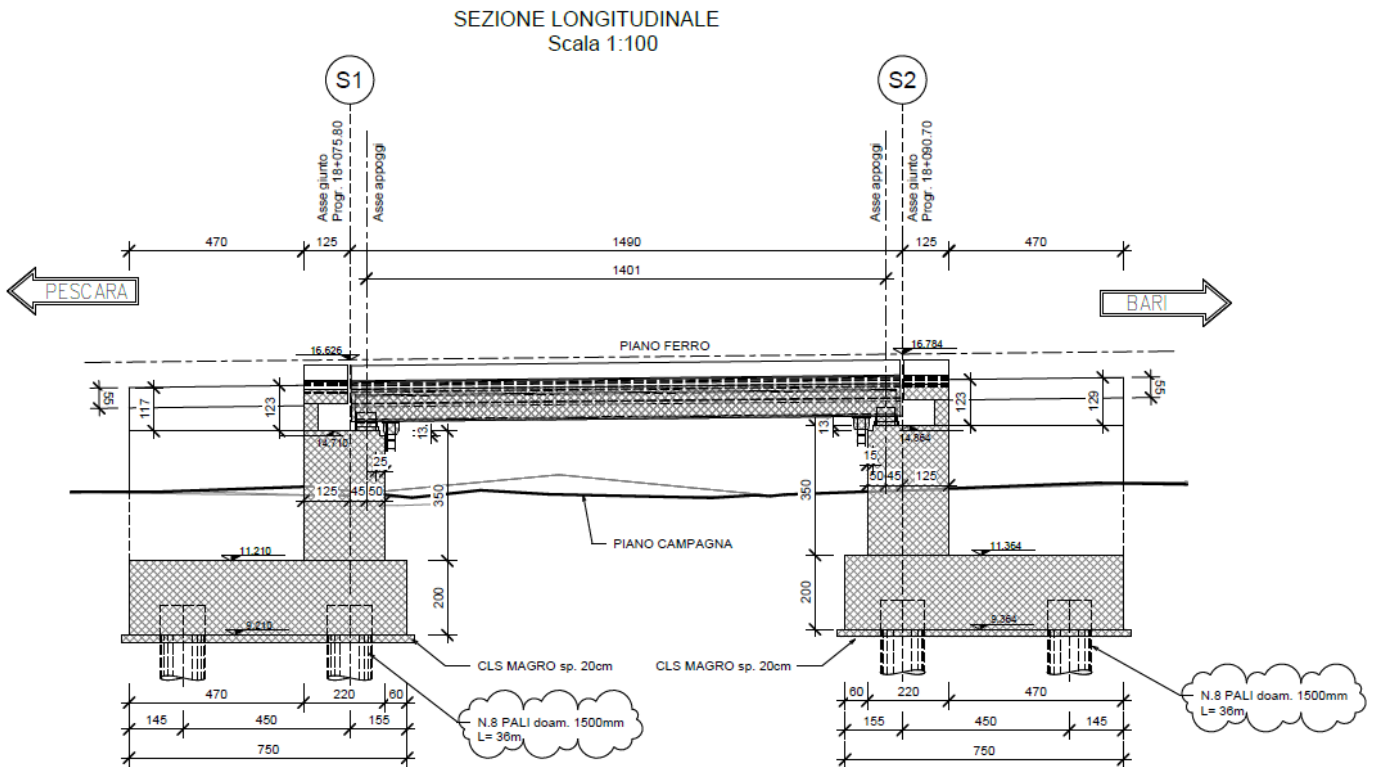
**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>4</b>

## 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 14.90 m del viadotto ferroviario denominato VI08, previsto tra le progressive chilometriche 18+075,79 a 18+090,69.

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



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.

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>5</b>

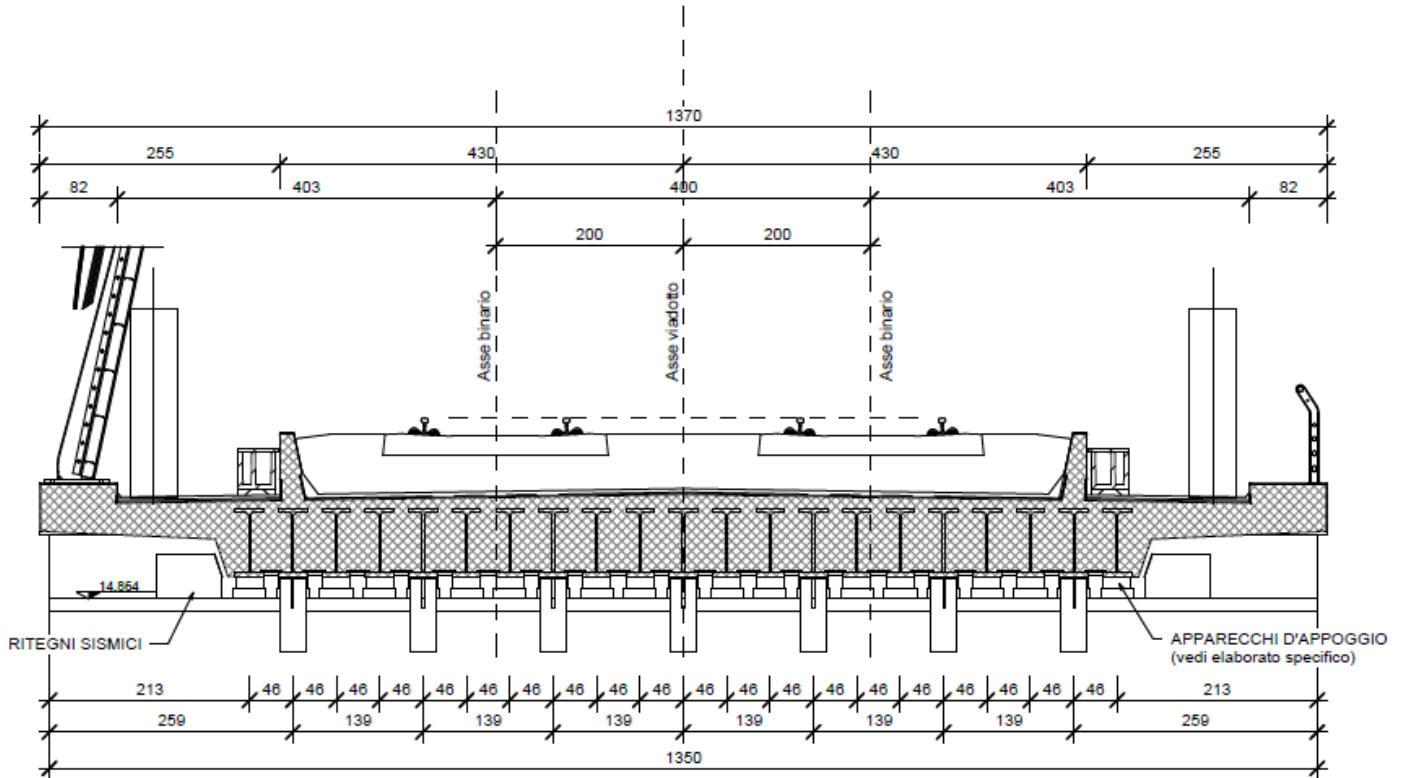


Figura 2 – Sezione trasversale impalcato

WBS	SPALLE	H <sub>calcolo</sub>	IMPALCATI							SISMA		FONDAZIONE				
			R <sub>min</sub>	Lato sx	L	App.	Lato dx	L	App.	Zona Sismica	Cat. Sotto suolo	D <sub>pali</sub>	n <sub>pali</sub>	Stratig.	Liquefaz.	Scalzam.
			[m]		[m]			[m]				[m]	[m]			[m]
VI08	S01	3.50	∞	-	-	-	Travi inc.	14.90	Fisso	S3	B	1.5	8	1	NO	-
	S02	3.50	∞	Travi inc.	14.90	Mobile	-	-	-	S3	B	1.5	8	1	NO	-

Tabella 1 – Sintesi delle spalle VI08

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

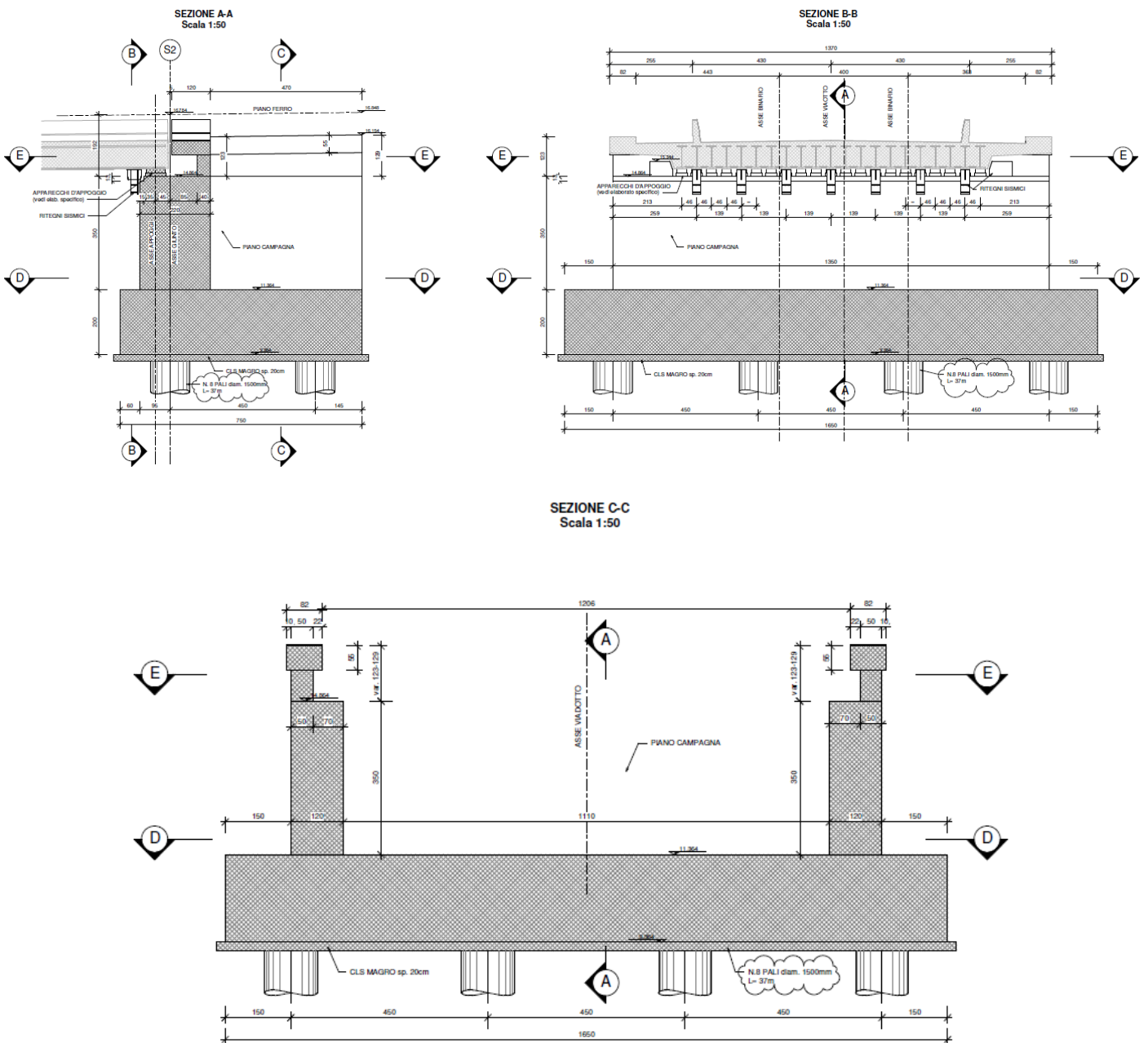
**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>6</b>

**2.1 DESCRIZIONE DELLA SPALLA IN ESAME**

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

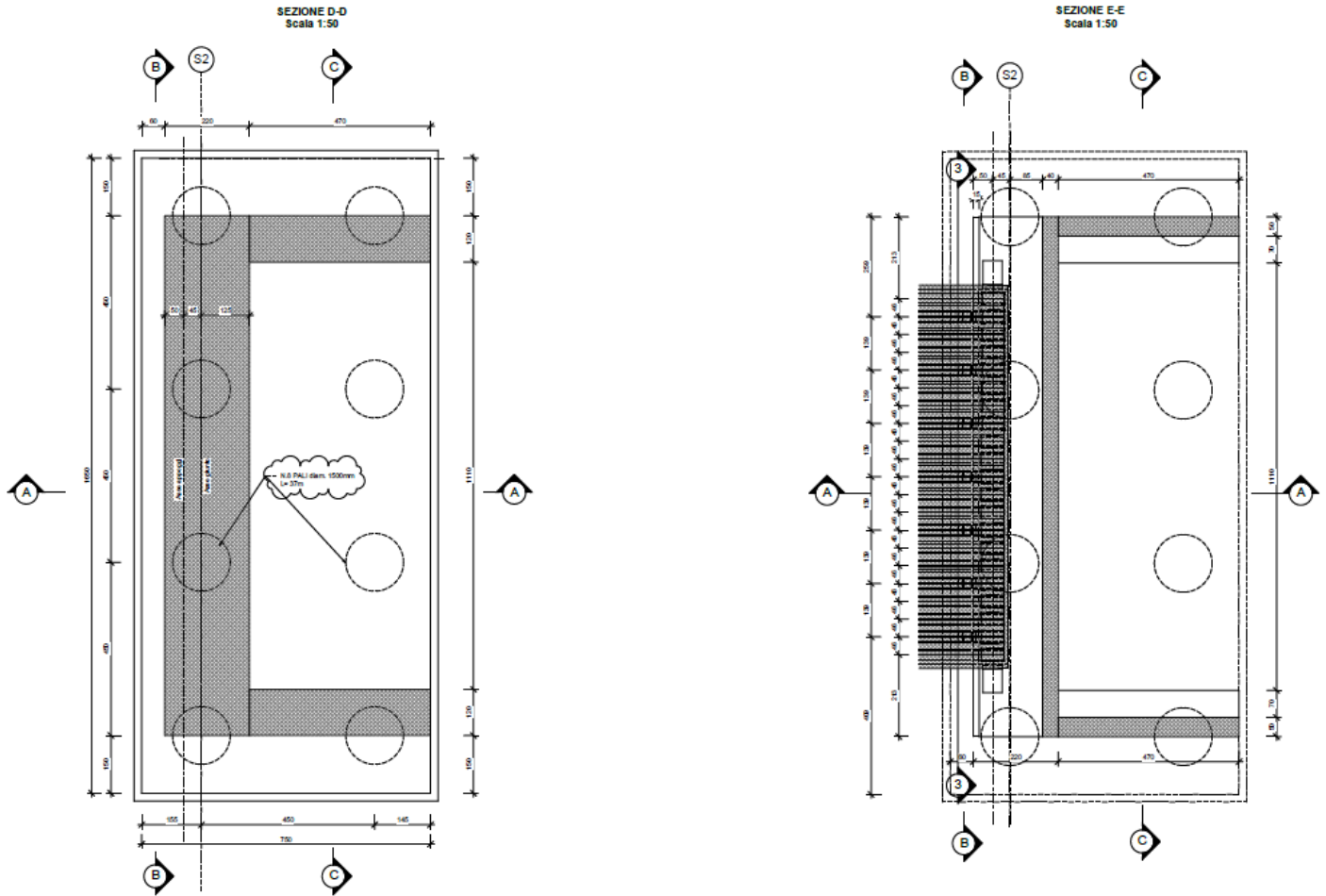
Di seguito si riportano alcune immagini esplicative delle sottostrutture in esame. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.



*Figura 3 – Sezioni in direzione longitudinale e trasversale*

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>7</b>



*Figura 4 – Vista in pianta*



MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>8</b>

### 3. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

#### 3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

##### 3.1.1 Specifiche tecniche interoperabilità ferroviarie

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

##### 3.1.2 Materiali

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

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

##### 3.1.3 Costruzioni in c.a. e acciaio

*Eurocodice 1 - “Azioni sulle strutture”*

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

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

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

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

*Eurocodice 2 - “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”*

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

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

*Eurocodice 3 - “Progettazione delle strutture in acciaio”*

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

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

#### 3.2 NORMATIVA TECNICA NAZIONALE

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

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

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

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>9</b>

[15] Circolare LL.PP. n°617 02/02/2009 - "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

### 3.3 MANUALI ITF

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

### 3.4 BIBLIOGRAFIA E ALTRI RIFERIMENTI

- [23] Lancellotta R. [1991] " Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.
- [24] Migliacci – F. Mola – “Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.” - Masson Italia Editori 1985
- [25] C. Cestelli Guidi - “Geotecnica e tecnica delle fondazioni” - Ulrico Hoepli Editore 1987
- [26] R. Lancellotta – “Geotecnica” - Edizioni Zanichelli 1987
- [27] Bowles J.E.: “Foundations Analysis and Design” 4th edition - McGraw-Hill – New York, 1988
- [28] Bustamante M., Gianceselli L. [1982] - "Pile bearing capacity prediction by means of static penetrometer CPT" -.Pr. of the 2th European symposium on penetration testing, Amsterdam.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>10</b>

## 4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 CALCESTRUZZO

#### 4.1.1 Calcestruzzo per magrone sottofondi

Classe minima	C12/15
Classe di esposizione ambientale	XC0

#### 4.1.2 Calcestruzzo pali e plinti di fondazione

Classe minima	C25/30
Classe di esposizione ambientale	XC2
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	$R_{ck} \geq 30$ MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} * 0.83 = 24.90$ 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
<u>Stato limite ultimo</u>	
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_C = 1.5$
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{CC} = 0.85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{CC} * f_{ck} / \gamma_C = 14.11$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1.19$ MPa
Valore ultimo della deformazione a compressione	$\epsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$
<u>Stato limite di esercizio</u>	
Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.55 * f_{ck} = 13.70$ MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.	$\sigma_c = 0.40 * f_{ck} = 9.96$ MPa

#### 4.1.3 Calcestruzzo parti in elevazione pile, spalle e solettoni

Classe minima	C32/40
Classe di esposizione ambientale	XC4 – XS1
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	$R_{ck} \geq 40$ MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} * 0.83 = 33.20$ 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
<u>Stato limite ultimo</u>	
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_C = 1.5$
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{CC} = 0.85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{CC} * f_{ck} / \gamma_C = 18.81$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1.45$ MPa
Valore ultimo della deformazione a compressione	$\epsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$
<u>Stato limite di esercizio</u>	

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>11</b>

Tensione max di compressione – Comb. Rara

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

Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.

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

#### 4.1.4 Calcestruzzo per baggioli e ritegni

Classe minima

C32/40

Classe di esposizione ambientale

XC4 – XS1

Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg

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

Resistenza caratteristica a compressione cilindrica

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

Resistenza media a compressione cilindrica

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

Modulo elastico

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

Valore medio di resistenza a trazione semplice

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

Resistenza di calcolo a trazione semplice

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

##### Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza

$$\gamma_C = 1.5$$

Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata

$$\alpha_{CC} = 0.85$$

Resistenza di calcolo a compressione

$$f_{cd} = \alpha_{CC} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 18.81 \text{ MPa}$$

Resistenza di calcolo a trazione semplice

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

Valore ultimo della deformazione a compressione

$$\varepsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$$

##### Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara

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

Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.

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

## 4.2 ACCIAIO

### 4.2.1 Acciaio d'armatura in barre per calcestruzzo armato

Tensione caratteristica di rottura a trazione

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

Tensione caratteristica di snervamento a trazione

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

Modulo elastico

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

##### Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza

$$\gamma_S = 1.15$$

Resistenza di calcolo

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

Valore ultimo della deformazione a trazione

$$\varepsilon_{cu} = 10 \text{ ‰}$$

##### Stato limite di esercizio

Tensione max di trazione

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

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>12</b>

### 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  $\Delta c_{dev}$ .

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

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

prospetto 5 Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo																			
UNI 11104:2016		Classi di esposizione																	
		Nessun rischio di corrosione dell'armatura				Corrosione delle armature indotte dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotte da cloruri						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 <sup>3</sup> )	-	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)			

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 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>

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

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>14</b>

NOME: <b>ELEVAZIONI</b>		REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)			Rev. 00.1	
<b>CLASSE DI ESPOSIZIONE</b>						
Corrosione da carbonatazione	<b>XC4</b>	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	<b>XS1</b>	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	
<b>COPRIFERRO NOMINALE</b>						
$C_{min} = \max(C_{min,b}; C_{min,dur} + \Delta C_{dur,\gamma} - \Delta C_{dur,st} - \Delta C_{dur,add}; 10 \text{ mm})$				(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 $\Delta C_{dev}$ (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)					$\Delta C_{dev}$ (mm)	<b>10</b>
- 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	<b>Ordinario</b>					
$\varnothing$ (mm)	<b>26</b>	diametro barra $\varnothing$ (isolata) o equivalente $\varnothing_n$ (raggruppate, vedi §8.9)				
$D_{upper}$ (mm)	<b>25</b>	dimensione max aggregato				
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)					$C_{min,dur}$ (mm)	40
Ambiente Aggressivo						
Vita nominale	<b>75</b>	valori tabella +5 mm	C	<b>C32/40</b>	Classe di resistenza utilizzata	
Controllo qualità speciale cls	<b>NO</b>	valori tabella	$C_0$	C40/50		
Elemento a piastra	<b>NO</b>		$C_{min}$	C30/37		
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive		Gruppo di esigenza B		Copriferro nominale $C_{nom}$ (mm)	50

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>15</b>

<b>NOME: BAGGIOLI E RITEGNI</b>		<b>REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)</b>						<b>Rev. 00.1</b>	
<b>CLASSE DI ESPOSIZIONE</b>									
Corrosione da carbonatazione		<b>XC4</b>	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		<b>XS1</b>	Ambiente di aria che trasporta salsedine marina in assenza di contatto con l'acqua di mare. Cls di strutture in zone costiere.						
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)									
			XC4		XS1	Mix design di progetto:			
Rapporto max A/C			0,50		0,50	XC4+XS1			
Classe di resistenza minima			C32/40		C32/40	0,5			
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)			340		340	C32/40			
Contenuto minimo di aria (%)			-		-	340			
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)			-		-	-			
Cemento resistente ai solfati			-		-	-			
Cemento resistente all'acqua di mare			-		SI	SI			
<b>COPRIFERRO NOMINALE</b>									
$C_{min} = \max(C_{min,b}; C_{min,dur} + \Delta C_{dur,y} - \Delta C_{dur,st} - \Delta C_{dur,add}; 10 \text{ mm})$			(Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1)						
$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$			(Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)						
- Margine di scostamento $\Delta C_{dev}$ (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)							$\Delta C_{dev}$ (mm)	<b>10</b>	
- 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)	<b>26</b>	
Tipo di acciaio		<b>Ordinario</b>							
$\varnothing$ (mm)		<b>26</b>	diametro barra $\varnothing$ (isolata) o equivalente $\varnothing_n$ (raggruppate, vedi §8.9)						
$D_{upper}$ (mm)		<b>25</b>	dimensione max aggregato						
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)							$C_{min,dur}$ (mm)	<b>30</b>	
Ambiente Aggressivo									
Vita nominale		<b>75</b>	valori tabella +5 mm		C	<b>C32/40</b>	Classe di resistenza utilizzata		
Controllo qualità speciale cls		<b>SI</b>	valori tabella -5 mm		$C_0$	<b>C40/50</b>			
Elemento a piastra		<b>SI</b>			$C_{min}$	<b>C30/37</b>			
NTC 2008		Condizioni ambientali Aggressive		Gruppo di esigenza B		Copriferro nominale $C_{nom}$ (mm)		<b>40</b>	



**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69: Relazione di calcolo Spalla S2</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	16

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>17</b>

## 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
$\psi_0, \psi_1, \psi_2$	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 <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>18</b>

## 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  $\gamma_F$  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 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>19</b>

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

Coefficiente			EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(5)</sup>	1,00 <sup>(6)</sup>	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	$\gamma_{Ce}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

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

<sup>(2)</sup> 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.

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

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

<sup>(5)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(6)</sup> 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  $\Psi$  delle azioni

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$gr_2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	$gr_3$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$gr_4$	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	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

<sup>(1)</sup> 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.

<sup>(2)</sup> Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  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 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>20</b>

## 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 ( $\gamma_F$ ), la resistenza dei materiali ( $\gamma_M$ ) e eventualmente la resistenza globale del sistema ( $\gamma_R$ ).

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 ( $\gamma_F$ ), per la resistenza dei materiali ( $\gamma_M$ ) e eventualmente per la resistenza globale ( $\gamma_R$ ).

In tale approccio nelle rispettive tabelle di combinazione si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  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  $\gamma_F$  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 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>21</b>

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

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

<sup>(1)</sup> 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  $\gamma_{G1}$

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 $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_\varphi$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	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 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>22</b>

- *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 <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>23</b>

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 <sup>(*)</sup>
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT <sup>(**)</sup>			DUT <sup>(**)</sup>		

<sup>(\*)</sup> Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

<sup>(\*\*)</sup> 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 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>24</b>

### 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 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>25</b>

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 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>26</b>

## 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 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>27</b>

## 6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Dalle indagini sismiche (S23; M11) 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 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>28</b>

## 7. ANALISI DEI CARICHI

### 7.1 AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI (G<sub>1</sub>)

Nome	$\gamma_G$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
PP (cat. G <sub>1</sub> )	1.00 / 1.30	-	-	-
PP (ponti stradali)	1.00 / 1.35	-	-	-

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

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

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

Per il peso proprio delle travi è stato considerato pari a 3.01 kN/m.

Per il peso proprio della soletta, si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 15 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=15 m, di cui in seguito si riporta un riepilogo degli scarichi, in kN, e le reazioni, in kN/m, totali sui singoli appoggi.

Nome	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>16</sub>	R <sub>17</sub>	R <sub>18</sub>	R <sub>19</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>21</sub>	
PP travi	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01
Nome	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>16</sub>	R <sub>17</sub>	R <sub>18</sub>	R <sub>19</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>21</sub>	
PP soletta	39,19	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33	39,19

Azioni totali	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>16</sub>	R <sub>17</sub>	R <sub>18</sub>	R <sub>19</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>21</sub>	
PP(cat.G <sub>1</sub> )	306	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	306

### 7.2 AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G<sub>2</sub>)

Nome	$\gamma_G$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 dal modello locale usato per l'analisi della soletta, riportate sulla relazione di calcolo dell'impalcato in travi in acciaio incorporate di luce L=15 m.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>																
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO						
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>29</b>						

Si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 15 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=15 m, di cui in seguito si riporta un riepilogo degli scarichi e le reazioni totali sui singoli appoggi.

### 7.2.1 Ballast (G<sub>2,1</sub>)

Nome	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>16</sub>	R <sub>17</sub>	R <sub>18</sub>	R <sub>19</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>21</sub>
Ballast	-0,29	2,19	8,12	8,02	7,82	6,89	6,64	7,33	7,22	7,55	8,21	7,55	7,22	7,33	6,64	6,89	7,82	8,02	8,12	2,19	-0,29

Nome	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>16</sub>	R <sub>17</sub>	R <sub>18</sub>	R <sub>19</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>21</sub>
PP(cat.G <sub>2,1</sub> )	18	40	47	49	54	35	51	52	51	52	52	52	52	52	51	35	54	49	47	40	18

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/m<sup>3</sup>.

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 Veelette (G<sub>2,2</sub>)

Nome	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>16</sub>	R <sub>17</sub>	R <sub>18</sub>	R <sub>19</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>21</sub>
Veelette	52,06	-55,12	11,95	-3,04	0,84	-0,26	0,08	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,08	-0,26	0,84	-3,04	11,95	-55,12	52,06

Nome	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>16</sub>	R <sub>17</sub>	R <sub>18</sub>	R <sub>19</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>21</sub>
PP(cat.G <sub>2,2</sub> )	18	40	47	49	54	35	51	52	51	52	52	52	52	52	51	35	54	49	47	40	18

### 7.2.3 Arredi (G<sub>2,3</sub>)

Nome	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>16</sub>	R <sub>17</sub>	R <sub>18</sub>	R <sub>19</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>21</sub>
Ballast	47,51	-38,32	9,14	-2,31	0,64	-0,20	0,06	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,04	-0,16	0,64	-2,31	9,14	-38,32	47,51

Nome	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>16</sub>	R <sub>17</sub>	R <sub>18</sub>	R <sub>19</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>21</sub>
PP(cat.G <sub>2,3</sub> )	1	40	47	49	54	35	51	52	51	52	52	52	52	52	51	35	54	49	47	40	18

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:**

**Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>30</b>

### 7.2.4 Barriere antirumore (G<sub>2,4</sub>)

Nome	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>16</sub>	R <sub>17</sub>	R <sub>18</sub>	R <sub>19</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>21</sub>
Barriere	107,22	105,52	22,87	-5,81	1,61	-0,49	0,14	-0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,04	0,14	-0,49	1,61	-5,81	22,87	105,52	107,22

Nome	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>16</sub>	R <sub>17</sub>	R <sub>18</sub>	R <sub>19</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>21</sub>
PP(cat.G <sub>2,4</sub> )	179	-40	4	-7	-14	41	-7	-6	-3	-2	-2	-2	-3	-6	-7	41	-14	-7	4	-40	179

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	31

### 7.3 RITIRO DEL CALCESTRUZZO (E<sub>2</sub>)

Nome	Tipo	$\gamma_{E2}$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>32</b>


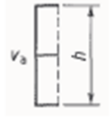


## 7.4 SPINTA DEL TERRENO (G<sub>3</sub>)

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 <sub>G1</sub> (Fav / Sfav)	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
TERRENO, FALDA	Permanente	EQU 0.90 / 1.10 (A1) 1.00 / 1.30 (A2) 1.00 / 1.00	-	-	-

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

Table C.1 — Ratios  $v_s/h$

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

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

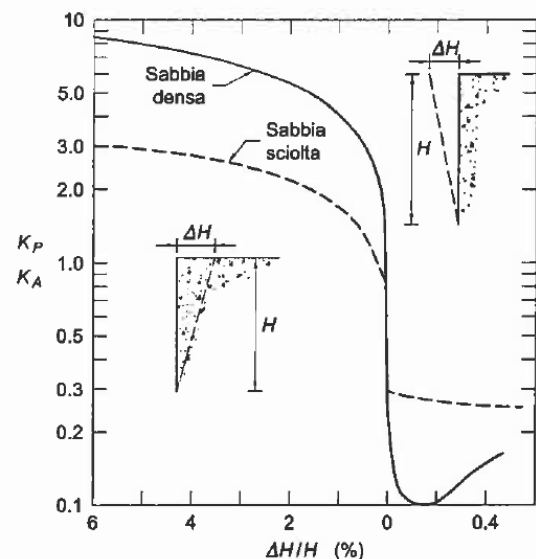


Figura 5 - Spostamenti relativi muro-terreno necessari per il raggiungimento di un regime di spinta attiva secondo EC7 Annex C e Lancellotta (1999)

### 7.4.1 Spinta a riposo

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

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

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>33</b>

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

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 ( $\beta$ ) 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

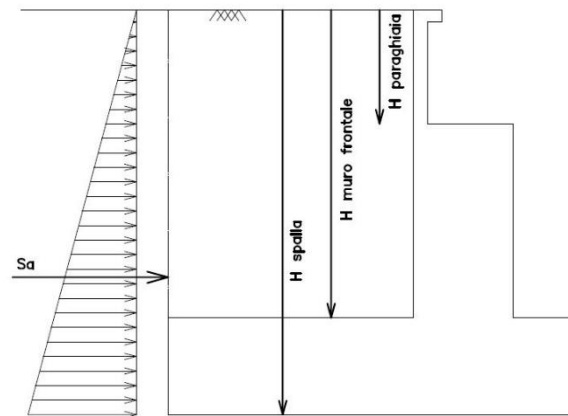


Figura 6: Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

## 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  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>34</b>

$\psi = 90^\circ$

$\beta$

c

angolo tra parete di spinta e piano orizzontale

angolo inclinazione tra profilo e piano orizzontale

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:

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

$\gamma_{\text{sat}}$

$\gamma_w$

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

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

$\sigma'_v(z)$

$E_{\text{ws}}$

$E_{\text{wd}}$

peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori)

peso di volume dell'acqua

spinta attiva statica totale efficace sul muro

pressione orizzontale di spinta efficace del terreno

pressione verticale efficace del terreno

spinta idrostatica

spinta idrodinamica

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>35</b>

## 7.5 AZIONI VARIABILI VERTICALI (Q)

### 7.5.1 Azioni da traffico ferroviario (Q<sub>1</sub>)

Nome	Tipo	Y <sub>α</sub> (Fav / Sfav)		ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
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  $\alpha$ , 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 ( $\alpha$ ) per la progettazione di strutture nuove

Tipo di traffico	Valore minimo del fattore alfa ( $\alpha$ )
<b>P1, P2, P3, P4</b>	1,0
P5	0,91
P6	0,83
P1520	Punto in sospeso
P1600	1,1
<b>F1, F2, F3</b>	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 <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>36</b>

### 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.

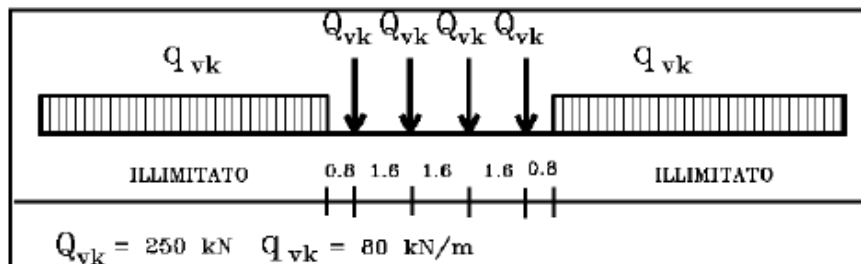


Fig. 5.2.1 - Modello di carico LM71

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.

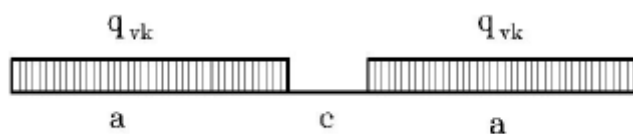


Fig. 5.2.2 -Modelli di carico SW

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 <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	37

### 7.5.1.3 Effetti dinamici

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

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

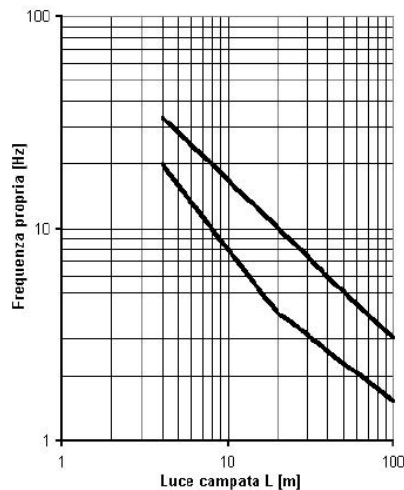


Fig. 5.2.7 - Limiti delle frequenze proprie  $n_o$  in Hz in funzione della luce della campata

Figura 10 – Limiti frequenze proprie per il calcolo del coefficiente dinamico  $\Phi$

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  $L=15$  m. Di seguito, si riporta un riepilogo degli scarichi e le reazioni totali sui singoli appoggi.

Nome	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>16</sub>	R <sub>17</sub>	R <sub>18</sub>	R <sub>19</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>21</sub>
$q_{vk,2}$ (LM71)	0	0	0	0	0	0	-0,01	0,02	-0,08	0,28	-1,01	8,7	20,23	19,49	18,93	20,19	24,22	24,62	2,77	-0,61	0,12
$Q_{vk,2}$ (LM71)	0	0	0	0	0	0	0	0,01	-0,04	0,14	-0,52	4,46	10,36	9,98	9,69	10,34	12,4	12,6	1,42	-0,31	0,06
$q_{vk}$ (SW/2)	0,1	-0,51	2,31	21,2	21,76	18,91	18,46	19,77	21,61	9,63	-1,12	0,31	-0,09	0,02	-0,01	0	0	0	0	0	0

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>38</b>

Azioni totali	R <sub>1</sub> [kN]	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>	R <sub>16</sub>	R <sub>17</sub>	R <sub>18</sub>	R <sub>19</sub>	R <sub>20</sub>	R <sub>21</sub>
LM71B1	92	44	45	39	-15	202	47	44	49	42	34	28	26	35	34	-148	98	34	20	15	-69
LM71B2)	-69	15	20	34	98	-148	34	35	26	28	34	42	49	44	47	202	-15	39	45	44	92
SW2B1	98	57	61	63	4	246	76	73	77	63	45	36	33	42	40	-174	116	40	24	17	-80

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>39</b>

#### 7.5.1.4 Numero di treni contemporanei

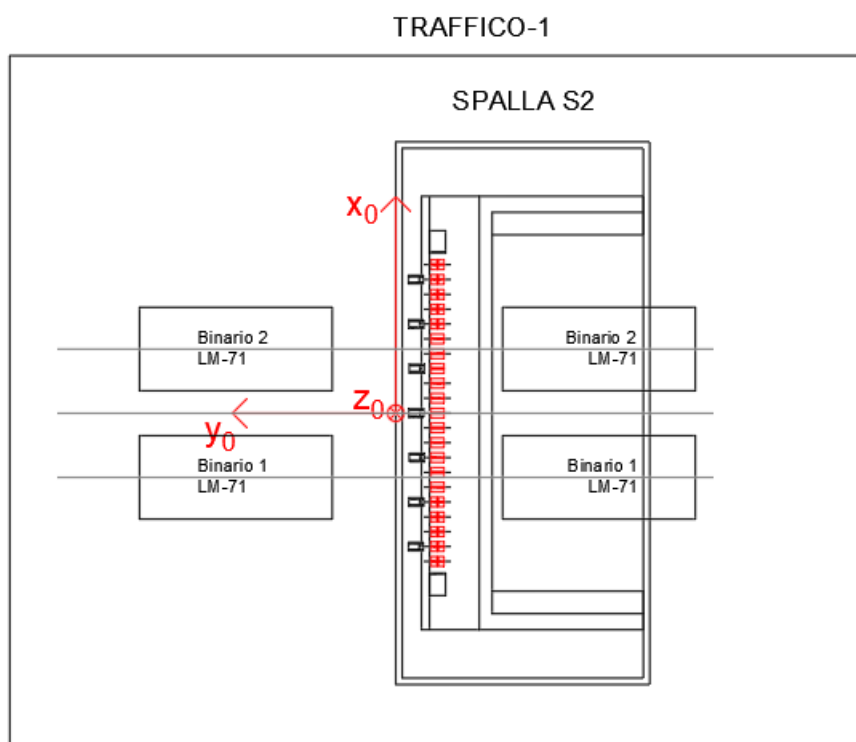
Nella progettazione andrà considerata l'eventuale contemporaneità di più treni, in genere sia per traffico normale (LM71) sia per traffico pesante (SW/2). Le azioni da traffico considerano una configurazione in campata, davanti alla spalla, in cui si massimizza il taglio all'appoggio.

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:

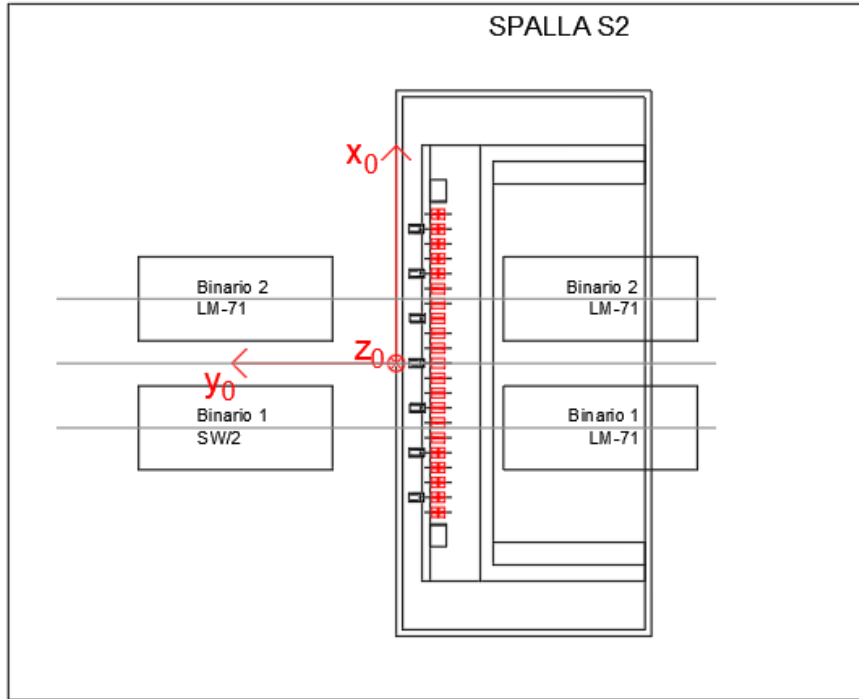




VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	04	002	B	40

TRAFFICO-2



TRAFFICO-3

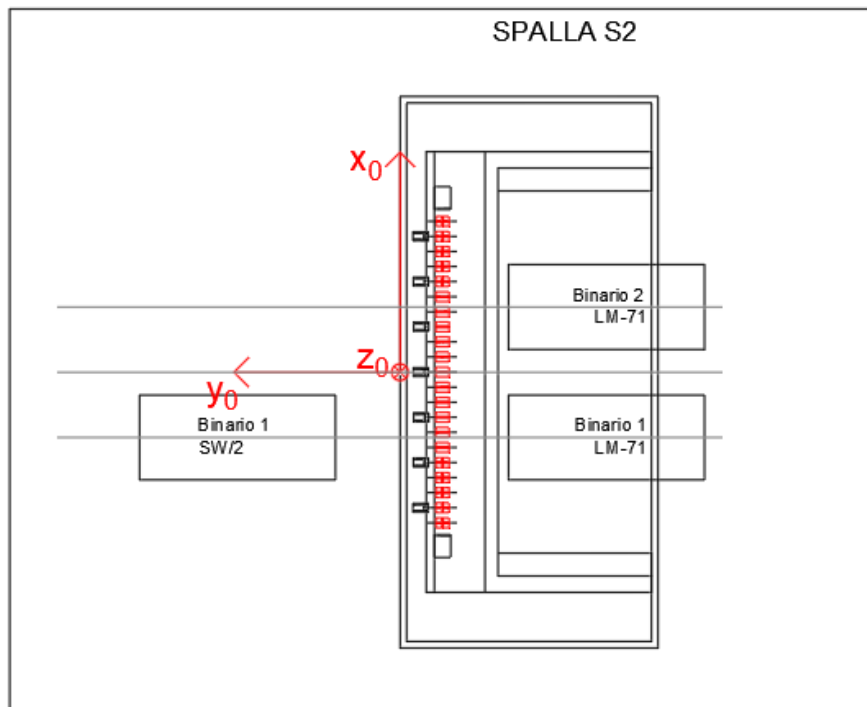


Figura 11 – Schemi di contemporaneità dei treni sui binari

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>41</b>

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

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante <sup>(2)</sup>
		caso a <sup>(1)</sup>	caso b <sup>(1)</sup>	
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)	-

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

<sup>(2)</sup> Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Figura 12 – Carichi mobili da considerare nel caso di strutture a più binari

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>42</b>

## 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 $L=15\text{ m}$

##### 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.

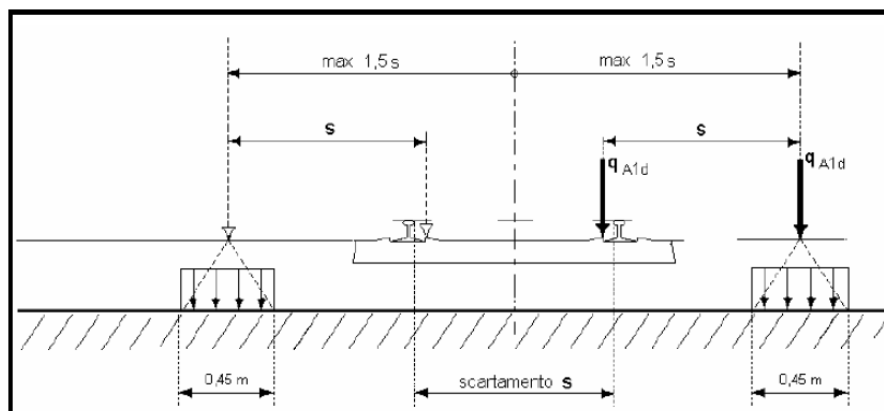
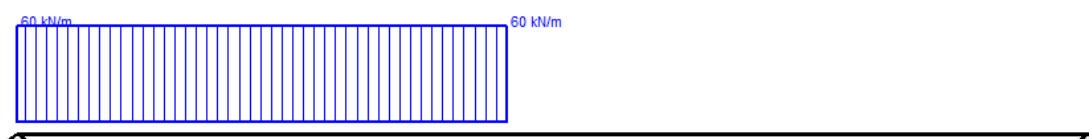


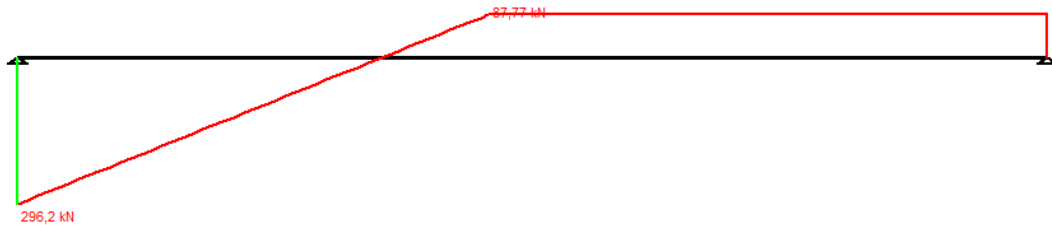
Figura 5.2.12 - Caso 1

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 taglienti, come di seguiti riportato.



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	43



**Titolo :** \_\_\_\_\_

**Vincoli**

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

**N° Carichi dist. TRAPEZI**  **Zoom**

N°	q1	q2	d1	d2
1	60	60	0	6,4

**N° Carichi CONCENTRATI**  **Zoom**

**N° Coppie CONCENTRATE**  **Zoom**

Luca  m    J  cm<sup>4</sup>    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="296,2"/>	RB	<input type="text" value="87,77"/>

ΦA	[rad]	<input type="text" value="0,003578"/>	ΦB	<input type="text" value="0,002692"/>
max M+		<input type="text" value="731,2"/>	x max M+	<input type="text" value="4,9"/>
max M-		<input type="text" value="-1,563E-05"/>	x max M-	<input type="text" value="14"/>
f max	m	<input type="text" value="0,01372"/>	x f max	<input type="text" value="6,4"/>

**Diagrammi**

Visualizza

**Risultati all'ascissa x**

x	M(x)	V(x)	f(x)
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="296,2"/>	<input type="text" value="0"/>

N° sezioni di calcolo

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

$$V_{\max} = 296.2 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 296.2 / (14.00/2) = 42.3 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = q'_v \cdot L/2 = 42.3 \cdot 14.00/2 = 296.2 \text{ kN}$$

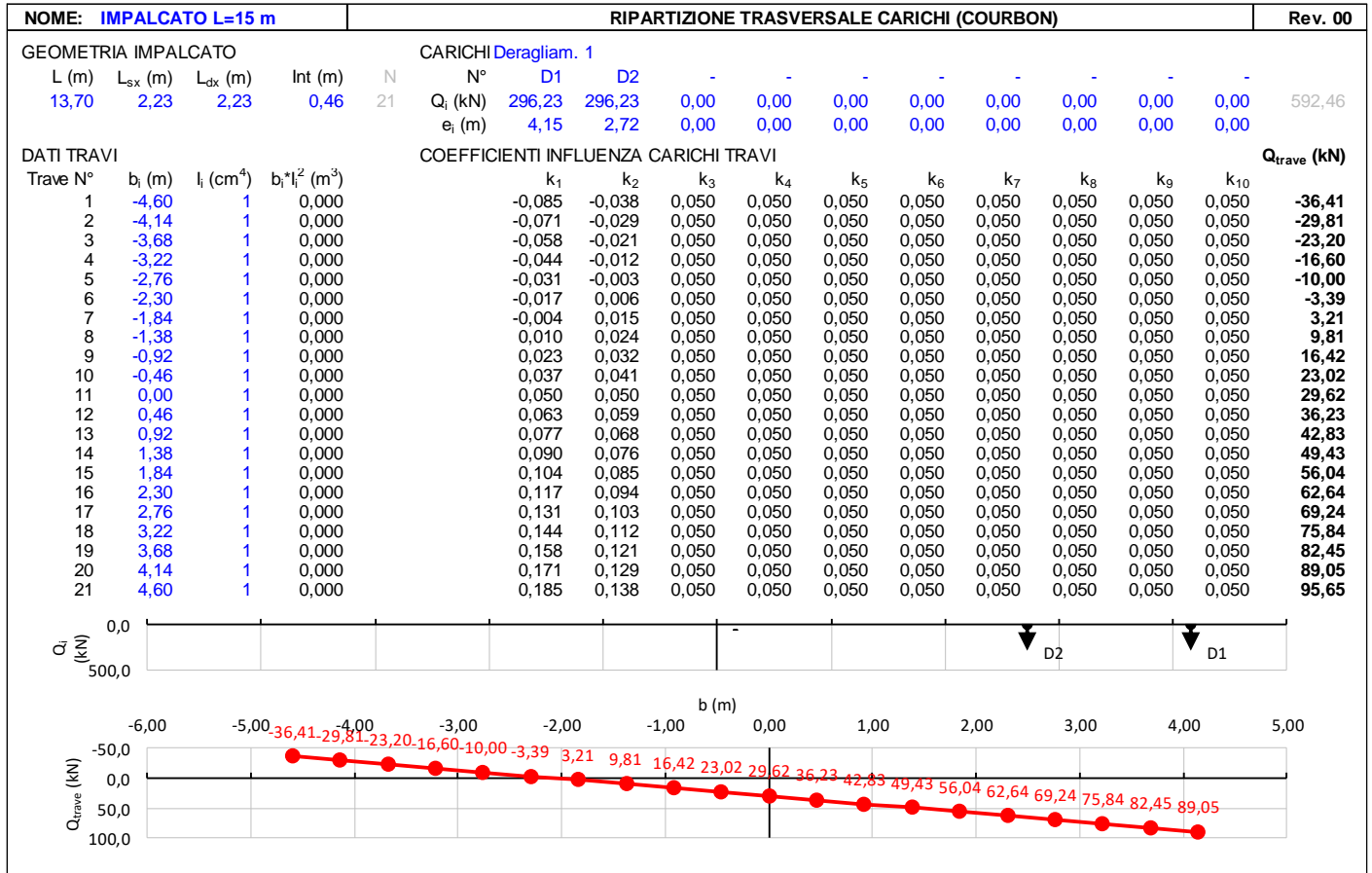
$$Q_1 = q'_v \cdot L/2 = 42.3 \cdot 14.00/2 = 296.2 \text{ kN}$$

Carico equivalente tagliante

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

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

MANDATARIA 	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>									
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>44</b>	



### 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 1,5 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.

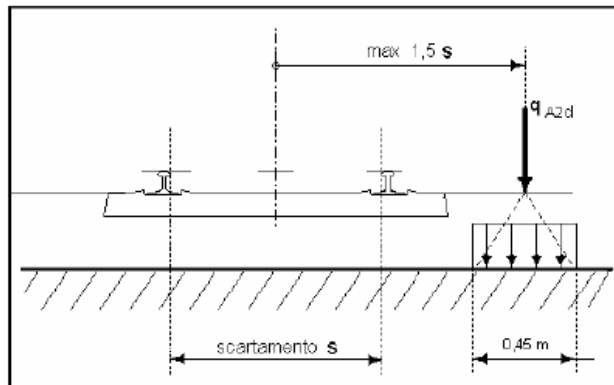
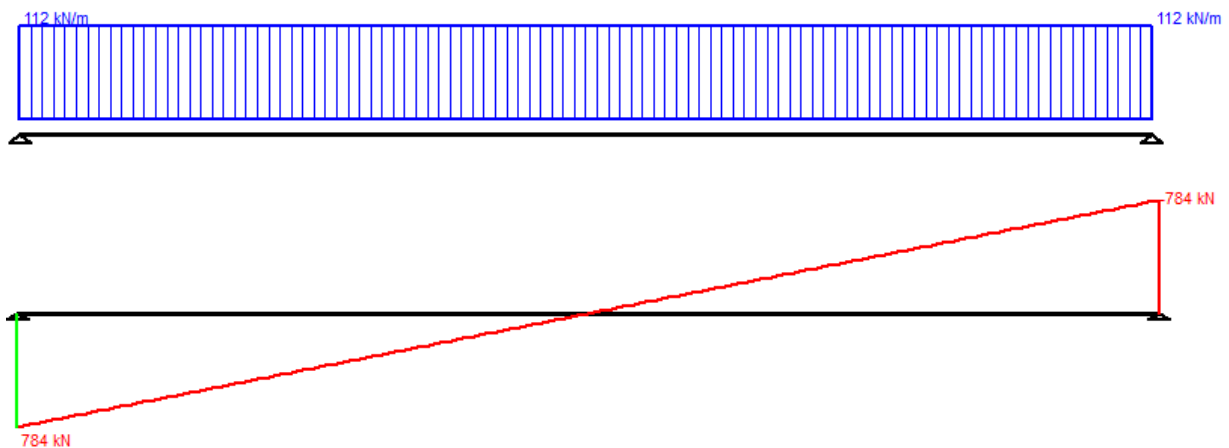


Figura 5.2.13 - Caso 2

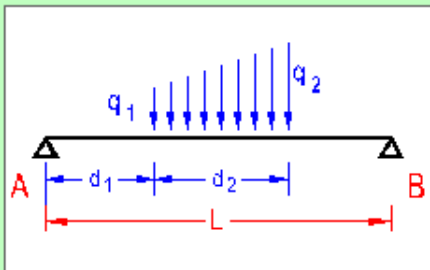
Figura 15 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 2

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETA' CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>

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



**Titolo :** \_\_\_\_\_



**Vincoli**

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

**N° Carichi dist. TRAPEZI**  **Zoom**

N°	q1	q2	d1	d2
1	112	112	0	14

**N° Carichi CONCENTRATI**  **Zoom**

**N° Coppie CONCENTRATE**  **Zoom**

Luce  m    J  cm<sup>4</sup>    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="784"/>	RB	<input type="text" value="784"/>
ΦA	[rad]	<input type="text" value="0,01343"/>	ΦB	<input type="text" value="0,01343"/>
max M+		<input type="text" value="2.744"/>	x max M+	<input type="text" value="7"/>
max M-		<input type="text" value="0"/>	x max M-	<input type="text" value="0"/>
f max	m	<input type="text" value="0,05872"/>	x f max	<input type="text" value="7"/>

**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="784"/>	<input type="text" value="0"/>

N° sezioni di calcolo     **Calcola**

**Diagrammi**

Visualizza       **Stampa**

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

$$V_{\max} = 784 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 784 / (14.00/2) = 112 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = q'_v \cdot L/2 = 112 \cdot 14.00/2 = 784 \text{ kN}$$

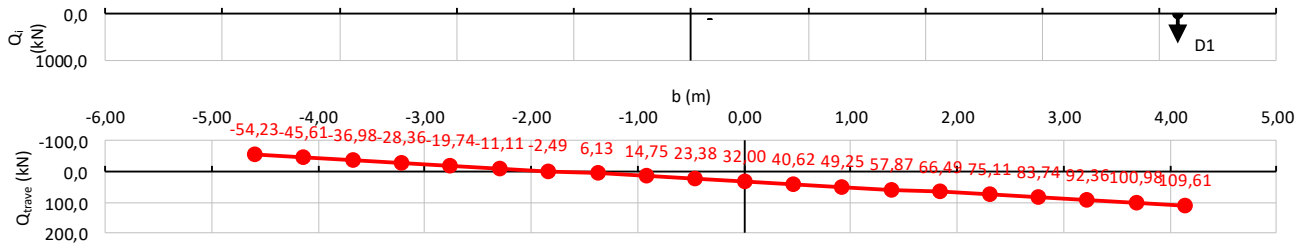
Carico equivalente tagliante

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

VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	04	002	B	46

NOME: IMPALCATO L=15 m				RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)												Rev. 00										
GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI Deragliam. 2																						
L (m)	L <sub>sx</sub> (m)	L <sub>dx</sub> (m)	Int (m)	N	N°	D1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
13,70	2,23	2,23	0,46	21	Q <sub>i</sub> (kN)	640,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	640,00								
DATI TRAVI				COEFFICIENTI INFLUENZA CARICHI TRAVI												Q <sub>trave</sub> (kN)										
Trave N°	b <sub>i</sub> (m)	I <sub>i</sub> (cm <sup>4</sup> )	b <sub>i</sub> <sup>3</sup> I <sub>i</sub> <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> )	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>	k <sub>4</sub>	k <sub>5</sub>	k <sub>6</sub>	k <sub>7</sub>	k <sub>8</sub>	k <sub>9</sub>	k <sub>10</sub>	k <sub>11</sub>	k <sub>12</sub>	k <sub>13</sub>	k <sub>14</sub>	k <sub>15</sub>	k <sub>16</sub>	k <sub>17</sub>	k <sub>18</sub>	k <sub>19</sub>	k <sub>20</sub>	k <sub>21</sub>		
1	-4,60	1	0,000	-0,085	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	-54,23
2	-4,14	1	0,000	-0,071	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	-45,61
3	-3,68	1	0,000	-0,058	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	-36,98
4	-3,22	1	0,000	-0,044	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	-28,36
5	-2,76	1	0,000	-0,031	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	-19,74
6	-2,30	1	0,000	-0,017	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	-11,11
7	-1,84	1	0,000	-0,004	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	-2,49
8	-1,38	1	0,000	0,010	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	6,13
9	-0,92	1	0,000	0,023	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	14,75
10	-0,46	1	0,000	0,037	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	23,38
11	0,00	1	0,000	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	32,00
12	0,46	1	0,000	0,063	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	40,62
13	0,92	1	0,000	0,077	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	49,25
14	1,38	1	0,000	0,090	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	57,87
15	1,84	1	0,000	0,104	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	66,49
16	2,30	1	0,000	0,117	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	75,11
17	2,76	1	0,000	0,131	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	83,74
18	3,22	1	0,000	0,144	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	92,36
19	3,68	1	0,000	0,158	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	100,98
20	4,14	1	0,000	0,171	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	109,61
21	4,60	1	0,000	0,185	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	118,23



### 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 <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>47</b>

## 7.7 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI (Q)

### 7.7.1 Azioni da traffico ferroviario (Q<sub>1</sub>)

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 S1

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

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

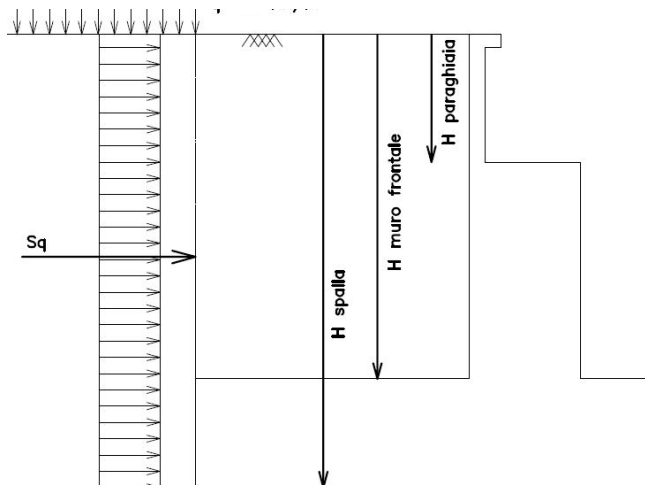


Figura 17: Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>48</b>

### 7.7.1.9 Azione da traffico ferroviario sul muro paraghiaia

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

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

laddove si sono considerate le seguenti caratteristiche geometriche:

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

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

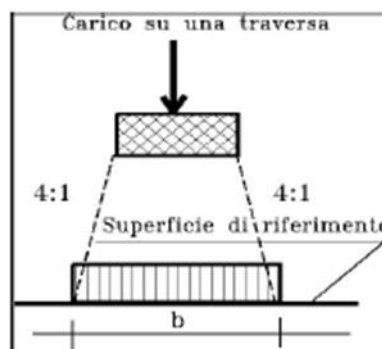


Fig. 5.2.4 - Distribuzione longitudinale dei carichi attraverso il ballast

In accordo con quanto riportato al par. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** della presente relazione, si moltiplicano i valori dei carichi per il coefficiente di adattamento, ottenendo quindi:

TRENO SW/2

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

Valore amplificato del carico longitudinale  $q_{vk}$

L'eccentricità non è da considerarsi per il caso di treno di carico SW/2, per il quale quindi si effettua la ripartizione semplicemente dividendo il valore  $q_1$  per la lunghezza  $b = 2.67 \text{ m}$ , risultando dunque in una distribuzione di tensioni sul muro paraghiaia pari a:

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

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>49</b>

## 7.7.2 Forza centrifuga (Q<sub>4</sub>)

Nome	Tipo	γ <sub>Q</sub> (Fav / Sfav)	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
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<sub>tk</sub> valore caratteristico della forza centrifuga, espresso in kN/m

q<sub>vk</sub> 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 <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>50</b>

### 7.7.3 Azione laterale serpeggio (Q<sub>5</sub>)

Nome	Tipo	$\gamma_Q$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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  $\alpha$ .

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=15m al cui si rimanda per ulteriori dettagli.

NOME: IMPALCATO L=15 m		CALCOLO FORZA SERPEGGIO		Rev. 00
$Q_{serp}$ (kN)	100.0	Azione caratteristica di serpeggio		1.25
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		Distanza quota applicazione carico/baricentro travi
$\alpha$ (-)	1.10	$\alpha$ (-)	1.00	
$Q_{sk}$ (kN)	110.0	$Q_{sk}$ (kN)	100.0	Forza serpeggio caratt. trasversale
$M_{tk}$ (kNm)	137.5	$M_{tk}$ (kNm)	125.0	Momento torcente forza serpeggio caratt.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	51

#### 7.7.4 Azioni di avviamento e frenatura (Q<sub>3</sub>)

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 <sub>Q</sub>	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
		(Fav / Sfav)			
TRAFFICO LM71	Carichi da traffico	0.00 / 1.45	0.80	0.50	0.00
TRAFFICO SW/2	ferroviario	0.00 / 1.45	0.80	0.50	0.00

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

##### Avviamento

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

##### 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=15 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA		Rev. 00
L calcolo (m)	14.00	Lunghezza tra appoggi	Distanza quota applicazione	1.25
L (m)	15.00	Lunghezza di binario carico	carico/baricentro travi	
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
α (-)	1.10	α (-)	1.00	
Q <sub>3,f</sub> (kN)	330.0	Q <sub>3,f</sub> (kN)	525.0	Forza frenatura caratt. longitudinale
V <sub>3,f</sub> (kNm)	29.5	V <sub>3,f</sub> (kNm)	46.9	Forza frenatura caratt. verticale
Q <sub>3,a</sub> (kN)	544.5	Q <sub>3,a</sub> (kN)	495.0	Forza avviamento caratt. longitudinale
V <sub>3,a</sub> (kNm)	48.6	V <sub>3,a</sub> (kNm)	44.2	Forza avviamento caratt. verticale

Gli effetti sui singoli impalcato indotti dall'azione di serpeggio, nelle varie combinazioni di carico accidentale ferroviario associate, vengono valutati secondo il modello FEM dell'impalcato di luce L=15m al cui si rimanda per ulteriori dettagli.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>52</b>

## 7.8 AZIONE DEL VENTO (Q<sub>6</sub>)

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

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

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

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

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

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

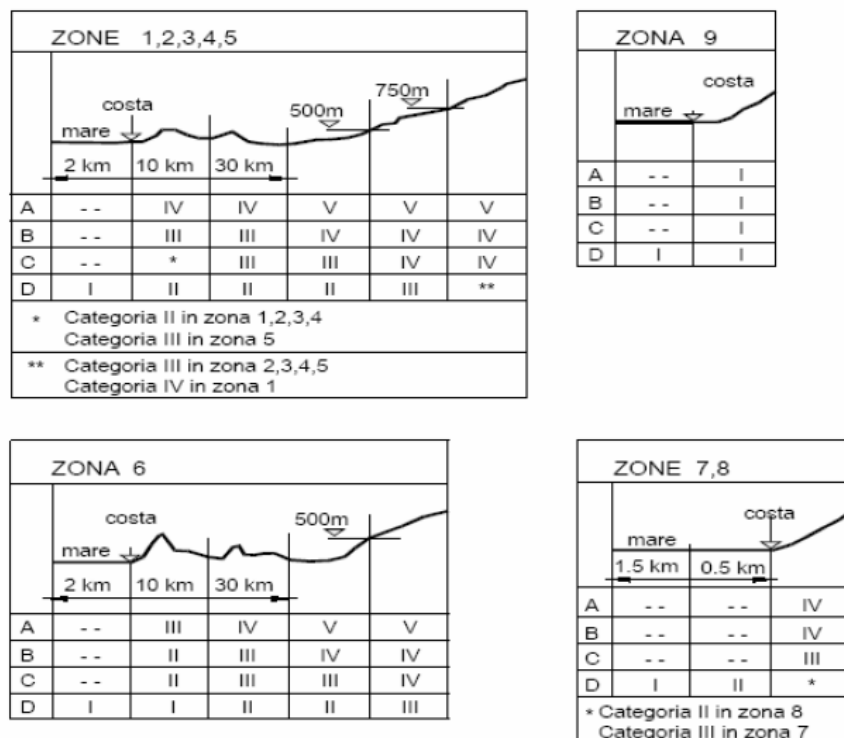


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>53</b>

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>54</b>

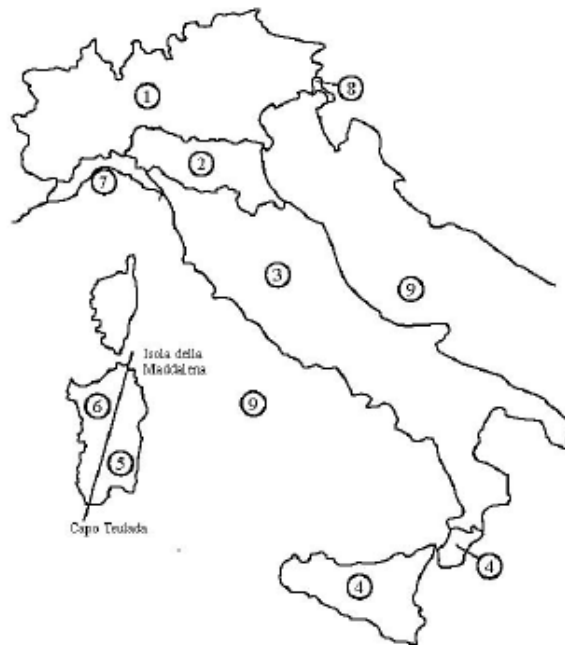


Fig. 3.3.1 - Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

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  $k_a$  per le diverse zone italiane

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>55</b>

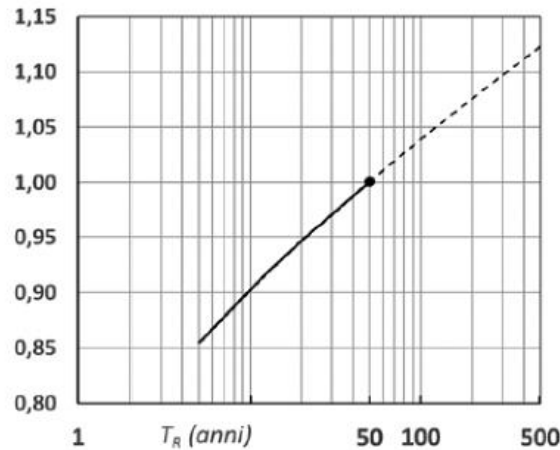


Figura C3.3.1 – Valori del coefficiente  $\alpha_R$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$  (asse in scala logaritmica),

Figura 19 - Diagramma del coefficiente di ritorno  $\alpha_R$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$

NOME: <b>IMPALCATO L=15m</b>		CALCOLO AZIONE VENTO IMPALCATO NTC08		Rev. 00
PARAMETRI VENTO DI PROGETTO		DATI GEOMETRICI IMPALCATO		
Zona	<b>3</b> (Tab.3.I)	$h_{tot}$ (m)	<b>6,42</b>	Altezza impalcato
$v_{b,0}$ (m/s)	27,00 Velocità base liv. mare (Tab.3.I)	$d$ (m)	<b>13,70</b>	Larghezza impalcato
$c_a$	1,00 Coeff. altitudine	$d/h_{tot}$	2,13	(§G.11.1)
$v_b$ (m/s)	27,00 Velocità base riferimento vento	$z$ (m)	<b>20,00</b>	Altezza dal suolo impalcato
$T_R$ (anni)	<b>75</b> Tempo ritorno vento	$c_e$	2,81	Coeff. esposizione
$c_r$	1,037 Coeff. tempo ritorno	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	1,25	Massa specifica aria
$v_r$ (m/s)	27,00 Velocità riferimento vento	$q_b$ (Pa)	456	Pressione cinetica di riferimento (N/m <sup>2</sup> )
$k_a$	0,02 Fattore altitudine (Tab.3.I)	$\varphi$	1,00	
$a_s$ (m s.l.m.)	<b>20</b> Altitudine sito	$c_f$	1,40	
$a_0$ (m s.l.m.)	500 Altitudine base (Tab.3.I)	$c_d$	1,00	
Categoria	<b>2</b> (Tab. 3.II - 3.III)	$p_c$ (kN/m <sup>2</sup> )	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)			
$c_t$	<b>1,00</b> 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 15 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=15 m. In seguito, si riporta un riepilogo delle reazioni totali sui singoli appoggi.





MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>57</b>

## 7.9 AZIONE SISMICA (E)

Nome	Tipo	$\gamma_E$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>58</b>

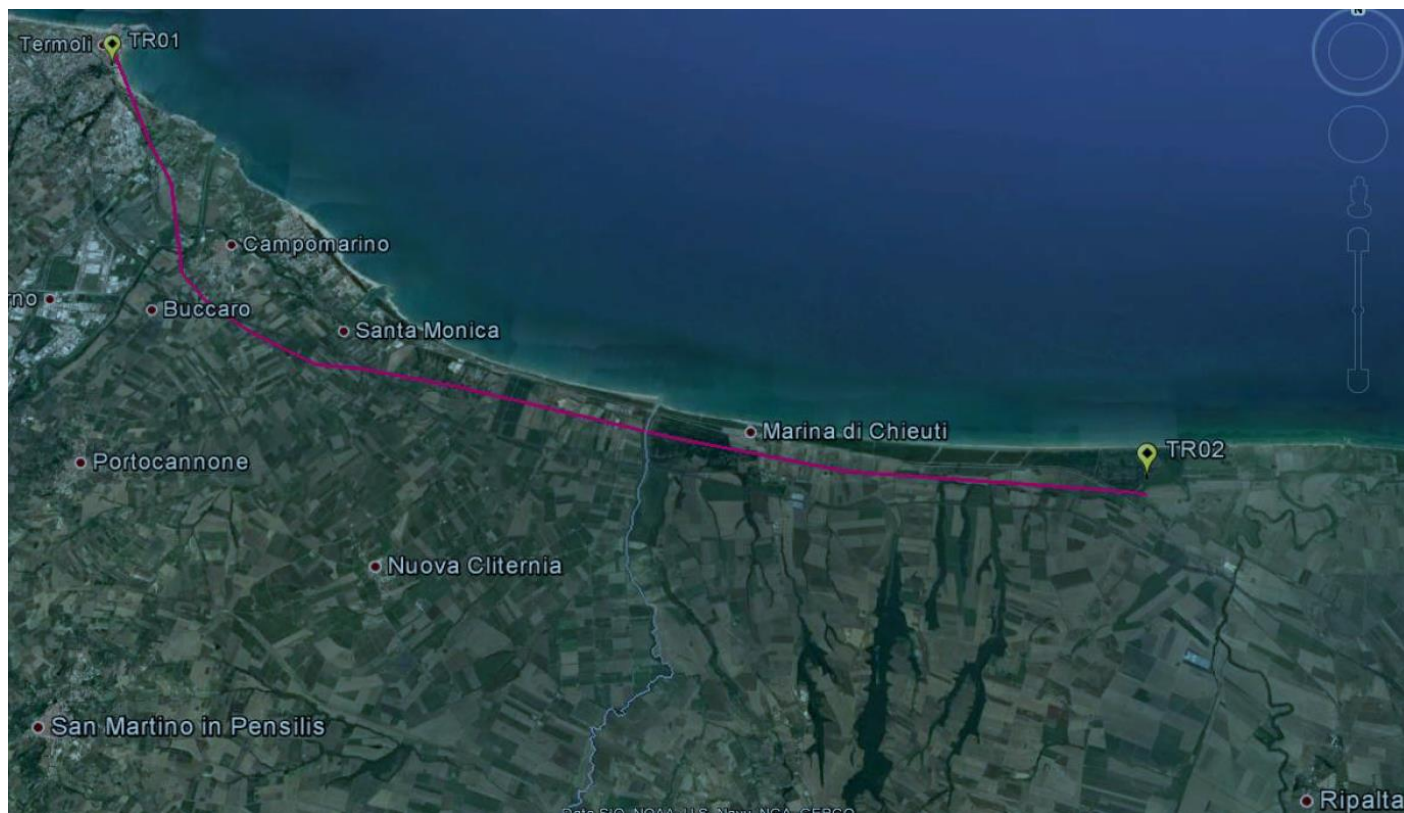


Figura 20- Configurazione planimetrica tracciato

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 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>59</b>

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale V <sub>N</sub> [Anni] <sup>(1)</sup>
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14.01.2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE (V<250 Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ V<250 Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ V ≥ 250 km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 <sup>(2)</sup>
(1) – La stessa V <sub>N</sub> 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 <sub>R</sub> [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>o</sub> [-]	T <sub>c</sub> <sup>*</sup> [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 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>60</b>

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

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%

$\xi$  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 <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	61

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 <sub>T</sub>
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/s<sup>2</sup>]

$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot (a_g/g)^{0.5}$  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 <sub>s</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>
A, B, C, D, E	1.0	0.05 s	0.15 s	1.0 s

Tabella 18 - Coefficienti di amplificazione stratigrafica verticale

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

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>62</b>

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  $\alpha_u/\alpha_1$  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 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>63</b>

$$\alpha = L/H$$

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  $q_0 = 1.50$ .



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>

### 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
$\eta$	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  $\eta$  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

VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	04	002	B	65

**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
$\eta$	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

VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	04	002	B	66

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

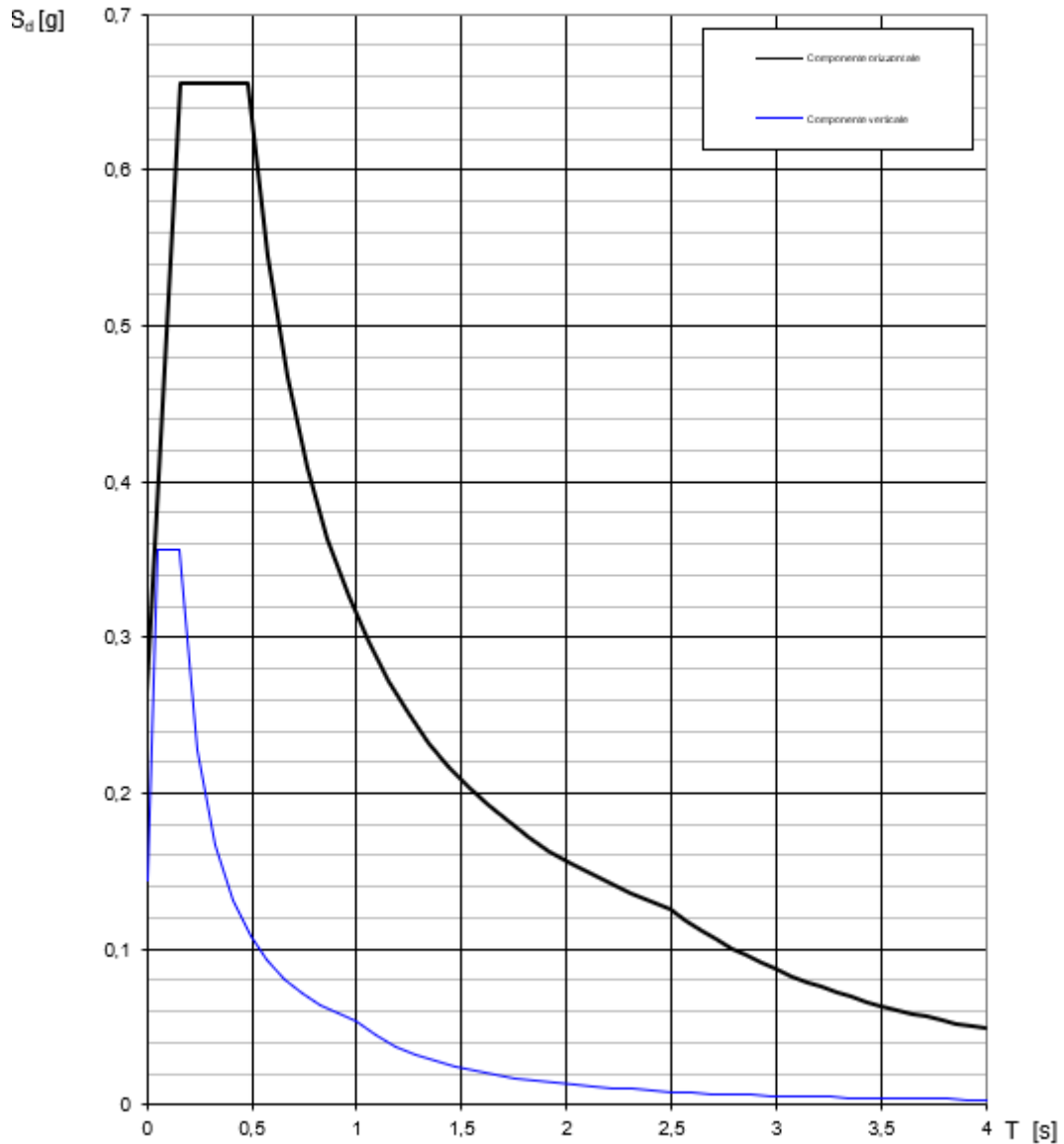


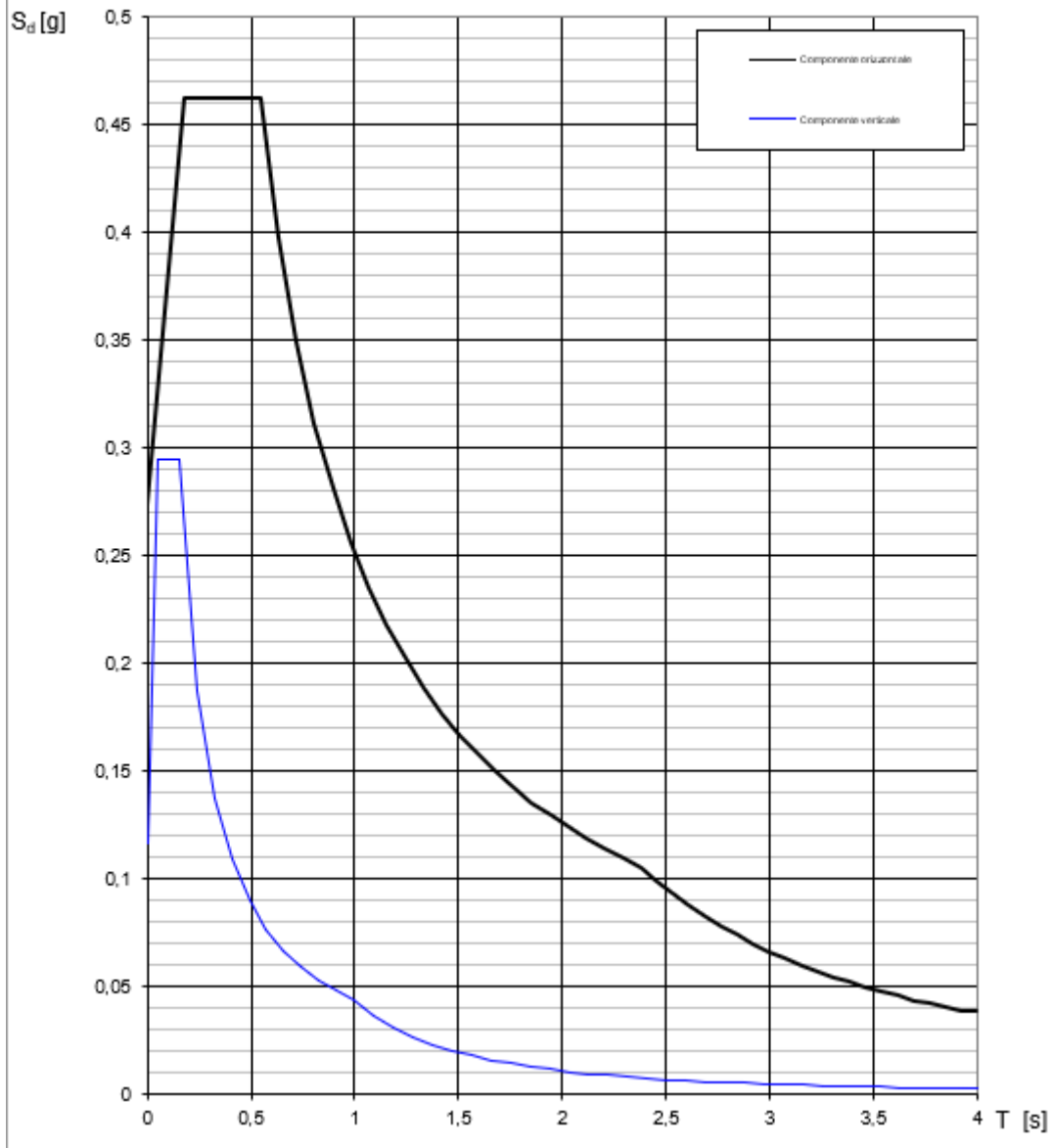
Figura 21- Spettri di risposta elastici (componente orizzontale e verticale)

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.

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>67</b>

**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 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>68</b>

## 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  $\beta_m$  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  $\beta_m$  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  $\beta_m$  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:

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

$G$	massa totale efficace
$G_1$	masse dei pesi propri strutturali
$G_2$	masse dei carichi permanenti non strutturali (permanententi, terreno)
$Q_{kj}$	masse dei carichi accidentali

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>69</b>

$\Psi_{2j} = 0.2$  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:

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

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

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

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

$K_a$  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

$\varphi$  angolo attrito del terreno

$\delta$  attrito tra terreno e parete

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

$\beta$  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:

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>70</b>

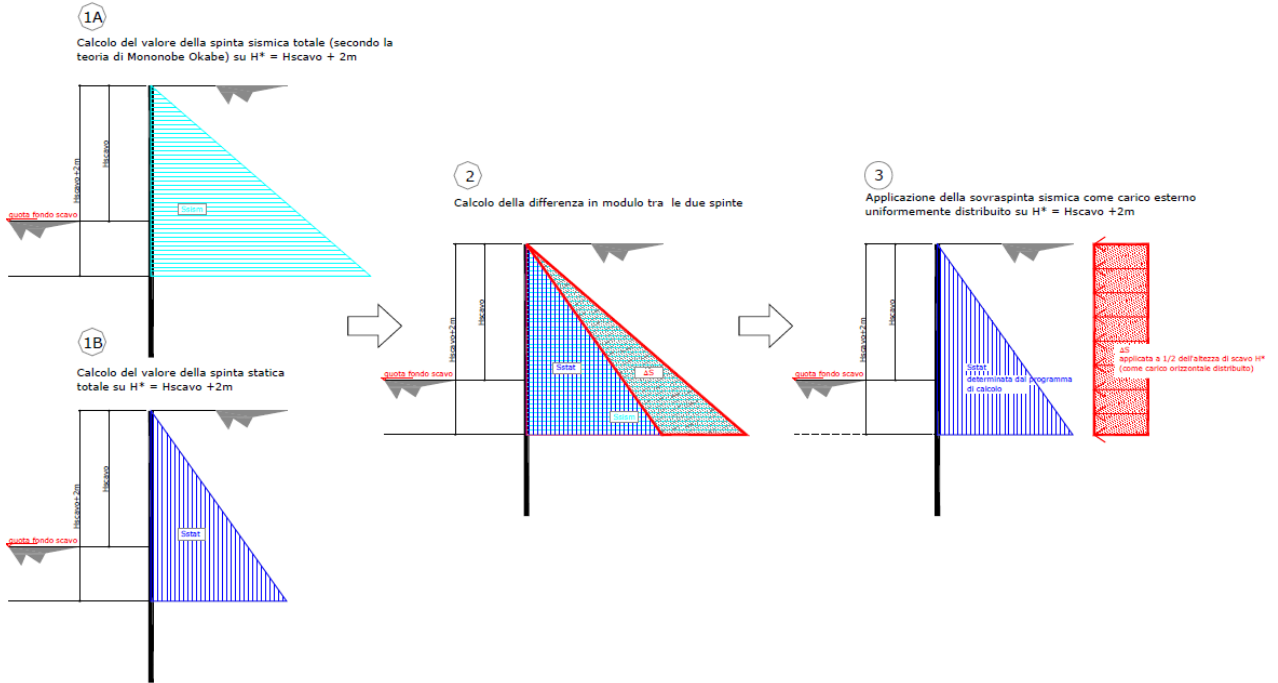


Figura 23 - Schema di calcolo sovraspinte dinamiche terreno

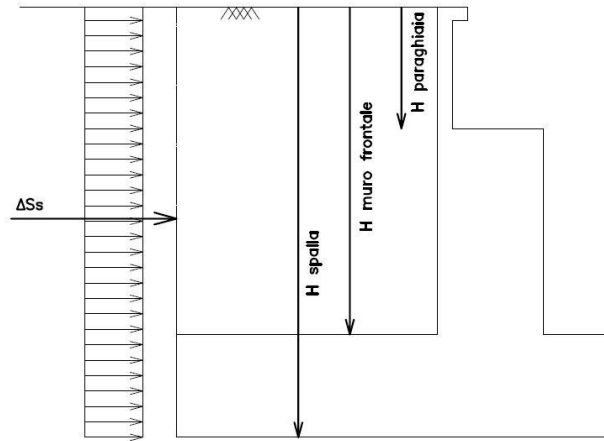


Figura 24: Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica

#### 7.9.4.1 Spinta attiva in Excel®

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>71</b>

### 7.10 VARIAZIONI TERMICHE (Q<sub>7</sub>)

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 (Q<sub>8</sub>)

Nome	Tipo	$\gamma_E$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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.



VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69: Relazione di calcolo Spalla S2	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>72</b>

**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 L=15m	Lato Appoggi Scorrevoli											
	Appoggio 22 (M)	Appoggio 23 (M)	Appoggio 24 (M)	Appoggio 25 (M)	Appoggio 26 (M)	Appoggio 27 (UL)	Appoggio 28 (UL)	Appoggio 29 (UL)	Appoggio 30 (UL)	Appoggio 31 (UL)	Appoggio 32 (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)	y (m) x (m) z (m)	
	0,00 -4,60 -0,12	0,00 -4,14 -0,12	0,00 -3,68 -0,12	0,00 -3,22 -0,12	0,00 -2,76 -0,12	0,00 -2,30 -0,12	0,00 -1,84 -0,12	0,00 -1,38 -0,12	0,00 -0,92 -0,12	0,00 -0,46 -0,12	0,00 0,00 -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	L T V	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
<b>Permanenti</b>												
G1 (peso proprio)	0 0 306	0 0 75	0 0 75	0 0 75	0 0 75	0 0 75	0 0 75	0 0 75	0 0 75	0 0 75	0 0 75	
<b>Ballast</b>												
G2,1 (ballast)	0 0 17	0 0 40	0 0 47	0 0 48	0 0 49	0 2 49	0 2 49	0 1 50	0 1 50	0 0 50	0 0 51	
<b>Perm. non strutturali</b>												
G2,2 (velette)	0 0 80	0 0 -25	0 0 0	0 0 -4	0 0 -1	0 -3 -1	0 -2 -1	0 -2 0	0 -1 0	0 0 0	0 0 0	
G2,3 (arredi)	0 0 96	0 0 -7	0 0 7	0 0 3	0 0 3	0 -5 3	0 -3 3	0 -2 3	0 -2 3	0 -1 3	0 0 3	
G2,4 (barriere)	0 0 180	0 0 -40	0 0 4	0 0 -4	0 0 0	0 -7 0	0 -5 1	0 -4 1	0 -2 1	0 -1 1	0 0 1	
Q8 Fa,G (attrito)	20 0 0	3 0 0	4 0 0	4 0 0	4 0 0	4 0 0	4 0 0	4 0 0	4 0 0	4 0 0	4 0 0	
<b>Accidentali da traffico</b>												
Q1 LM71_B1 (traffico)	0 0 92	0 0 44	0 0 45	0 0 39	0 0 -15	0 3 202	0 -10 47	0 -15 44	0 -16 49	0 -17 42	0 -17 34	
Q1 LM71_B2 (traffico)	0 0 -69	0 0 15	0 0 20	0 0 34	0 0 98	0 6 -148	0 -9 34	0 -15 35	0 -17 26	0 -17 28	0 -17 34	
Q1 SW2_B1 (traffico)	0 0 98	0 0 57	0 0 61	0 0 63	0 0 74	0 -2 246	0 12 76	0 17 73	0 19 77	0 20 63	0 20 45	
Q3,a B1-SW2 (avv)	0 0 -5	0 0 0	0 0 0	0 0 5	0 0 28	0 9 -50	0 4 1	0 2 1	0 1 -2	0 1 -3	0 0 -3	
Q3,a B1-LM71 (avv)	0 0 -6	0 0 -1	0 0 0	0 0 6	0 0 30	0 -10 -55	0 -4 2	0 -2 1	0 -1 -3	0 -1 -3	0 0 -3	
Q3,a B2-LM71 (avv)	0 0 -6	0 0 -1	0 0 0	0 0 6	0 0 30	0 10 -55	0 4 2	0 2 1	0 1 -3	0 1 -3	0 0 -3	
Q3,f B1-SW2 (fren)	0 0 -5	0 0 -1	0 0 0	0 0 5	0 0 29	0 10 -53	0 4 2	0 2 1	0 1 -3	0 1 -3	0 0 -3	
Q3,f B1-LM71 (fren)	0 0 -3	0 0 0	0 0 0	0 0 3	0 0 18	0 -6 -33	0 -3 1	0 -1 1	0 -1 -2	0 0 -2	0 0 -2	
Q3,f B2-LM71 (fren)	0 0 -3	0 0 0	0 0 0	0 0 3	0 0 18	0 6 -33	0 3 1	0 1 1	0 1 -2	0 0 -2	0 0 -2	
Q4 B1-SW2 (centr)	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	
Q4 B1-LM71 (centr)	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	
Q4 B2-LM71 (centr)	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	
Q5 B1-SW2 (serp)	0 0 6	0 0 1	0 0 0	0 0 0	0 0 -2	0 5 10	0 5 0	0 5 -1	0 5 0	0 5 0	0 5 0	
Q5 B1-LM71 (serp)	0 0 -6	0 0 -1	0 0 0	0 0 0	0 0 3	0 5 -11	0 6 1	0 6 0	0 6 0	0 6 0	0 6 0	
Q5 B2-LM71 (serp)	0 0 6	0 0 1	0 0 0	0 0 0	0 0 -3	0 5 11	0 6 -1	0 6 -1	0 6 0	0 6 0	0 6 0	
Q8 Fa,Q (attrito)	3 0 0	2 0 0	2 0 0	2 0 0	3 0 0	7 0 0	2 0 0	2 0 0	2 0 0	2 0 0	1 0 0	
<b>Effetti ambientali</b>												
Q6 (vento)	0 0 -11	0 0 -3	0 0 -2	0 0 -1	0 0 6	0 1 -18	0 0 0	0 -1 0	0 -1 -1	0 -1 -1	0 -1 0	

IMPALCATO L=15m	Lato Appoggi Scorrevoli									
	Appoggio 33 (UL)	Appoggio 34 (UL)	Appoggio 35 (UL)	Appoggio 36 (UL)	Appoggio 37 (UL)	Appoggio 38 (M)	Appoggio 39 (M)	Appoggio 40 (M)	Appoggio 41 (M)	Appoggio 42 (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 0,46 -0,12	0,00 0,92 -0,12	0,00 1,38 -0,12	0,00 1,84 -0,12	0,00 2,30 -0,12	0,00 2,76 -0,12	0,00 3,22 -0,12	0,00 3,68 -0,12	0,00 4,14 -0,12	0,00 4,60 -0,12
	L T V	L T V	L T V	L T V	L T V	L T V	L T V	L T V	L T V	L T V
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
<b>Permanenti</b>										
G1 (peso proprio)	0 0 75	0 0 75	0 0 75	0 0 75	0 0 75	0 0 75	0 0 75	0 0 75	0 0 75	0 0 306
<b>Ballast</b>										
G2,1 (ballast)	0 0 50	0 -1 50	0 -1 50	0 -2 49	0 -2 49	0 0 49	0 0 48	0 0 47	0 0 40	0 0 17
<b>Perm. non strutturali</b>										
G2,2 (velette)	0 0 0	0 0 1 0	0 0 2 0	0 0 2 -1	0 0 3 -1	0 0 0 -1	0 0 0 -4	0 0 0 0	0 0 0 -25	0 0 80
G2,3 (arredi)	0 1 3	0 2 3	0 2 3	0 3 3	0 5 3	0 0 3	0 0 3	0 0 7	0 0 -7	0 0 96
G2,4 (barriere)	0 1 1	0 2 1	0 4 1	0 5 1	0 7 0	0 0 0	0 0 -4	0 0 4	0 0 -40	0 0 180
Q8 Fa,G (attrito)	4 0 0	4 0 0	4 0 0	4 0 0	4 0 0	4 0 0	4 0 0	4 0 0	3 0 0	20 0 0
<b>Accidentali da traffico</b>										
Q1 LM71_B1 (traffico)	0 -17 28	0 -17 26	0 -15 35	0 -9 34	0 6 -148	0 0 98	0 0 34	0 0 20	0 0 15	0 0 -69
Q1 LM71_B2 (traffico)	0 -17 42	0 -16 49	0 -15 44	0 -10 47	0 3 202	0 0 -15	0 0 39	0 0 45	0 0 44	0 0 92
Q1 SW2_B1 (traffico)	0 20 36	0 20 33	0 18 42	0 11 40	0 -7 -174	0 0 116	0 0 40	0 0 24	0 0 17	0 0 -80
Q3,a B1-SW2 (avv)	0 -1 -3	0 -1 -2	0 -2 1	0 -4 1	0 -9 -50	0 0 28	0 0 5	0 0 0	0 0 0	0 0 -5
Q3,a B1-LM71 (avv)	0 1 -3	0 1 -3	0 2 1	0 4 2	0 10 -55	0 0 30	0 0 6	0 0 0	0 0 -1	0 0 -6
Q3,a B2-LM71 (avv)	0 -1 -3	0 -1 -3	0 -2 1	0 -4 2	0 -10 -55	0 0 30	0 0 6	0 0 0	0 0 -1	0 0 -6
Q3,f B1-SW2 (fren)	0 -1 -3	0 -1 -3	0 -2 1	0 -4 2	0 -10 -53	0 0 29	0 0 5	0 0 0	0 0 -1	0 0 -5
Q3,f B1-LM71 (fren)	0 0 -2	0 0 1 -2	0 0 1 1	0 0 3 1	0 0 6 -33	0 0 18	0 0 3	0 0 0	0 0 0	0 0 -3
Q3,f B2-LM71 (fren)	0 0 -2	0 0 -1 -2	0 0 -1 1	0 0 -3 1	0 0 -6 -33	0 0 18	0 0 3	0 0 0	0 0 0	0 0 -3
Q4 B1-SW2 (centr)	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
Q4 B1-LM71 (centr)	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
Q4 B2-LM71 (centr)	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
Q5 B1-SW2 (serp)	0 5 0	0 5 0	0 5 1	0 5 0	0 5 -10	0 0 2	0 0 0	0 0 0	0 0 -1	0 0 -6
Q5 B1-LM71 (serp)	0 6 0	0 6 0	0 6 -1	0 6 -1	0 5 11	0 0 -3	0 0 0	0 0 0	0 0 1	0 0 6
Q5 B2-LM71 (serp)	0 6 0	0 6 0	0 6 1	0 6 1	0 5 -11	0 0 3	0 0 0	0 0 0	0 0 -1	0 0 -6
Q8 Fa,Q (attrito)	1 0 0	1 0 0	1 0 0	1 0 0	6 0 0	3 0 0	1 0 0	1 0 0	1 0 0	3 0 0
<b>Effetti ambientali</b>										
Q6 (vento)	0 -1 1	0 -1 1	0 -1 0	0 0 0	0 1 18	0 0 -6	0 0 1	0 0 2	0 0 3	0 0 11

Tabella 21 – Scarichi caratteristici appoggi mobili – Campata L=15 m

VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	04	002	B	73

SPALLA S1

SPALLA S2

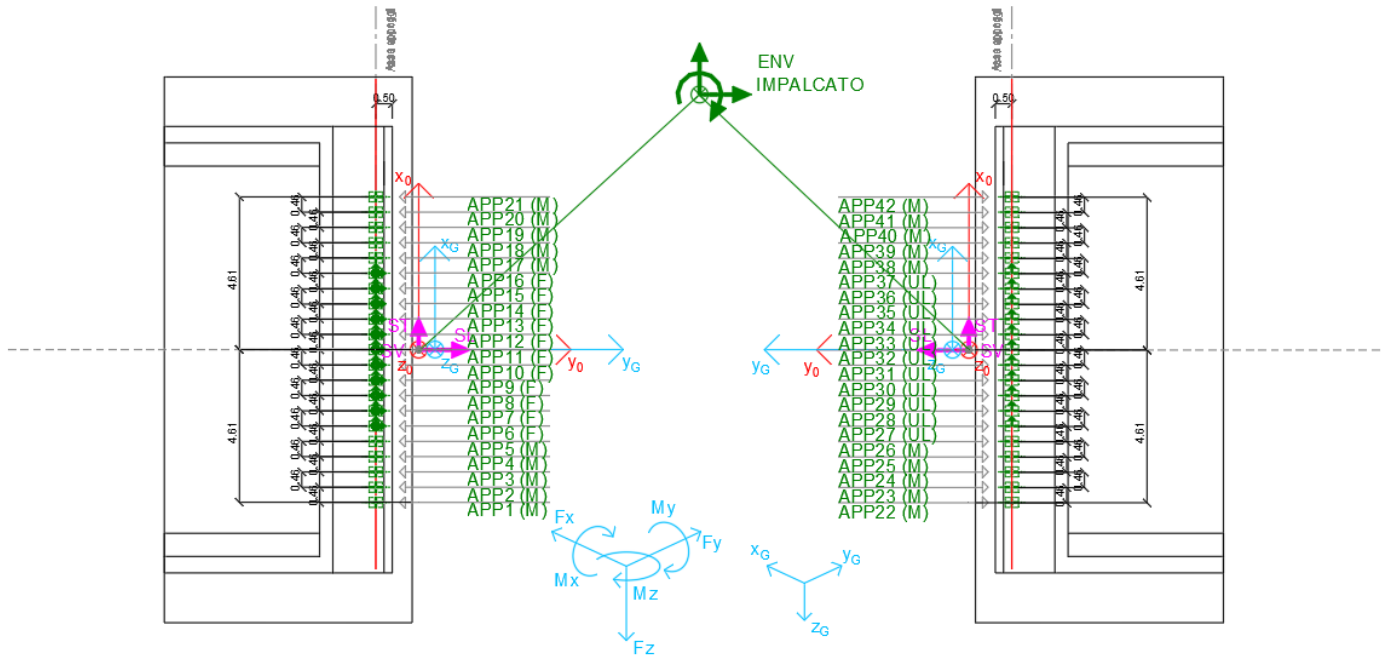


Figura 25- - Schema dei vincoli a terra impalcato

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>74</b>

## 8. COMBINAZIONI DI CARICO

Le singole azioni elementari vengono combinate utilizzando i coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_i$  e i coefficienti di combinazione  $\psi_i$  di seguito riportati:

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	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 <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	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 <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> 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.  
<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.  
<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.  
<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(2)</sup>	0,0
	$gr_2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(2)</sup>	-
	$gr_3$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(2)</sup>	0,0
	$gr_4$	1,00	1,00 <sup>(2)</sup>	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

<sup>(1)</sup> 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.

<sup>(2)</sup> Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 22 – Combinazioni di carico

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>75</b>

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

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

Nella figura successiva vengono esplicitate le tipologie di combinazioni utilizzate:

Tipo Comb

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

Figura 26 - Tipologie di combinazioni di carico

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>76</b>

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 23 – Combinazioni di carico Spalla (fondazione ed elevazione)

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>77</b>

## 9. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

### 9.1 ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO

#### 9.1.1 Stati Limite Ultimi strutturali (SLU STR)

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

$$E_d \leq R_d$$

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

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

$Y_F \cdot F_k$  Azioni di progetto

$X_k / Y_M$  Proprietà del materiale di progetto

$a_d$  Geometria di progetto

$Y_M$  Coefficiente parziale di sicurezza del materiale

##### 9.1.1.9 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:

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

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

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

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

##### 9.1.1.10 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*

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

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

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

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

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

$d$  Altezza utile della sezione (mm)

$b_w$  Larghezza minima della sezione (mm)

*Elementi provvisti di armature resistenti a taglio*

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>78</b>

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

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

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

$$\theta$$

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

$\alpha$

$A_{sw}$

$s$

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

$\alpha_c$

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:

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

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

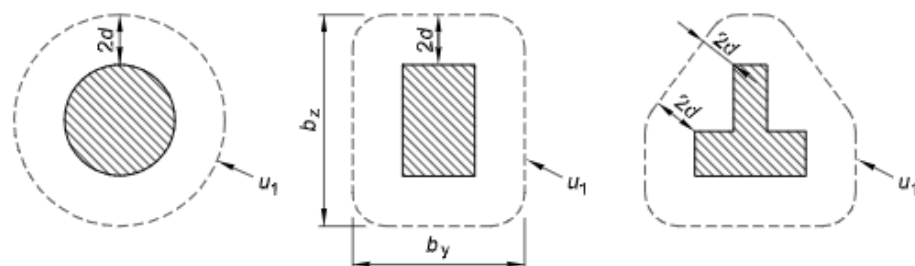
$V_{Ed}$  azione sollecitante di progetto

$u_i$  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



VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	04	002	B	79

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

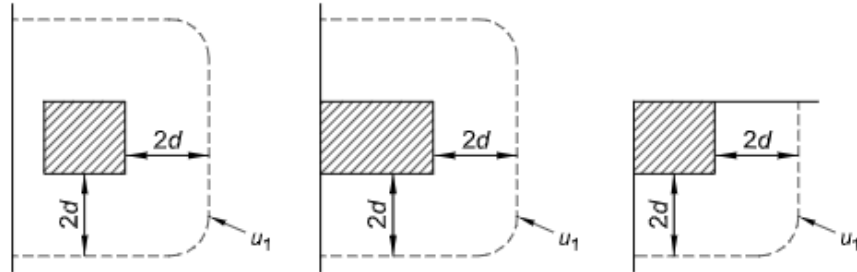


Figura 27 - Schemi aree di carico per diverse geometrie

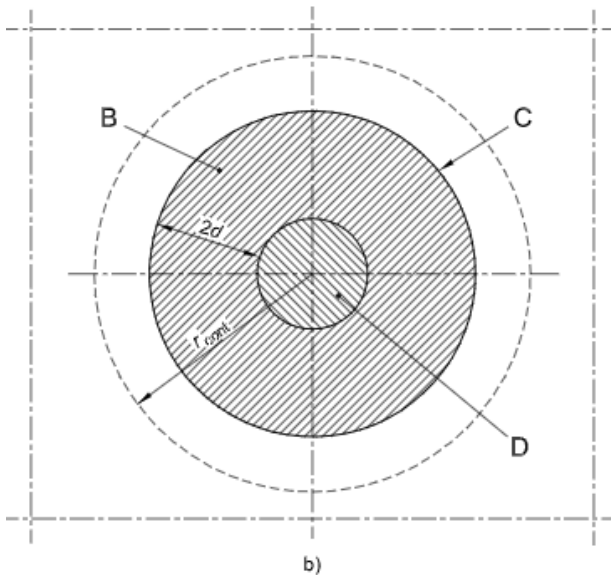
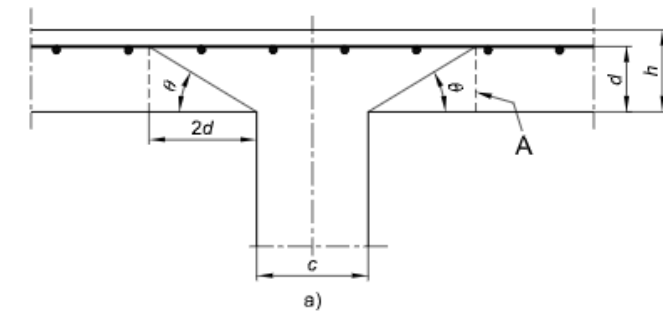


figura 6.12 Modello di verifica a punzonamento allo stato limite ultimo

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 <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>80</b>

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

valore massimo assoluto

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

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

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

$\rho_{1y}, \rho_{1z}$

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

$\alpha$

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

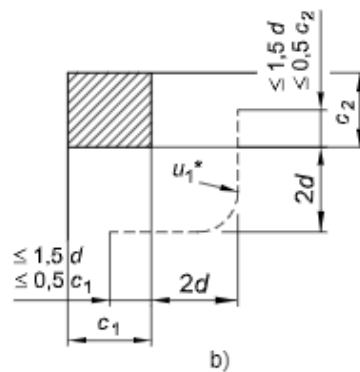
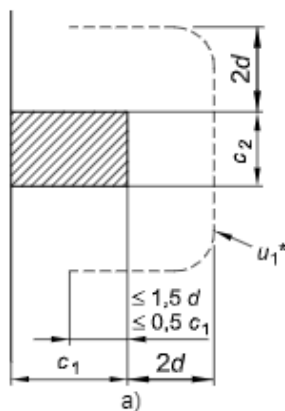


figura 6.20 Perimetro di verifica equivalente  $u_1$ .

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 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGGIO <b>81</b>

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

### 9.1.2.9 Limiti tensionali in esercizio

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

$$E_d \leq C_d$$

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

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

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

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

### 9.1.2.10 Verifiche agli Stati Limite di Fessurazione

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

Combinazioni di azioni	Rara (RA) Quasi Permanente (QP)
Condizioni ambientali	Ordinarie (Gruppo A) Aggressive (Gruppo B) 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 <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>82</b>

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 ( $\Delta_{sm}$ );
- Valutazione della deformazione media delle barre d'armatura ( $\varepsilon_{sm}$ );
- 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 <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>83</b>

## 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		
$\gamma$	$\varphi'$	$c'$
[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[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 carichi 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.

VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	04	002	B	84

## 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.

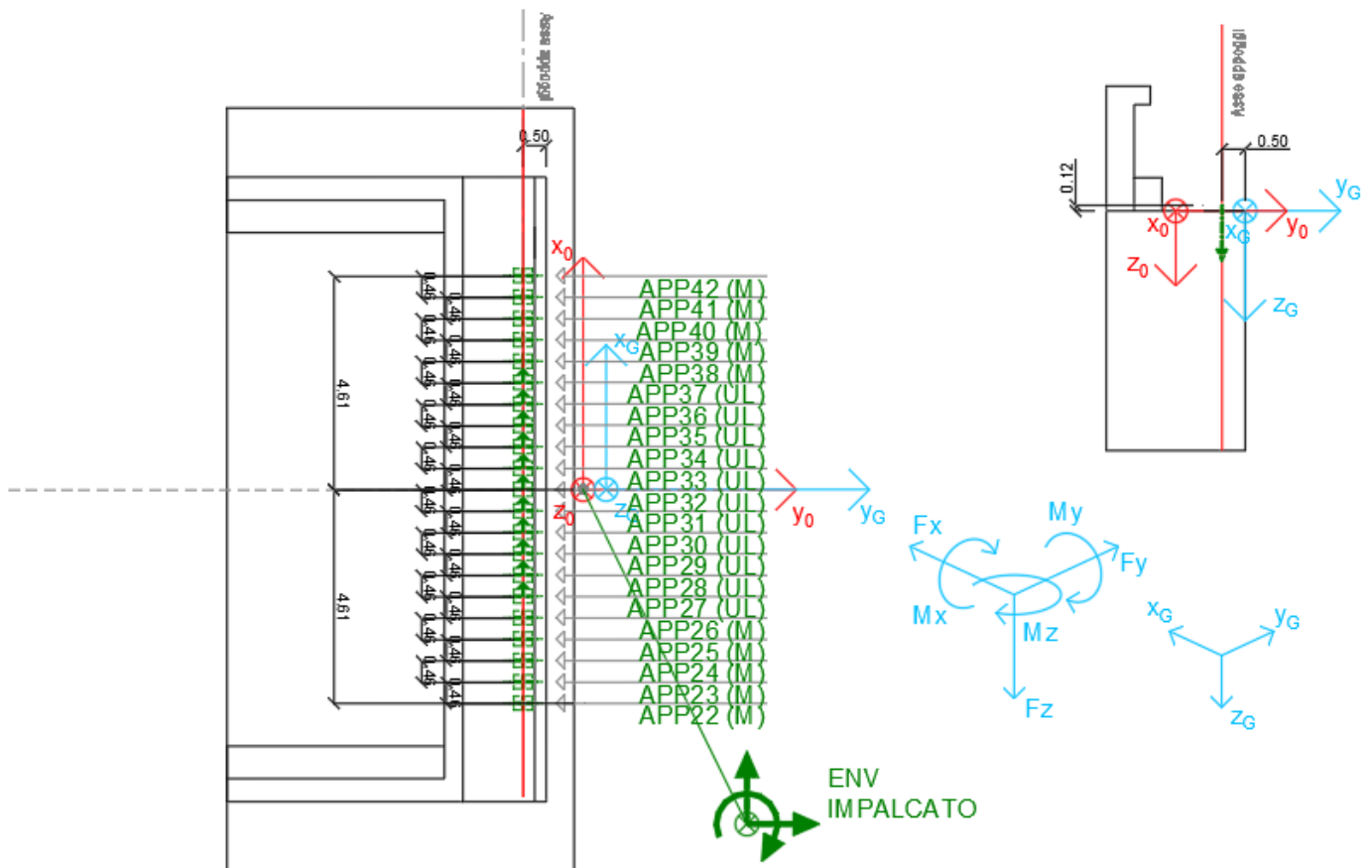


Figura 30 – Sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate sulla sottostruttura

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>85</b>

NOME: SPALLA 2		CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO														
LATO APPOGGI SCORREVOLI (IMPALCATO L=15m)																
APPOGGIO 22 (M)																
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)	
G1 (peso proprio)	0	0	306	-4,60	0,00	-0,12	0	1408	0	0	0	0	306	-153	1408	0
G2,1 (ballast)	0	0	17	-4,60	0,00	-0,12	0	78	0	0	0	0	17	-9	78	0
G2,2 (velette)	0	0	80	-4,60	0,00	-0,12	0	368	0	0	0	0	80	-40	368	0
G2,3 (arredi)	0	0	96	-4,60	0,00	-0,12	0	442	0	0	0	0	96	-48	442	0
G2,4 (barriere)	0	0	180	-4,60	0,00	-0,12	0	826	0	0	0	0	180	-90	826	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-5	-4,60	0,00	-0,12	0	-23	0	0	0	0	-5	3	-23	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-6	-4,60	0,00	-0,12	0	-25	0	0	0	0	-6	3	-25	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-6	-4,60	0,00	-0,12	0	-25	0	0	0	0	-6	3	-25	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-5	-4,60	0,00	-0,12	0	-25	0	0	0	0	-5	3	-25	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-3	-4,60	0,00	-0,12	0	-15	0	0	0	0	-3	2	-15	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-3	-4,60	0,00	-0,12	0	-15	0	0	0	0	-3	2	-15	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-4,60	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-4,60	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-4,60	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	6	-4,60	0,00	-0,12	0	26	0	0	0	0	6	-3	26	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-6	-4,60	0,00	-0,12	0	-28	0	0	0	0	-6	3	-28	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	6	-4,60	0,00	-0,12	0	28	0	0	0	0	6	-3	28	0
Q6 (vento)	0	0	-11	-4,60	0,00	-0,12	0	-49	0	0	0	0	-11	5	-49	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	92	-4,60	0,00	-0,12	0	422	0	0	0	0	92	-46	422	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	-69	-4,60	0,00	-0,12	0	-319	0	0	0	0	-69	35	-319	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	98	-4,60	0,00	-0,12	0	451	0	0	0	0	98	-49	451	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	20	0	-4,60	0,00	-0,12	2	0	-94	0	20	0	2	0	0	-94
Q8 Fa,Q (attrito)	0	3	0	-4,60	0,00	-0,12	0	0	-14	0	3	0	0	0	0	-14
APPOGGIO 23 (M)																
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)	
G1 (peso proprio)	0	0	75	-4,14	0,00	-0,12	0	311	0	0	0	0	75	-38	311	0
G2,1 (ballast)	0	0	40	-4,14	0,00	-0,12	0	166	0	0	0	0	40	-20	166	0
G2,2 (velette)	0	0	-25	-4,14	0,00	-0,12	0	-102	0	0	0	0	-25	12	-102	0
G2,3 (arredi)	0	0	-7	-4,14	0,00	-0,12	0	-28	0	0	0	0	-7	3	-28	0
G2,4 (barriere)	0	0	-40	-4,14	0,00	-0,12	0	-168	0	0	0	0	-40	20	-168	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	0	-4,14	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	0	0	0	-2	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-1	-4,14	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	0	-1	0	-2	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-1	-4,14	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	0	-1	0	-2	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-1	-4,14	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	0	-1	0	-2	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-4,14	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	0	-4,14	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-4,14	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-4,14	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-4,14	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	1	-4,14	0,00	-0,12	0	3	0	0	0	0	1	0	3	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-1	-4,14	0,00	-0,12	0	-3	0	0	0	0	-1	0	-3	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	1	-4,14	0,00	-0,12	0	3	0	0	0	0	1	0	3	0
Q6 (vento)	0	0	-3	-4,14	0,00	-0,12	0	-11	0	0	0	0	-3	1	-11	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	44	-4,14	0,00	-0,12	0	183	0	0	0	0	44	-22	183	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	15	-4,14	0,00	-0,12	0	62	0	0	0	0	15	-7	62	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	57	-4,14	0,00	-0,12	0	236	0	0	0	0	57	-28	236	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	3	0	-4,14	0,00	-0,12	0	0	-14	0	3	0	0	0	0	-14
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	-4,14	0,00	-0,12	0	0	-7	0	2	0	0	0	0	-7
APPOGGIO 24 (M)																
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)	
G1 (peso proprio)	0	0	75	-3,68	0,00	-0,12	0	276	0	0	0	0	75	-38	276	0
G2,1 (ballast)	0	0	47	-3,68	0,00	-0,12	0	173	0	0	0	0	47	-24	173	0
G2,2 (velette)	0	0	0	-3,68	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G2,3 (arredi)	0	0	7	-3,68	0,00	-0,12	0	26	0	0	0	0	7	-4	26	0
G2,4 (barriere)	0	0	4	-3,68	0,00	-0,12	0	16	0	0	0	0	4	-2	16	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	0	-3,68	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	0	-3,68	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	0	-3,68	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	-3,68	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-3,68	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	0	-3,68	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-3,68	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-3,68	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-3,68	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	0	-3,68	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	0	-3,68	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	0	-3,68	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Q6 (vento)	0	0	-2	-3,68	0,00	-0,12	0	-8	0	0	0	0	-2	1	-8	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	45	-3,68	0,00	-0,12	0	166	0	0	0	0	45	-23	166	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	20	-3,68	0,00	-0,12	0	75	0	0	0	0	20	-10	75	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	61	-3,68	0,00	-0,12	0	225	0	0	0	0	61	-31	225	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	4	0	-3,68	0,00	-0,12	0	0	-15	0	4	0	0	0	0	-15
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	-3,68	0,00	-0,12	0	0	-7	0	2	0	0	0	0	-7

<p>MANDATARIA</p>  <p>CONDIZIONE STABILE SOCIETA' CONSORTILE A R.L.</p>	<p>MANDANTI</p> 	<h2 style="margin: 0;">LINEA PESCARA – BARI</h2> <h3 style="margin: 0;">RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</h3>
<p><b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b></p>		

APPOGGIO 25 (M)	F <sub>X0</sub> (kN)	F <sub>Y0</sub> (kN)	F <sub>Z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>X0</sub> (kNm)	M <sub>Y0</sub> (kNm)	M <sub>Z0</sub> (kNm)	F <sub>XG</sub> (m)	F <sub>YG</sub> (m)	F <sub>ZG</sub> (m)	M <sub>XG</sub> (kNm)	M <sub>YG</sub> (kNm)	M <sub>ZG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	75	-3,22	0,00	-0,12	0	242	0	0	0	75	-38	242	0
G2,1 (ballast)	0	0	48	-3,22	0,00	-0,12	0	155	0	0	0	48	-24	155	0
G2,2 (velette)	0	0	-4	-3,22	0,00	-0,12	0	-12	0	0	0	-4	2	-12	0
G2,3 (arredi)	0	0	3	-3,22	0,00	-0,12	0	9	0	0	0	3	-1	9	0
G2,4 (barriere)	0	0	-4	-3,22	0,00	-0,12	0	-12	0	0	0	-4	2	-12	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	5	-3,22	0,00	-0,12	0	17	0	0	0	5	-3	17	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	6	-3,22	0,00	-0,12	0	18	0	0	0	6	-3	18	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	6	-3,22	0,00	-0,12	0	18	0	0	0	6	-3	18	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	5	-3,22	0,00	-0,12	0	18	0	0	0	5	-3	18	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	3	-3,22	0,00	-0,12	0	11	0	0	0	3	-2	11	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	3	-3,22	0,00	-0,12	0	11	0	0	0	3	-2	11	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-3,22	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-3,22	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-3,22	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	0	-3,22	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	0	-3,22	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	0	-3,22	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q6 (vento)	0	0	-1	-3,22	0,00	-0,12	0	-2	0	0	0	-1	0	-2	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	39	-3,22	0,00	-0,12	0	125	0	0	0	39	-19	125	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	34	-3,22	0,00	-0,12	0	111	0	0	0	34	-17	111	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	63	-3,22	0,00	-0,12	0	202	0	0	0	63	-31	202	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	4	0	-3,22	0,00	-0,12	0	0	-12	0	4	0	0	0	-12
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	-3,22	0,00	-0,12	0	0	-6	0	2	0	0	0	-6
APPOGGIO 26 (M)	F <sub>X0</sub> (kN)	F <sub>Y0</sub> (kN)	F <sub>Z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>X0</sub> (kNm)	M <sub>Y0</sub> (kNm)	M <sub>Z0</sub> (kNm)	F <sub>XG</sub> (m)	F <sub>YG</sub> (m)	F <sub>ZG</sub> (m)	M <sub>XG</sub> (kNm)	M <sub>YG</sub> (kNm)	M <sub>ZG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	75	-2,76	0,00	-0,12	0	207	0	0	0	75	-38	207	0
G2,1 (ballast)	0	0	49	-2,76	0,00	-0,12	0	135	0	0	0	49	-25	135	0
G2,2 (velette)	0	0	-1	-2,76	0,00	-0,12	0	-4	0	0	0	-1	1	-4	0
G2,3 (arredi)	0	0	3	-2,76	0,00	-0,12	0	9	0	0	0	3	-2	9	0
G2,4 (barriere)	0	0	0	-2,76	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	28	-2,76	0,00	-0,12	0	76	0	0	0	28	-14	76	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	30	-2,76	0,00	-0,12	0	84	0	0	0	30	-15	84	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	30	-2,76	0,00	-0,12	0	84	0	0	0	30	-15	84	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	29	-2,76	0,00	-0,12	0	81	0	0	0	29	-15	81	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	18	-2,76	0,00	-0,12	0	51	0	0	0	18	-9	51	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	18	-2,76	0,00	-0,12	0	51	0	0	0	18	-9	51	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-2,76	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-2,76	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-2,76	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-2	-2,76	0,00	-0,12	0	-6	0	0	0	-2	1	-6	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	3	-2,76	0,00	-0,12	0	7	0	0	0	3	-1	7	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-3	-2,76	0,00	-0,12	0	-7	0	0	0	-3	1	-7	0
Q6 (vento)	0	0	6	-2,76	0,00	-0,12	0	17	0	0	0	6	-3	17	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-15	-2,76	0,00	-0,12	0	-41	0	0	0	-15	7	-41	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	98	-2,76	0,00	-0,12	0	270	0	0	0	98	-49	270	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	4	-2,76	0,00	-0,12	0	11	0	0	0	4	-2	11	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	4	0	-2,76	0,00	-0,12	0	0	-11	0	4	0	0	0	-11
Q8 Fa,Q (attrito)	0	3	0	-2,76	0,00	-0,12	0	0	-8	0	3	0	0	0	-8
APPOGGIO 27 (UL)	F <sub>X0</sub> (kN)	F <sub>Y0</sub> (kN)	F <sub>Z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>X0</sub> (kNm)	M <sub>Y0</sub> (kNm)	M <sub>Z0</sub> (kNm)	F <sub>XG</sub> (m)	F <sub>YG</sub> (m)	F <sub>ZG</sub> (m)	M <sub>XG</sub> (kNm)	M <sub>YG</sub> (kNm)	M <sub>ZG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	75	-2,30	0,00	-0,12	0	173	0	0	0	75	-38	173	0
G2,1 (ballast)	2	0	49	-2,30	0,00	-0,12	0	112	0	2	0	49	-25	112	1
G2,2 (velette)	-3	0	-1	-2,30	0,00	-0,12	0	-3	0	-3	0	-1	1	-3	-1
G2,3 (arredi)	-5	0	3	-2,30	0,00	-0,12	0	7	0	-5	0	3	-1	7	-2
G2,4 (barriere)	-7	0	0	-2,30	0,00	-0,12	0	0	0	-7	0	0	0	0	-4
Q3,a B1-SW2 (aw)	9	0	-50	-2,30	0,00	-0,12	0	-116	0	9	0	-50	25	-116	4
Q3,a B1-LM71 (aw)	-10	0	-55	-2,30	0,00	-0,12	0	-126	0	-10	0	-55	28	-126	-5
Q3,a B2-LM71 (aw)	10	0	-55	-2,30	0,00	-0,12	0	-128	0	10	0	-55	28	-128	5
Q3,f B1-SW2 (fren)	10	0	-53	-2,30	0,00	-0,12	0	-124	0	10	0	-53	27	-124	5
Q3,f B1-LM71 (fren)	-6	0	-33	-2,30	0,00	-0,12	0	-76	0	-6	0	-33	17	-76	-3
Q3,f B2-LM71 (fren)	6	0	-33	-2,30	0,00	-0,12	0	-78	0	6	0	-33	17	-78	3
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-2,30	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-2,30	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-2,30	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	5	0	10	-2,30	0,00	-0,12	0	23	0	5	0	10	-5	23	2
Q5 B1-LM71 (serp)	5	0	-11	-2,30	0,00	-0,12	0	-26	0	5	0	-11	5	-26	3
Q5 B2-LM71 (serp)	5	0	11	-2,30	0,00	-0,12	0	25	0	5	0	11	-5	25	3
Q6 (vento)	1	0	-18	-2,30	0,00	-0,12	0	-42	0	1	0	-18	9	-42	1
Q1 LM71_B1 (traffico)	3	0	202	-2,30	0,00	-0,12	0	463	0	3	0	202	-101	463	2
Q1 LM71_B2 (traffico)	6	0	-148	-2,30	0,00	-0,12	0	-341	0	6	0	-148	74	-341	3
Q1 SW2_B1 (traffico)	-2	0	246	-2,30	0,00	-0,12	0	567	0	-2	0	246	-123	567	-1
Q8 Fa,G (attrito)	0	4	0	-2,30	0,00	-0,12	0	0	-9	0	4	0	0	0	-9
Q8 Fa,Q (attrito)	0	7	0	-2,30	0,00	-0,12	1	0	-17	0	7	0	1	0	-17

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>87</b>

APPOGGIO 28 (UL)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	75	-1,84	0,00	-0,12	0	138	0	0	0	75	-38	138	0
G2,1 (ballast)	2	0	49	-1,84	0,00	-0,12	0	90	0	2	0	49	-25	90	1
G2,2 (velette)	-2	0	-1	-1,84	0,00	-0,12	0	-1	0	-2	0	-1	0	-1	-1
G2,3 (arredi)	-3	0	3	-1,84	0,00	-0,12	0	7	0	-3	0	3	-2	7	-2
G2,4 (barriere)	-5	0	1	-1,84	0,00	-0,12	0	3	0	-5	0	1	-1	3	-3
Q3,a B1-SW2 (aw)	4	0	1	-1,84	0,00	-0,12	0	2	0	4	0	1	-1	2	2
Q3,a B1-LM71 (aw)	-4	0	2	-1,84	0,00	-0,12	0	3	0	-4	0	2	-1	3	-2
Q3,a B2-LM71 (aw)	4	0	2	-1,84	0,00	-0,12	0	2	0	4	0	2	-1	2	2
Q3,f B1-SW2 (fren)	4	0	2	-1,84	0,00	-0,12	0	2	0	4	0	2	-1	2	2
Q3,f B1-LM71 (fren)	-3	0	1	-1,84	0,00	-0,12	0	2	0	-3	0	1	0	2	-1
Q3,f B2-LM71 (fren)	3	0	1	-1,84	0,00	-0,12	0	1	0	3	0	1	0	1	1
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-1,84	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-1,84	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-1,84	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	5	0	0	-1,84	0,00	-0,12	0	-2	0	5	0	0	0	-2	3
Q5 B1-LM71 (serp)	6	0	1	-1,84	0,00	-0,12	0	0	0	6	0	1	0	0	3
Q5 B2-LM71 (serp)	6	0	-1	-1,84	0,00	-0,12	0	-2	0	6	0	-1	0	-2	3
Q6 (vento)	0	0	0	-1,84	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	-10	0	47	-1,84	0,00	-0,12	0	87	0	-10	0	47	-23	87	-5
Q1 LM71_B2 (traffico)	-9	0	34	-1,84	0,00	-0,12	0	63	0	-9	0	34	-17	63	-5
Q1 SW2_B1 (traffico)	12	0	76	-1,84	0,00	-0,12	0	138	0	12	0	76	-38	138	6
Q8 Fa,G (attrito)	0	4	0	-1,84	0,00	-0,12	0	0	-7	0	4	0	0	0	-7
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	-1,84	0,00	-0,12	0	0	-4	0	2	0	0	0	-4
APPOGGIO 29 (UL)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	75	-1,38	0,00	-0,12	0	104	0	0	0	75	-38	104	0
G2,1 (ballast)	1	0	50	-1,38	0,00	-0,12	0	69	0	1	0	50	-25	69	1
G2,2 (velette)	-2	0	0	-1,38	0,00	-0,12	0	0	0	-2	0	0	0	0	-1
G2,3 (arredi)	-2	0	3	-1,38	0,00	-0,12	0	5	0	-2	0	3	-2	5	-1
G2,4 (barriere)	-4	0	1	-1,38	0,00	-0,12	0	2	0	-4	0	1	-1	2	-2
Q3,a B1-SW2 (aw)	2	0	1	-1,38	0,00	-0,12	0	1	0	2	0	1	0	1	1
Q3,a B1-LM71 (aw)	-2	0	1	-1,38	0,00	-0,12	0	2	0	-2	0	1	-1	2	-1
Q3,a B2-LM71 (aw)	2	0	1	-1,38	0,00	-0,12	0	1	0	2	0	1	-1	1	1
Q3,f B1-SW2 (fren)	2	0	1	-1,38	0,00	-0,12	0	1	0	2	0	1	-1	1	1
Q3,f B1-LM71 (fren)	-1	0	1	-1,38	0,00	-0,12	0	1	0	-1	0	1	0	1	-1
Q3,f B2-LM71 (fren)	1	0	1	-1,38	0,00	-0,12	0	1	0	1	0	1	0	1	1
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-1,38	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-1,38	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-1,38	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	5	0	-1	-1,38	0,00	-0,12	0	-2	0	5	0	-1	0	-2	3
Q5 B1-LM71 (serp)	6	0	1	-1,38	0,00	-0,12	0	0	0	6	0	1	0	0	3
Q5 B2-LM71 (serp)	6	0	-1	-1,38	0,00	-0,12	0	-2	0	6	0	-1	0	-2	3
Q6 (vento)	-1	0	0	-1,38	0,00	-0,12	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	-15	0	44	-1,38	0,00	-0,12	0	62	0	-15	0	44	-22	62	-7
Q1 LM71_B2 (traffico)	-15	0	35	-1,38	0,00	-0,12	0	50	0	-15	0	35	-18	50	-8
Q1 SW2_B1 (traffico)	17	0	73	-1,38	0,00	-0,12	0	98	0	17	0	73	-36	98	9
Q8 Fa,G (attrito)	0	4	0	-1,38	0,00	-0,12	0	0	-5	0	4	0	0	0	-5
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	-1,38	0,00	-0,12	0	0	-3	0	2	0	0	0	-3
APPOGGIO 30 (UL)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	75	-0,92	0,00	-0,12	0	69	0	0	0	75	-38	69	0
G2,1 (ballast)	1	0	50	-0,92	0,00	-0,12	0	46	0	1	0	50	-25	46	1
G2,2 (velette)	-1	0	0	-0,92	0,00	-0,12	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
G2,3 (arredi)	-2	0	3	-0,92	0,00	-0,12	0	3	0	-2	0	3	-2	3	-1
G2,4 (barriere)	-2	0	1	-0,92	0,00	-0,12	0	1	0	-2	0	1	-1	1	-1
Q3,a B1-SW2 (aw)	1	0	-2	-0,92	0,00	-0,12	0	-2	0	1	0	-2	1	-2	1
Q3,a B1-LM71 (aw)	-1	0	-3	-0,92	0,00	-0,12	0	-2	0	-1	0	-3	1	-2	-1
Q3,a B2-LM71 (aw)	1	0	-3	-0,92	0,00	-0,12	0	-3	0	1	0	-3	1	-3	1
Q3,f B1-SW2 (fren)	1	0	-3	-0,92	0,00	-0,12	0	-2	0	1	0	-3	1	-2	1
Q3,f B1-LM71 (fren)	-1	0	-2	-0,92	0,00	-0,12	0	-1	0	-1	0	-2	1	-1	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	1	0	-2	-0,92	0,00	-0,12	0	-2	0	1	0	-2	1	-2	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-0,92	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-0,92	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-0,92	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	5	0	0	-0,92	0,00	-0,12	0	-1	0	5	0	0	0	-1	3
Q5 B1-LM71 (serp)	6	0	0	-0,92	0,00	-0,12	0	-1	0	6	0	0	0	-1	3
Q5 B2-LM71 (serp)	6	0	0	-0,92	0,00	-0,12	0	-1	0	6	0	0	0	-1	3
Q6 (vento)	-1	0	-1	-0,92	0,00	-0,12	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	-16	0	49	-0,92	0,00	-0,12	0	47	0	-16	0	49	-24	47	-8
Q1 LM71_B2 (traffico)	-17	0	26	-0,92	0,00	-0,12	0	26	0	-17	0	26	-13	26	-8
Q1 SW2_B1 (traffico)	19	0	77	-0,92	0,00	-0,12	0	69	0	19	0	77	-39	69	9
Q8 Fa,G (attrito)	0	4	0	-0,92	0,00	-0,12	0	0	-4	0	4	0	0	0	-4
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	-0,92	0,00	-0,12	0	0	-2	0	2	0	0	0	-2



**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>88</b>

APPOGGIO 31 (UL)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	75	-0,46	0,00	-0,12	0	35	0	0	0	75	-38	35	0
G2,1 (ballast)	0	0	50	-0,46	0,00	-0,12	0	23	0	0	0	50	-25	23	0
G2,2 (velette)	0	0	0	-0,46	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G2,3 (arredi)	-1	0	3	-0,46	0,00	-0,12	0	1	0	-1	0	3	-1	1	0
G2,4 (barriere)	-1	0	1	-0,46	0,00	-0,12	0	1	0	-1	0	1	-1	1	-1
Q3,a B1-SW2 (aw)	1	0	-3	-0,46	0,00	-0,12	0	-1	0	1	0	-3	2	-1	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	-1	0	-3	-0,46	0,00	-0,12	0	-1	0	-1	0	-3	2	-1	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	1	0	-3	-0,46	0,00	-0,12	0	-2	0	1	0	-3	2	-2	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	1	0	-3	-0,46	0,00	-0,12	0	-2	0	1	0	-3	2	-2	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-2	-0,46	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	-2	1	-1	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-2	-0,46	0,00	-0,12	0	-1	0	0	0	-2	1	-1	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-0,46	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-0,46	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-0,46	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	5	0	0	-0,46	0,00	-0,12	0	-1	0	5	0	0	0	0	-1
Q5 B1-LM71 (serp)	6	0	0	-0,46	0,00	-0,12	0	-1	0	6	0	0	0	0	-1
Q5 B2-LM71 (serp)	6	0	0	-0,46	0,00	-0,12	0	-1	0	6	0	0	0	0	-1
Q6 (vento)	-1	0	-1	-0,46	0,00	-0,12	0	0	0	-1	0	-1	0	0	-1
Q1 LM71_B1 (traffico)	-17	0	42	-0,46	0,00	-0,12	0	22	0	-17	0	42	-21	22	-8
Q1 LM71_B2 (traffico)	-17	0	28	-0,46	0,00	-0,12	0	15	0	-17	0	28	-14	15	-9
Q1 SW2_B1 (traffico)	20	0	63	-0,46	0,00	-0,12	0	26	0	20	0	63	-31	26	10
Q8 Fa,G (attrito)	0	4	0	-0,46	0,00	-0,12	0	0	-2	0	4	0	0	0	-2
Q8 Fa,Q (attrito)	0	2	0	-0,46	0,00	-0,12	0	0	-1	0	2	0	0	0	-1
APPOGGIO 32 (UL)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	75	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	75	-38	0	0
G2,1 (ballast)	0	0	51	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	51	-26	0	0
G2,2 (velette)	0	0	0	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G2,3 (arredi)	0	0	3	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	3	-1	0	0
G2,4 (barriere)	0	0	1	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	1	-1	0	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-3	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	-3	1	0	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-3	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	-3	2	0	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-3	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	-3	2	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-3	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	-3	2	0	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-2	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	-2	1	0	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-2	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	-2	1	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	5	0	0	0,00	0,00	-0,12	0	-1	0	5	0	0	0	0	-1
Q5 B1-LM71 (serp)	6	0	0	0,00	0,00	-0,12	0	-1	0	6	0	0	0	0	-1
Q5 B2-LM71 (serp)	6	0	0	0,00	0,00	-0,12	0	-1	0	6	0	0	0	0	-1
Q6 (vento)	-1	0	0	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
Q1 LM71_B1 (traffico)	-17	0	34	0,00	0,00	-0,12	0	2	0	-17	0	34	-17	2	-9
Q1 LM71_B2 (traffico)	-17	0	34	0,00	0,00	-0,12	0	2	0	-17	0	34	-17	2	-9
Q1 SW2_B1 (traffico)	20	0	45	0,00	0,00	-0,12	0	-2	0	20	0	45	-22	-2	10
Q8 Fa,G (attrito)	0	4	0	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	4	0	0	0	0
Q8 Fa,Q (attrito)	0	1	0	0,00	0,00	-0,12	0	0	0	0	1	0	0	0	0
APPOGGIO 33 (UL)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	75	0,46	0,00	-0,12	0	-35	0	0	0	75	-38	-35	0
G2,1 (ballast)	0	0	50	0,46	0,00	-0,12	0	-23	0	0	0	50	-25	-23	0
G2,2 (velette)	0	0	0	0,46	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G2,3 (arredi)	1	0	3	0,46	0,00	-0,12	0	-1	0	1	0	3	-1	-1	0
G2,4 (barriere)	1	0	1	0,46	0,00	-0,12	0	-1	0	1	0	1	-1	-1	1
Q3,a B1-SW2 (aw)	-1	0	-3	0,46	0,00	-0,12	0	1	0	-1	0	-3	2	1	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	1	0	-3	0,46	0,00	-0,12	0	1	0	1	0	-3	2	1	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	-1	0	-3	0,46	0,00	-0,12	0	2	0	-1	0	-3	2	2	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	-1	0	-3	0,46	0,00	-0,12	0	2	0	-1	0	-3	2	2	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-2	0,46	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	-2	1	1	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-2	0,46	0,00	-0,12	0	1	0	0	0	-2	1	1	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	0,46	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	0,46	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	0,46	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	5	0	0	0,46	0,00	-0,12	0	-1	0	5	0	0	0	0	-1
Q5 B1-LM71 (serp)	6	0	0	0,46	0,00	-0,12	0	-1	0	6	0	0	0	0	-1
Q5 B2-LM71 (serp)	6	0	0	0,46	0,00	-0,12	0	-1	0	6	0	0	0	0	-1
Q6 (vento)	-1	0	1	0,46	0,00	-0,12	0	0	0	-1	0	1	0	0	-1
Q1 LM71_B1 (traffico)	-17	0	28	0,46	0,00	-0,12	0	-11	0	-17	0	28	-14	-11	-9
Q1 LM71_B2 (traffico)	-17	0	42	0,46	0,00	-0,12	0	-17	0	-17	0	42	-21	-17	-8
Q1 SW2_B1 (traffico)	20	0	36	0,46	0,00	-0,12	0	-19	0	20	0	36	-18	-19	10
Q8 Fa,G (attrito)	0	4	0	0,46	0,00	-0,12	0	0	2	0	4	0	0	0	2
Q8 Fa,Q (attrito)	0	1	0	0,46	0,00	-0,12	0	0	1	0	1	0	0	0	1

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>89</b>

APPOGGIO 34 (UL)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	75	0,92	0,00	-0,12	0	-69	0	0	0	75	-38	-69	0
G2,1 (ballast)	-1	0	50	0,92	0,00	-0,12	0	-46	0	-1	0	50	-25	-46	-1
G2,2 (velette)	1	0	0	0,92	0,00	-0,12	0	0	0	1	0	0	0	0	0
G2,3 (arredi)	2	0	3	0,92	0,00	-0,12	0	-3	0	2	0	3	-2	-3	1
G2,4 (barriere)	2	0	1	0,92	0,00	-0,12	0	-1	0	2	0	1	-1	-1	1
Q3,a B1-SW2 (aw)	-1	0	-2	0,92	0,00	-0,12	0	2	0	-1	0	-2	1	2	-1
Q3,a B1-LM71 (aw)	1	0	-3	0,92	0,00	-0,12	0	2	0	1	0	-3	1	2	1
Q3,a B2-LM71 (aw)	-1	0	-3	0,92	0,00	-0,12	0	3	0	-1	0	-3	1	3	-1
Q3,f B1-SW2 (fren)	-1	0	-3	0,92	0,00	-0,12	0	2	0	-1	0	-3	1	2	-1
Q3,f B1-LM71 (fren)	1	0	-2	0,92	0,00	-0,12	0	1	0	1	0	-2	1	1	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	-1	0	-2	0,92	0,00	-0,12	0	2	0	-1	0	-2	1	2	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	0,92	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	0,92	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	0,92	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	5	0	0	0,92	0,00	-0,12	0	-1	0	5	0	0	0	-1	3
Q5 B1-LM71 (serp)	6	0	0	0,92	0,00	-0,12	0	-1	0	6	0	0	0	-1	3
Q5 B2-LM71 (serp)	6	0	0	0,92	0,00	-0,12	0	-1	0	6	0	0	0	-1	3
Q6 (vento)	-1	0	1	0,92	0,00	-0,12	0	-1	0	-1	0	1	0	-1	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	-17	0	26	0,92	0,00	-0,12	0	-22	0	-17	0	26	-13	-22	-8
Q1 LM71_B2 (traffico)	-16	0	49	0,92	0,00	-0,12	0	-43	0	-16	0	49	-24	-43	-8
Q1 SW2_B1 (traffico)	20	0	33	0,92	0,00	-0,12	0	-33	0	20	0	33	-16	-33	10
Q8 Fa,G (attrito)	0	4	0	0,92	0,00	-0,12	0	0	4	0	4	0	0	0	4
Q8 Fa,Q (attrito)	0	1	0	0,92	0,00	-0,12	0	0	1	0	1	0	0	0	1
APPOGGIO 35 (UL)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	75	1,38	0,00	-0,12	0	-104	0	0	0	75	-38	-104	0
G2,1 (ballast)	-1	0	50	1,38	0,00	-0,12	0	-69	0	-1	0	50	-25	-69	-1
G2,2 (velette)	2	0	0	1,38	0,00	-0,12	0	0	0	2	0	0	0	0	1
G2,3 (arredi)	2	0	3	1,38	0,00	-0,12	0	-5	0	2	0	3	-2	-5	1
G2,4 (barriere)	4	0	1	1,38	0,00	-0,12	0	-2	0	4	0	1	-1	-2	2
Q3,a B1-SW2 (aw)	-2	0	1	1,38	0,00	-0,12	0	-1	0	-2	0	1	0	-1	-1
Q3,a B1-LM71 (aw)	2	0	1	1,38	0,00	-0,12	0	-2	0	2	0	1	-1	-2	1
Q3,a B2-LM71 (aw)	-2	0	1	1,38	0,00	-0,12	0	-1	0	-2	0	1	-1	-1	-1
Q3,f B1-SW2 (fren)	-2	0	1	1,38	0,00	-0,12	0	-1	0	-2	0	1	-1	-1	-1
Q3,f B1-LM71 (fren)	1	0	1	1,38	0,00	-0,12	0	-1	0	1	0	1	0	-1	1
Q3,f B2-LM71 (fren)	-1	0	1	1,38	0,00	-0,12	0	-1	0	-1	0	1	0	-1	-1
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	1,38	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	1,38	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	1,38	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	5	0	1	1,38	0,00	-0,12	0	-2	0	5	0	1	0	-2	3
Q5 B1-LM71 (serp)	6	0	-1	1,38	0,00	-0,12	0	0	0	6	0	-1	0	0	3
Q5 B2-LM71 (serp)	6	0	1	1,38	0,00	-0,12	0	-2	0	6	0	1	0	-2	3
Q6 (vento)	-1	0	0	1,38	0,00	-0,12	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	-15	0	35	1,38	0,00	-0,12	0	-47	0	-15	0	35	-18	-47	-8
Q1 LM71_B2 (traffico)	-15	0	44	1,38	0,00	-0,12	0	-58	0	-15	0	44	-22	-58	-7
Q1 SW2_B1 (traffico)	18	0	42	1,38	0,00	-0,12	0	-61	0	18	0	42	-21	-61	9
Q8 Fa,G (attrito)	0	4	0	1,38	0,00	-0,12	0	0	5	0	4	0	0	0	5
Q8 Fa,Q (attrito)	0	1	0	1,38	0,00	-0,12	0	0	2	0	1	0	0	0	2
APPOGGIO 36 (UL)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	75	1,84	0,00	-0,12	0	-138	0	0	0	75	-38	-138	0
G2,1 (ballast)	-2	0	49	1,84	0,00	-0,12	0	-90	0	-2	0	49	-25	-90	-1
G2,2 (velette)	2	0	-1	1,84	0,00	-0,12	0	1	0	2	0	-1	0	1	1
G2,3 (arredi)	3	0	3	1,84	0,00	-0,12	0	-7	0	3	0	3	-2	-7	2
G2,4 (barriere)	5	0	1	1,84	0,00	-0,12	0	-3	0	5	0	1	-1	-3	3
Q3,a B1-SW2 (aw)	-4	0	1	1,84	0,00	-0,12	0	-2	0	-4	0	1	-1	-2	-2
Q3,a B1-LM71 (aw)	4	0	2	1,84	0,00	-0,12	0	-3	0	4	0	2	-1	-3	2
Q3,a B2-LM71 (aw)	-4	0	2	1,84	0,00	-0,12	0	-2	0	-4	0	2	-1	-2	-2
Q3,f B1-SW2 (fren)	-4	0	2	1,84	0,00	-0,12	0	-2	0	-4	0	2	-1	-2	-2
Q3,f B1-LM71 (fren)	3	0	1	1,84	0,00	-0,12	0	-2	0	3	0	1	0	-2	1
Q3,f B2-LM71 (fren)	-3	0	1	1,84	0,00	-0,12	0	-1	0	-3	0	1	0	-1	-1
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	1,84	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	1,84	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	1,84	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	5	0	0	1,84	0,00	-0,12	0	-2	0	5	0	0	0	-2	3
Q5 B1-LM71 (serp)	6	0	-1	1,84	0,00	-0,12	0	0	0	6	0	-1	0	0	3
Q5 B2-LM71 (serp)	6	0	1	1,84	0,00	-0,12	0	-2	0	6	0	1	0	-2	3
Q6 (vento)	0	0	0	1,84	0,00	-0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	-9	0	34	1,84	0,00	-0,12	0	-61	0	-9	0	34	-17	-61	-5
Q1 LM71_B2 (traffico)	-10	0	47	1,84	0,00	-0,12	0	-84	0	-10	0	47	-23	-84	-5
Q1 SW2_B1 (traffico)	11	0	40	1,84	0,00	-0,12	0	-75	0	11	0	40	-20	-75	6
Q8 Fa,G (attrito)	0	4	0	1,84	0,00	-0,12	0	0	7	0	4	0	0	0	7
Q8 Fa,Q (attrito)	0	1	0	1,84	0,00	-0,12	0	0	3	0	1	0	0	0	3





**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>92</b>

Tipo azione	Descrizione azione	V <sub>trasv</sub> Fx [kN]	V <sub>long</sub> Fy [kN]	N <sub>vert</sub> Fz [kN]	M <sub>long</sub> Mx [kNm]	M <sub>trasv</sub> My [kNm]	M <sub>torc</sub> Mz [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	2039	-1020	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	0	949	-475	0	0
Gk2v	G2,2 (arredi vari)	0	0	623	-312	0	0
Qk3a Avviamento	Traffico 1	0	0	-60	30	0	0
	Traffico 2	0	0	-55	27	0	0
	Traffico 3	0	0	-55	27	0	0
Qk3f Frenatura	Traffico 1	0	0	-37	18	0	0
	Traffico 2	0	0	-37	18	0	0
	Traffico 3	0	0	-58	29	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	125	0	0	0	-15	63
	Traffico 2	120	0	0	0	169	60
	Traffico 3	58	0	0	0	81	29
Qk6 vento	Q6 (vento)	-4	0	0	0	-191	-2
Qk1 Treno	Traffico 1	-250	0	1390	-695	30	-125
	Traffico 2	22	0	1652	-826	487	11
	Traffico 3	147	0	957	-478	1994	74
Qk2g attrito	Q8 Fa,G (attrito)	0	113	0	14	0	0
Qk2q attrito	Q8 Fa,Q (attrito)	0	50	0	6	0	-12

*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**

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>93</b>

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>94</b>

INVILUPPO: SLU		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLU3	7347	203	780	226	-3646	84
N <sub>vert</sub> Min	SLU18	3612	0	0	-150	-1824	9
V <sub>trasv</sub> Max	SLU11	4917	294	2837	226	-2431	130
V <sub>trasv</sub> Min	SLU8	5486	-275	-139	226	-2716	-155
M <sub>trasv</sub> Max	SLU5	6324	294	2837	226	-3135	130
M <sub>trasv</sub> Min	SLU14	3612	-5	-286	-113	-1819	-3
V <sub>long</sub> Max	SLU12	4835	252	2779	226	-2391	109
V <sub>long</sub> Min	SLU18	3612	0	0	-150	-1824	9
M <sub>long</sub> Max	SLU17	3612	0	0	150	-1788	-9
M <sub>long</sub> Min	SLU3	7347	203	780	226	-3646	84
M <sub>torc</sub> Max	SLU11	4917	294	2837	226	-2431	130
M <sub>torc</sub> Min	SLU8	5486	-275	-139	226	-2716	-155

Tabella 31 – ENV SLU - Azioni totali inviluppo

INVILUPPO: SLE RA		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	RA3	5190	140	542	164	-2575	58
N <sub>vert</sub> Min	RA15	3612	0	0	164	-1786	-12
V <sub>trasv</sub> Max	RA5	4478	203	1961	139	-2222	95
V <sub>trasv</sub> Min	RA8	4904	-152	-96	-164	-2472	-64
M <sub>trasv</sub> Max	RA5	4478	203	1961	139	-2222	95
M <sub>trasv</sub> Min	RA13	3612	-4	-191	-113	-1819	-2
V <sub>long</sub> Max	RA15	3612	0	0	164	-1786	-12
V <sub>long</sub> Min	RA10	5172	116	508	-164	-2606	70
M <sub>long</sub> Max	RA15	3612	0	0	164	-1786	-12
M <sub>long</sub> Min	RA9	5190	140	542	-164	-2615	82
M <sub>torc</sub> Max	RA11	4478	203	1961	-139	-2256	107
M <sub>torc</sub> Min	RA2	4904	-152	-96	164	-2433	-88
INVILUPPO: SLE QP		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	QP3	3612	0	0	113	-1792	0
N <sub>vert</sub> Min	QP2	3612	0	0	-113	-1819	0
V <sub>trasv</sub> Max	QP3	3612	0	0	113	-1792	0
V <sub>trasv</sub> Min	QP2	3612	0	0	-113	-1819	0
M <sub>trasv</sub> Max	QP3	3612	0	0	113	-1792	0
M <sub>trasv</sub> Min	QP2	3612	0	0	-113	-1819	0

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69: Relazione di calcolo Spalla S2</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	95

V <sub>long</sub> Max	QP3	3612	0	0	113	-1792	0
V <sub>long</sub> Min	QP2	3612	0	0	-113	-1819	0
M <sub>long</sub> Max	QP3	3612	0	0	113	-1792	0
M <sub>long</sub> Min	QP2	3612	0	0	-113	-1819	0
M <sub>torc</sub> Max	QP2	3612	0	0	-113	-1819	0
M <sub>torc</sub> Min	QP3	3612	0	0	113	-1792	0

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



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>96</b>

## 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.

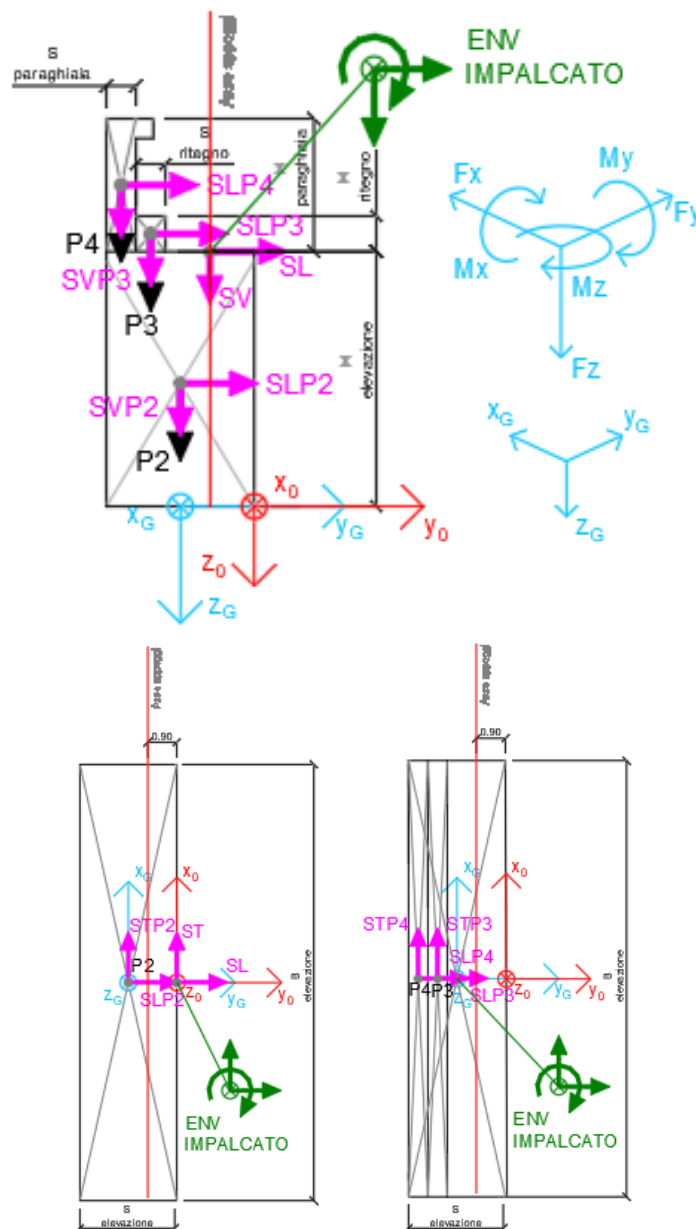


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGGIO <b>97</b>

### 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	685	0	0,00	-1,10	-1,75	1199	0	0							
	SLP3	0	0	0	0,00	-1,80	-3,50	0	0	0							
	SLP4	0	37	0	0,00	-2,00	-4,03	150	0	0							
		0	723	0				1349	0	0	0	723	0	1349	0	0	
Sisma trasv	STP2	685	0	0	0,00	-1,10	-1,75	0	-1199	754							
	STP3	0	0	0	0,00	-1,80	-3,50	0	0	0							
	STP4	37	0	0	0,00	-2,00	-4,03	0	-150	75							
		723	0	0				0	-1349	828	723	0	0	0	-1349	34	
Sisma vert	SVP2	0	0	343	0,00	-1,10	-1,75	-377	0	0							
	SVP3	0	0	0	0,00	-1,80	-3,50	0	0	0							
	SVP4	0	0	19	0,00	-2,00	-4,03	-37	0	0							
		0	0	361				-414	0	0	0	0	0	361	-17	0	0
Sisma ballast long	SGBH	0	113	0	0,00	-2,20	-2,28	257	0	0							
		0	113	0				257	0	0	0	113	0	257	0	0	
Sisma terreno long	STHL	0	530	0	0,00	-2,20	-2,28	1205	0	0							
		0	530	0				1205	0	0	0	530	0	1205	0	0	
Sisma impalcato long	SL	0	0	0	0,00	0,00	-3,50	0	0	0							
		0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sisma impalcato trasv	ST	1388	0	0	0,00	0,00	-3,50	0	-4857	0							
		1388	0	0				0	-4857	0	1388	0	0	0	-4857	-1526	
Sisma impalcato vert	SV	0	0	694	0,00	0,00	-3,50	0	0	0							
		0	0	694				0	0	0	0	0	694	763	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**

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>98</b>

NOME: ELEVAZIONE SPALLA 2			PARAMETRI DI CALCOLO ELEVAZIONE													
H paraghiaia (m)	1,05	H elevazione (m)	3,50	Peso terreno (kN/m <sup>3</sup> )			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 <sub>G</sub> elevazione			0,00					
H ritegno (m)	0,00	B elevazione (m)	13,50	Coeff. spinta attiva statica k <sub>a</sub>			0,2379	Y <sub>G</sub> elevazione			-1,10					
S ritegno (m)	0,00	Carico perm. Gb ballast (kPa)	9,72	Coeff. spinta riposo statica k <sub>0</sub>			0,3843	Z <sub>G</sub> elevazione			0,00					
NOME: ELEVAZIONE SPALLA 2			CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA													
		F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
Peso proprio	P2	0	0	2599	0,00	-1,10	-1,75	-2859	0	0	0	0	0	0	0	0
	P3	0	0	0	0,00	-1,80	-3,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P4	0	0	142	0,00	-2,00	-4,03	-284	0	0	0	0	2741	-128	0	0
		0	0	2741				-3142	0	0	0	0	2741	-128	0	0
Ballast	GBH	0	229	0	0,00	-2,20	-2,28	522	0	0	0	229	0	522	0	0
		0	229	0				522	0	0	0	229	0	522	0	0
Spinta terreno	THL	0	1074	0	0,00	-2,20	-1,52	1629	0	0	0	1074	0	1629	0	0
		0	1074	0				1629	0	0	0	1074	0	1629	0	0
Sovraccarico long	Q1	0	546	0	0,00	-2,20	-2,28	1243	0	0	0	546	0	1243	0	0
		0	546	0				1243	0	0	0	546	0	1243	0	0
NOME: ELEVAZIONE SPALLA 2			CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO													
		F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
ENV	Nvert Max	203	226	7347	0,00	0,00	-3,50	-3646	780	84	203	226	7347	5226	68	-139
SLU	Nvert Min	0	-150	3612	0,00	0,00	-3,50	-1824	0	9	0	-150	3612	1624	0	9
	Vtrasv Max	294	226	4917	0,00	0,00	-3,50	-2431	2837	130	294	226	4917	3769	1809	-194
	Vtrasv Min	-275	226	5486	0,00	0,00	-3,50	-2716	-139	-155	-275	226	5486	4110	824	148
	Mlong Max	0	150	3612	0,00	0,00	-3,50	-1788	0	-9	0	150	3612	2709	0	-9
	Mlong Min	203	226	7347	0,00	0,00	-3,50	-3646	780	84	203	226	7347	5226	68	-139
	Vlong Max	252	226	4835	0,00	0,00	-3,50	-2391	2779	109	252	226	4835	3719	1896	-169
	Vlong Min	0	-150	3612	0,00	0,00	-3,50	-1824	0	9	0	-150	3612	1624	0	9
	Mtrasv Max	294	226	6324	0,00	0,00	-3,50	-3135	2837	130	294	226	6324	4612	1809	-194
	Mtrasv Min	-5	-113	3612	0,00	0,00	-3,50	-1819	-286	-3	-5	-113	3612	1756	-267	3
	Mtorc Max	294	226	4917	0,00	0,00	-3,50	-2431	2837	130	294	226	4917	3769	1809	-194
	Mtorc Min	-275	226	5486	0,00	0,00	-3,50	-2716	-139	-155	-275	226	5486	4110	824	148
ENV	Nvert Max	140	164	5190	0,00	0,00	-3,50	-2575	542	58	140	164	5190	3707	51	-96
SLR	Nvert Min	0	164	3612	0,00	0,00	-3,50	-1786	0	-12	0	164	3612	2759	0	-12
	Vtrasv Max	203	139	4478	0,00	0,00	-3,50	-2222	1961	95	203	139	4478	3188	1251	-128
	Vtrasv Min	-152	-164	4904	0,00	0,00	-3,50	-2472	-96	-64	-152	-164	4904	2350	436	103
	Mtrasv Max	203	139	4478	0,00	0,00	-3,50	-2222	1961	95	203	139	4478	3188	1251	-128
	Mtrasv Min	-4	-113	3612	0,00	0,00	-3,50	-1819	-191	-2	-4	-113	3612	1756	-178	2
	Vlong Max	0	164	3612	0,00	0,00	-3,50	-1786	0	-12	0	164	3612	2759	0	-12
	Vlong Min	116	-164	5172	0,00	0,00	-3,50	-2606	508	70	116	-164	5172	2511	101	-58
	Mlong Max	0	164	3612	0,00	0,00	-3,50	-1786	0	-12	0	164	3612	2759	0	-12
	Mlong Min	140	-164	5190	0,00	0,00	-3,50	-2615	542	82	140	-164	5190	2522	51	-72
	Mtorc Max	203	-139	4478	0,00	0,00	-3,50	-2256	1961	107	203	-139	4478	2185	1251	-116
	Mtorc Min	-152	164	4904	0,00	0,00	-3,50	-2433	-96	-88	-152	164	4904	3535	436	79
ENV	Nvert Max	0	113	3612	0,00	0,00	-3,50	-1792	0	0	0	113	3612	2577	0	0
SLR	Nvert Min	0	-113	3612	0,00	0,00	-3,50	-1819	0	0	0	-113	3612	1756	0	0
	Vtrasv Max	0	113	3612	0,00	0,00	-3,50	-1792	0	0	0	113	3612	2577	0	0
	Vtrasv Min	0	-113	3612	0,00	0,00	-3,50	-1819	0	0	0	-113	3612	1756	0	0
	Mtrasv Max	0	113	3612	0,00	0,00	-3,50	-1792	0	0	0	113	3612	2577	0	0
	Mtrasv Min	0	-113	3612	0,00	0,00	-3,50	-1819	0	0	0	-113	3612	1756	0	0
	Vlong Max	0	113	3612	0,00	0,00	-3,50	-1792	0	0	0	113	3612	2577	0	0
	Vlong Min	0	-113	3612	0,00	0,00	-3,50	-1819	0	0	0	-113	3612	1756	0	0
	Mlong Max	0	113	3612	0,00	0,00	-3,50	-1792	0	0	0	113	3612	2577	0	0
	Mlong Min	0	-113	3612	0,00	0,00	-3,50	-1819	0	0	0	-113	3612	1756	0	0
	Mtorc Max	0	-113	3612	0,00	0,00	-3,50	-1819	0	0	0	-113	3612	1756	0	0
	Mtorc Min	0	113	3612	0,00	0,00	-3,50	-1792	0	0	0	113	3612	2577	0	0

Tabella 34 – Riepilogo azioni elementari statiche

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>99</b>

Tipo azione	Descrizione azione	V <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	N <sub>vert</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>trasv</sub>	M <sub>torc</sub>
		F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	2741	-128	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	229	0	522	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	1074	0	1629	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	203	226	7347	5226	68	-139
	Nvert Min	0	-150	3612	1624	0	9
	Vtrasv Max	294	226	4917	3769	1809	-194
	Vtrasv Min	-275	226	5486	4110	824	148
	Mtrasv Max	0	150	3612	2709	0	-9
	Mtrasv Min	203	226	7347	5226	68	-139
	Vlong Max	252	226	4835	3719	1896	-169
	Vlong Min	0	-150	3612	1624	0	9
	Mlong Max	294	226	6324	4612	1809	-194
	Mlong Min	-5	-113	3612	1756	-267	3
	Mtorc Max	294	226	4917	3769	1809	-194
	Mtorc Min	-275	226	5486	4110	824	148
SLE RA Impalcato	Nvert Max	140	164	5190	3707	51	-96
	Nvert Min	0	164	3612	2759	0	-12
	Vtrasv Max	203	139	4478	3188	1251	-128
	Vtrasv Min	-152	-164	4904	2350	436	103
	Mtrasv Max	203	139	4478	3188	1251	-128
	Mtrasv Min	-4	-113	3612	1756	-178	2
	Vlong Max	0	164	3612	2759	0	-12
	Vlong Min	116	-164	5172	2511	101	-58
	Mlong Max	0	164	3612	2759	0	-12
	Mlong Min	140	-164	5190	2522	51	-72
	Mtorc Max	203	-139	4478	2185	1251	-116
	Mtorc Min	-152	164	4904	3535	436	79
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	113	3612	2577	0	0
	Nvert Min	0	-113	3612	1756	0	0
	Vtrasv Max	0	113	3612	2577	0	0
	Vtrasv Min	0	-113	3612	1756	0	0
	Mtrasv Max	0	113	3612	2577	0	0
	Mtrasv Min	0	-113	3612	1756	0	0
	Vlong Max	0	113	3612	2577	0	0
	Vlong Min	0	-113	3612	1756	0	0
	Mlong Max	0	113	3612	2577	0	0
	Mlong Min	0	-113	3612	1756	0	0



**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	101

INVILUPPO: SLU		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLU6	11046	203	68	2974	10083	-139
N <sub>vert</sub> Min	SLU22	6352	-5	-267	1983	5583	3
V <sub>trasv</sub> Max	SLU9	10023	294	1809	2974	9469	-194
V <sub>trasv</sub> Min	SLU24	8227	-275	824	2322	7936	148
M <sub>trasv</sub> Max	SLU7	8535	252	1896	2974	8577	-169
M <sub>trasv</sub> Min	SLU22	6352	-5	-267	1983	5583	3
V <sub>long</sub> Max	SLU9	10023	294	1809	2974	9469	-194
V <sub>long</sub> Min	SLU14	6352	0	0	1946	5451	9
M <sub>long</sub> Max	SLU6	11046	203	68	2974	10083	-139
M <sub>long</sub> Min	SLU14	6352	0	0	1946	5451	9
M <sub>torc</sub> Max	SLU4	9186	-275	824	2974	8967	148
M <sub>torc</sub> Min	SLU15	7658	294	1809	2322	7595	-194
INVILUPPO: SLV		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLV5	7407	2110	-6206	1827	6191	-1493
N <sub>vert</sub> Min	SLV6	5297	2110	-6206	1827	4698	-1493
V <sub>trasv</sub> Max	SLV5	7407	2110	-6206	1827	6191	-1493
V <sub>trasv</sub> Min	SLV2	6035	633	-1862	2782	7189	-448
M <sub>trasv</sub> Max	SLV1	6669	633	-1862	2782	7636	-448
M <sub>trasv</sub> Min	SLV6	5297	2110	-6206	1827	4698	-1493
V <sub>long</sub> Max	SLV1	6669	633	-1862	2782	7636	-448
V <sub>long</sub> Min	SLV6	5297	2110	-6206	1827	4698	-1493
M <sub>long</sub> Max	SLV1	6669	633	-1862	2782	7636	-448
M <sub>long</sub> Min	SLV6	5297	2110	-6206	1827	4698	-1493
M <sub>torc</sub> Max	SLV1	6669	633	-1862	2782	7636	-448
M <sub>torc</sub> Min	SLV6	5297	2110	-6206	1827	4698	-1493

Tabella 37 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	102

INVILUPPO:SLE RA		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	RA1	7931	140	51	2014	6973	-96
N <sub>vert</sub> Min	RA9	6352	0	0	2014	6026	-12
V <sub>trasv</sub> Max	RA3	7219	203	1251	1989	6455	-128
V <sub>trasv</sub> Min	RA4	7645	-152	436	1686	5617	103
M <sub>trasv</sub> Max	RA3	7219	203	1251	1989	6455	-128
M <sub>trasv</sub> Min	RA6	6352	-4	-178	1737	5023	2
V <sub>long</sub> Max	RA12	7645	-152	436	2014	6802	79
V <sub>long</sub> Min	RA10	7931	140	51	1686	5788	-72
M <sub>long</sub> Max	RA1	7931	140	51	2014	6973	-96
M <sub>long</sub> Min	RA6	6352	-4	-178	1737	5023	2
M <sub>torc</sub> Max	RA4	7645	-152	436	1686	5617	103
M <sub>torc</sub> Min	RA3	7219	203	1251	1989	6455	-128
INVILUPPO:SLE QP		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	QP12	6352	0	0	1417	4601	0
N <sub>vert</sub> Min	QP11	6352	0	0	1190	3780	0
V <sub>trasv</sub> Max	QP12	6352	0	0	1417	4601	0
V <sub>trasv</sub> Min	QP2	6352	0	0	1190	3780	0
M <sub>trasv</sub> Max	QP12	6352	0	0	1417	4601	0
M <sub>trasv</sub> Min	QP2	6352	0	0	1190	3780	0
V <sub>long</sub> Max	QP12	6352	0	0	1417	4601	0
V <sub>long</sub> Min	QP2	6352	0	0	1190	3780	0
M <sub>long</sub> Max	QP12	6352	0	0	1417	4601	0
M <sub>long</sub> Min	QP2	6352	0	0	1190	3780	0
M <sub>torc</sub> Max	QP2	6352	0	0	1190	3780	0
M <sub>torc</sub> Min	QP12	6352	0	0	1417	4601	0

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

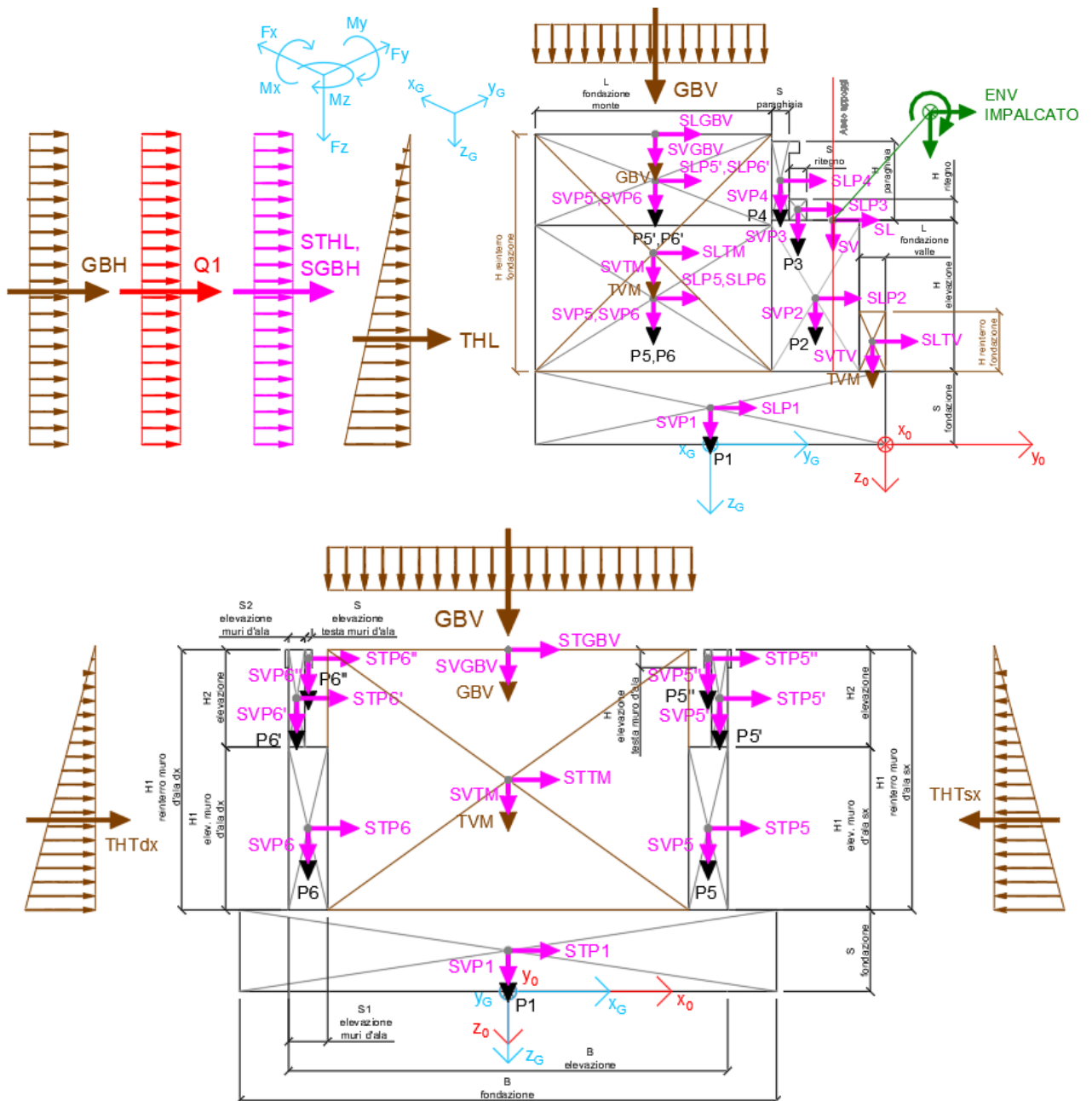
**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	103

**11.3 SOLLECITAZIONI IN FONDAZIONE**

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

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





**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	104

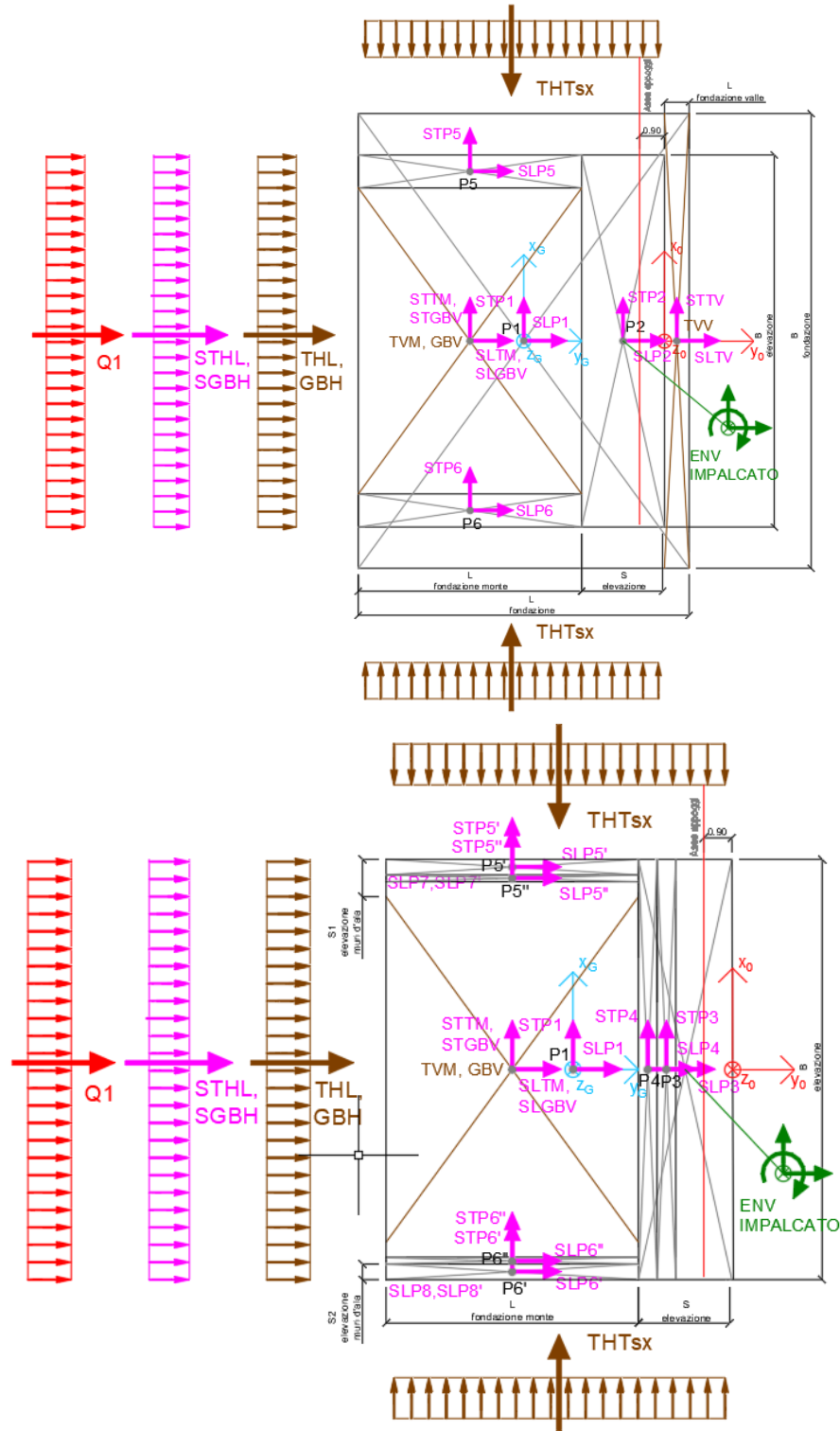
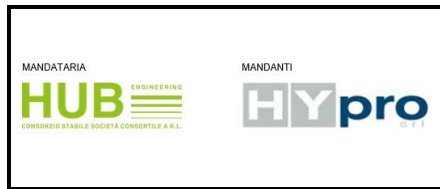


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate



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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:**  
**Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>105</b>

**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 <sub>g</sub> (g)		0,224					Coeff. sismico orizz. k <sub>h</sub>		0,2636			Coeff. spinta attiva sismica k <sub>aE</sub>			0,3776			
Coeff. stratigrafico S <sub>S</sub>		1,177										Coeff. sismico vert. k <sub>v</sub>		0,1318				
NOME: FONDAZIONE SPALLA 2		CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA																
		F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>xe</sub> (kNm)	M <sub>ye</sub> (kNm)	M <sub>ze</sub> (kNm)	F <sub>xs</sub> (m)	F <sub>ys</sub> (m)	F <sub>zs</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)		
Sisma long	SLP1	0	1631	0	0,00	-3,75	-1,00	1631	0	0								
	SLP2	0	685	0	0,00	-1,70	-3,75	2669	0	0								
	SLP3	0	0	0	0,00	-2,40	-5,50	0	0	0								
	SLP4	0	37	0	0,00	-2,60	-6,03	225	0	0								
	SLP5	0	130	0	6,15	-5,15	-3,75	488	0	800								
	SLP5*	0	17	0	6,50	-5,15	-6,05	102	0	110								
	SLP5**	0	4	0	6,36	-5,15	-6,32	24	0	24								
	SLP6	0	130	0	-6,15	-5,15	-3,75	488	0	-800								
	SLP6*	0	17	0	-6,50	-5,15	-6,05	102	0	-110								
	SLP6**	0	4	0	-6,36	-5,15	-6,32	24	0	-24								
	SLP7	0	0	0	6,50	-7,50	-6,59	0	0	0								
SLP7*	0	0	0	6,50	-7,50	-6,59	0	0	0									
SLP8	0	0	0	-6,50	-7,50	-6,59	0	0	0									
SLP8*	0	0	0	-6,50	-7,50	-6,59	0	0	0									
		0	2655	0	0	0	0	5653	0	0	0	0	2655	0	5653	0		
Sisma trasv	STP1	1631	0	0	0,00	-3,75	-1,00	0	-1631	6117								
	STP2	685	0	0	0,00	-1,70	-3,75	0	-2669	1165								
	STP3	0	0	0	0,00	-2,40	-5,50	0	0	0								
	STP4	37	0	0	0,00	-2,60	-6,03	0	-225	97								
	STP5	130	0	0	6,15	-5,15	-3,75	0	-488	670								
	STP5*	17	0	0	6,50	-5,15	-6,05	0	-102	87								
	STP5**	4	0	0	6,36	-5,15	-6,32	0	-24	19								
	STP6	130	0	0	-6,15	-5,15	-3,75	0	-488	670								
	STP6*	17	0	0	-6,50	-5,15	-6,05	0	-102	87								
	STP6**	4	0	0	-6,36	-5,15	-6,32	0	-24	19								
	STP7	0	0	0	6,50	-7,50	-6,59	0	0	0								
STP7*	0	0	0	6,50	-7,50	-6,59	0	0	0									
STP8	0	0	0	-6,50	-7,50	-6,59	0	0	0									
STP8*	0	0	0	-6,50	-7,50	-6,59	0	0	0									
		2655	0	0	0	0	0	0	-5653	8932	2655	0	0	0	-5653	-1025		
Sisma vert	SVP1	0	0	816	0,00	-3,75	-1,00	-3059	0	0								
	SVP2	0	0	343	0,00	-1,70	-3,75	-582	0	0								
	SVP3	0	0	0	0,00	-2,40	-5,50	0	0	0								
	SVP4	0	0	19	0,00	-2,60	-6,03	-49	0	0								
	SVP5	0	0	65	6,15	-5,15	-3,75	-335	-400	0								
	SVP5*	0	0	8	6,50	-5,15	-6,05	-43	-55	0								
	SVP5**	0	0	2	6,36	-5,15	-6,32	-10	-12	0								
	SVP6	0	0	65	-6,15	-5,15	-3,75	-335	400	0								
	SVP6*	0	0	8	-6,50	-5,15	-6,05	-43	55	0								
	SVP6**	0	0	2	-6,36	-5,15	-6,32	-10	12	0								
	SVP7	0	0	0	6,50	-7,50	-6,59	0	0	0								
SVP7*	0	0	0	6,50	-7,50	-6,59	0	0	0									
SVP8	0	0	0	-6,50	-7,50	-6,59	0	0	0									
SVP8*	0	0	0	-6,50	-7,50	-6,59	0	0	0									
		0	0	1328	0	0	0	-4466	0	0	0	0	1328	513	0	0		
Sisma ballast long	SLGBV	0	163	0	0,00	-5,15	-6,59	1071	0	0								
	SGBH	0	163	0	0,00	-7,50	-3,28	533	0	0								
		0	325	0	0	0	0	1605	0	0	0	0	325	0	1605	0		
Sisma ballast trasv	STGBV	163	0	0	0,00	-5,15	-6,59	0	-1071	837								
		163	0	0	0	0	0	0	-1071	837	163	0	0	0	-1071	228		
Sisma ballast vert	SVGBV	0	0	81	0,00	-5,15	-6,59	-419	0	0			81	-114	0	0		
		0	0	81	0	0	0	-419	0	0	0	0	81	-114	0	0		
Sisma terreno long	SLVM	0	1252	0	0,00	-5,15	-4,28	5351	0	0								
	SLVV	0	104	0	0,00	-0,30	-3,00	313	0	0								
	STHL	0	1097	0	0,00	-7,50	-2,18	2396	0	0								
		0	2453	0	0	0	0	8060	0	0	0	0	2453	0	8060	0		
Sisma terreno trasv	STTM	1252	0	0	0,00	-5,15	-4,28	0	-5351	6446								
	STTV	104	0	0	0,00	-0,30	-3,00	0	-313	31								
		1356	0	0	0	0	0	0	-5664	6477	1356	0	0	0	-5664	1392		
Sisma terreno vert	SVTM	0	0	626	0,00	-5,15	-4,28	-3223	0	0								
	SVTV	0	0	52	0,00	-0,30	-3,00	-16	0	0			678	-696	0	0		
		0	0	678	0	0	0	-3239	0	0	0	0	678	-696	0	0		
Sisma impalcato long	SL	0	0	0	0,00	-0,60	-5,50	0	0	0								
	SL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Sisma impalcato trasv	ST	1388	0	0	0,00	-0,60	-5,50	0	-7632	833								
	ST	1388	0	0	0	0	0	0	-7632	833	1388	0	0	0	-7632	-4371		
Sisma impalcato vert	SV	0	0	694	0,00	-0,60	-5,50	-416	0	0								
	SV	0	0	694	0	0	0	-416	0	0	0	0	694	2186	0	0		

**Tabella 39 – Riepilogo azioni elementari sismiche**



**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>107</b>

Tipo azione	Descrizione azione	V <sub>trasv</sub> Fx [kN]	V <sub>long</sub> Fy [kN]	N <sub>vert</sub> Fz [kN]	M <sub>long</sub> Mx [kNm]	M <sub>trasv</sub> My [kNm]	M <sub>torc</sub> Mz [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	10072	3890	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	330	617	218	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	2226	5143	-420	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	203	226	7347	20739	-339	-556
	Nvert Min	0	-150	3612	8728	0	9
	Vtrasv Max	294	226	4917	14301	1221	-796
	Vtrasv Min	-275	226	5486	15808	1374	712
	Mtrasv Max	0	150	3612	10413	0	-9
	Mtrasv Min	203	226	7347	20739	-339	-556
	Vlong Max	252	226	4835	14084	1392	-685
	Vlong Min	0	-150	3612	8728	0	9
	Mlong Max	294	226	6324	18028	1221	-796
	Mlong Min	-5	-113	3612	8933	-256	14
	Mtorc Max	294	226	4917	14301	1221	-796
	Mtorc Min	-275	226	5486	15808	1374	712
SLE RA Impalcato	Nvert Max	140	164	5190	14674	-230	-384
	Nvert Min	0	164	3612	10490	0	-12
	Vtrasv Max	203	139	4478	12646	846	-543
	Vtrasv Min	-152	-164	4904	12076	740	415
	Mtrasv Max	203	139	4478	12646	846	-543
	Mtrasv Min	-4	-113	3612	8933	-171	10
	Vlong Max	0	164	3612	10490	0	-12
	Vlong Min	116	-164	5172	12786	-132	-296
	Mlong Max	0	164	3612	10490	0	-12
	Mlong Min	140	-164	5190	12834	-230	-360
	Mtorc Max	203	-139	4478	11088	846	-531
	Mtorc Min	-152	164	4904	13916	740	391
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	113	3612	10208	0	0
	Nvert Min	0	-113	3612	8933	0	0
	Vtrasv Max	0	113	3612	10208	0	0
	Vtrasv Min	0	-113	3612	8933	0	0
	Mtrasv Max	0	113	3612	10208	0	0
	Mtrasv Min	0	-113	3612	8933	0	0
	Vlong Max	0	113	3612	10208	0	0
	Vlong Min	0	-113	3612	8933	0	0
	Mlong Max	0	113	3612	10208	0	0
	Mlong Min	0	-113	3612	8933	0	0



**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>109</b>

INVILUPPO: SLU		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLU6	29583	203	-339	5201	29423	-556
N <sub>vert</sub> Min	SLU22	19443	-5	-256	3584	16357	14
V <sub>trasv</sub> Max	SLU9	28560	294	1221	5201	26712	-796
V <sub>trasv</sub> Min	SLU24	21318	-275	1374	3923	23232	712
M <sub>trasv</sub> Max	SLU6	27072	252	1392	5201	22768	-685
M <sub>trasv</sub> Min	SLU14	23178	203	-339	3923	28163	-556
V <sub>long</sub> Max	SLU12	27723	-275	1374	5201	24492	712
V <sub>long</sub> Min	SLU14	19443	0	0	3547	16152	9
M <sub>long</sub> Max	SLU7	29583	203	-339	5201	29423	-556
M <sub>long</sub> Min	SLU13	19443	0	0	3547	16152	9
M <sub>torc</sub> Max	SLU4	27723	-275	1374	5201	24492	712
M <sub>torc</sub> Min	SLU15	20749	294	1221	3923	21724	-796
INVILUPPO: SLV		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLV5	22224	1668	-6006	4300	20379	-1133
N <sub>vert</sub> Min	SLV6	16662	1668	-6006	4300	16603	-1133
V <sub>trasv</sub> Max	SLV3	20277	5562	-20021	4300	19057	-3777
V <sub>trasv</sub> Min	SLV6	16662	1668	-6006	4300	16603	-1133
M <sub>trasv</sub> Max	SLV1	20277	1668	-6006	8104	29780	-1133
M <sub>trasv</sub> Min	SLV6	18609	5562	-20021	4300	17924	-3777
V <sub>long</sub> Max	SLV1	20277	1668	-6006	8104	29780	-1133
V <sub>long</sub> Min	SLV6	16662	1668	-6006	4300	16603	-1133
M <sub>long</sub> Max	SLV1	20277	1668	-6006	8104	29780	-1133
M <sub>long</sub> Min	SLV4	16662	1668	-6006	4300	16603	-1133
M <sub>torc</sub> Max	SLV5	22224	1668	-6006	4300	20379	-1133
M <sub>torc</sub> Min	SLV4	18609	5562	-20021	4300	17924	-3777

Tabella 43 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>110</b>

INVILUPPO: SLE RA		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	RA1	21022	140	-230	3507	20938	-384
N <sub>vert</sub> Min	RA9	19443	0	0	3507	16755	-12
V <sub>trasv</sub> Max	RA3	20310	203	846	3482	18910	-543
V <sub>trasv</sub> Min	RA4	20736	-152	740	3179	18341	415
M <sub>trasv</sub> Max	RA1	20310	203	846	3482	18910	-543
M <sub>trasv</sub> Min	RA6	21022	140	-230	3179	19098	-360
V <sub>long</sub> Max	RA12	20736	-152	740	3507	20181	391
V <sub>long</sub> Min	RA10	21022	140	-230	3179	19098	-360
M <sub>long</sub> Max	RA3	21022	140	-230	3507	20938	-384
M <sub>long</sub> Min	RA10	19443	-4	-171	3230	15197	10
M <sub>torc</sub> Max	RA4	20736	-152	740	3179	18341	415
M <sub>torc</sub> Min	RA3	20310	203	846	3482	18910	-543
INVILUPPO: SLE QP		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	QP12	19443	0	0	2670	13896	0
N <sub>vert</sub> Min	QP11	19443	0	0	2443	12621	0
V <sub>trasv</sub> Max	QP12	19443	0	0	2670	13896	0
V <sub>trasv</sub> Min	QP2	19443	0	0	2443	12621	0
M <sub>trasv</sub> Max	QP12	19443	0	0	2670	13896	0
M <sub>trasv</sub> Min	QP2	19443	0	0	2443	12621	0
V <sub>long</sub> Max	QP12	19443	0	0	2670	13896	0
V <sub>long</sub> Min	QP2	19443	0	0	2443	12621	0
M <sub>long</sub> Max	QP12	19443	0	0	2670	13896	0
M <sub>long</sub> Min	QP2	19443	0	0	2443	12621	0
M <sub>torc</sub> Max	QP2	19443	0	0	2443	12621	0
M <sub>torc</sub> Min	QP12	19443	0	0	2670	13896	0

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

VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	04	002	B	111

### 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.

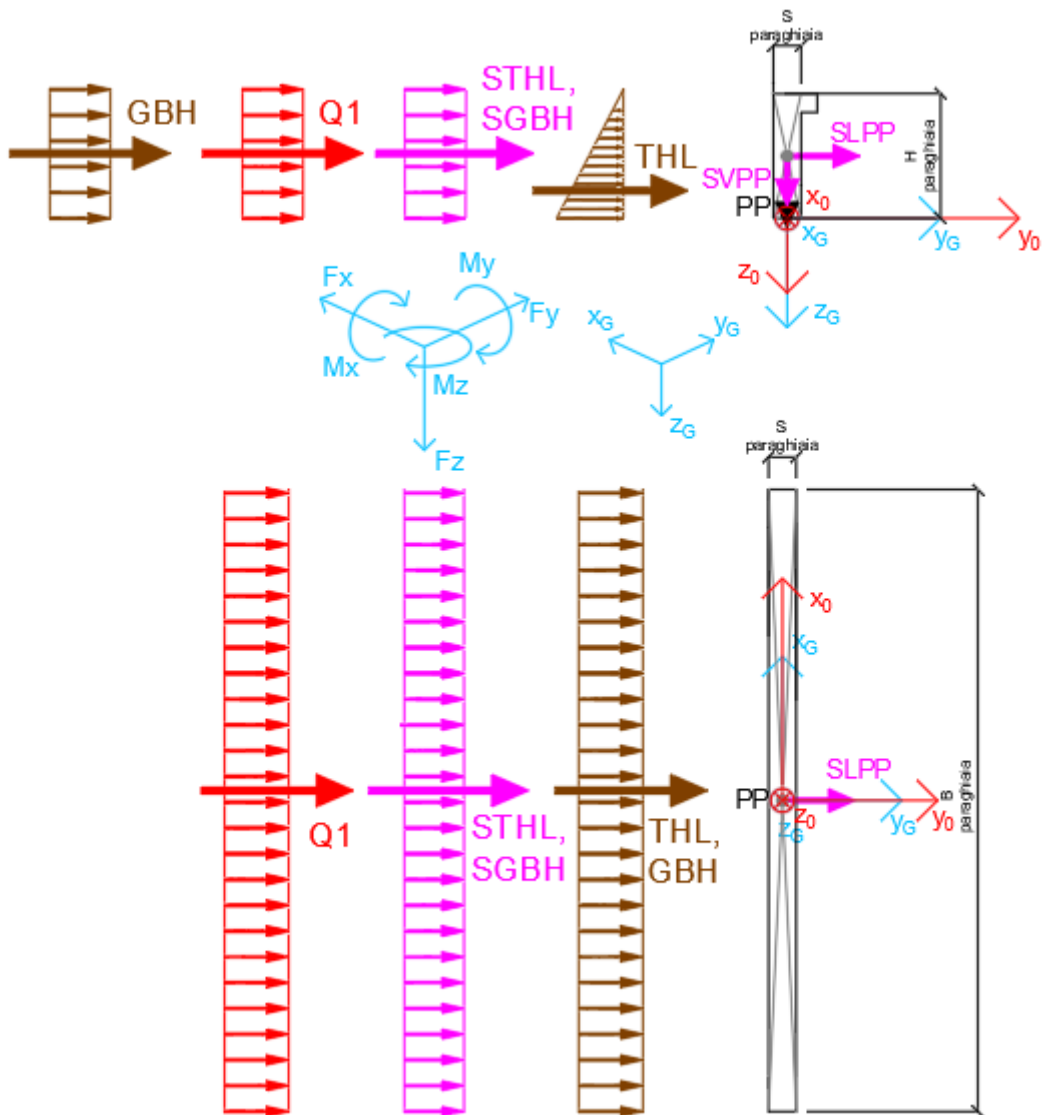


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate



MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>112</b>

### 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 <sub>g</sub> (g)		0,224		Coeff. sismico orizz. k <sub>h</sub>				0,2636				Coeff. spinta attiva sismica k <sub>aE</sub>			0,3776	
Coeff. stratigrafico S <sub>s</sub>		1,177		Coeff. sismico vert. k <sub>v</sub>				0,1318								
NOME: MURO PARAGHIAIA				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA												
		F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (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 <sub>a</sub>		0,2379		YG elevazione		0,00		
B paraghiaia (m)		13,50		Peso terreno (kN/m3)		20,00		Coeff. spinta riposo statica k <sub>0</sub>		0,3843		ZG elevazione		0,00		
NOME: MURO PARAGHIAIA				CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA												
		F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (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 <sub>trav</sub>	V <sub>long</sub>	N <sub>vert</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>trav</sub>	M <sub>torc</sub>
		F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [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**

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>113</b>

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**

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>114</b>

INVILUPPO: SLU		N <sub>vert</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLU2	191	609	305
N <sub>vert</sub> Min	SLU5	142	444	233
V <sub>long</sub> Max	SLU2	191	609	305
V <sub>long</sub> Min	SLU3	142	165	72
M <sub>long</sub> Max	SLU2	191	609	305
M <sub>long</sub> Min	SLU3	142	165	72
INVILUPPO: SLV		N <sub>vert</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLV3	160	138	62
N <sub>vert</sub> Min	SLV4	123	138	62
V <sub>long</sub> Max	SLV1	147	202	96
V <sub>long</sub> Min	SLV4	123	138	62
M <sub>long</sub> Max	SLV1	147	202	96
M <sub>long</sub> Min	SLV4	123	138	62

Tabella 49 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

INVILUPPO: SLE RA		N <sub>vert</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	RA1	142	416	209
N <sub>vert</sub> Min	RA2	142	110	48
V <sub>long</sub> Max	RA1	142	416	209
V <sub>long</sub> Min	RA2	142	110	48
M <sub>long</sub> Max	RA1	142	416	209
M <sub>long</sub> Min	RA2	142	110	48
INVILUPPO: SLE QP		N <sub>vert</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	QP1	142	110	48
N <sub>vert</sub> Min	QP2	142	0	0
V <sub>long</sub> Max	QP1	142	110	48
V <sub>long</sub> Min	QP2	142	0	0
M <sub>long</sub> Max	QP1	142	110	48
M <sub>long</sub> Min	QP2	142	0	0

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

VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	04	002	B	115

## 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.

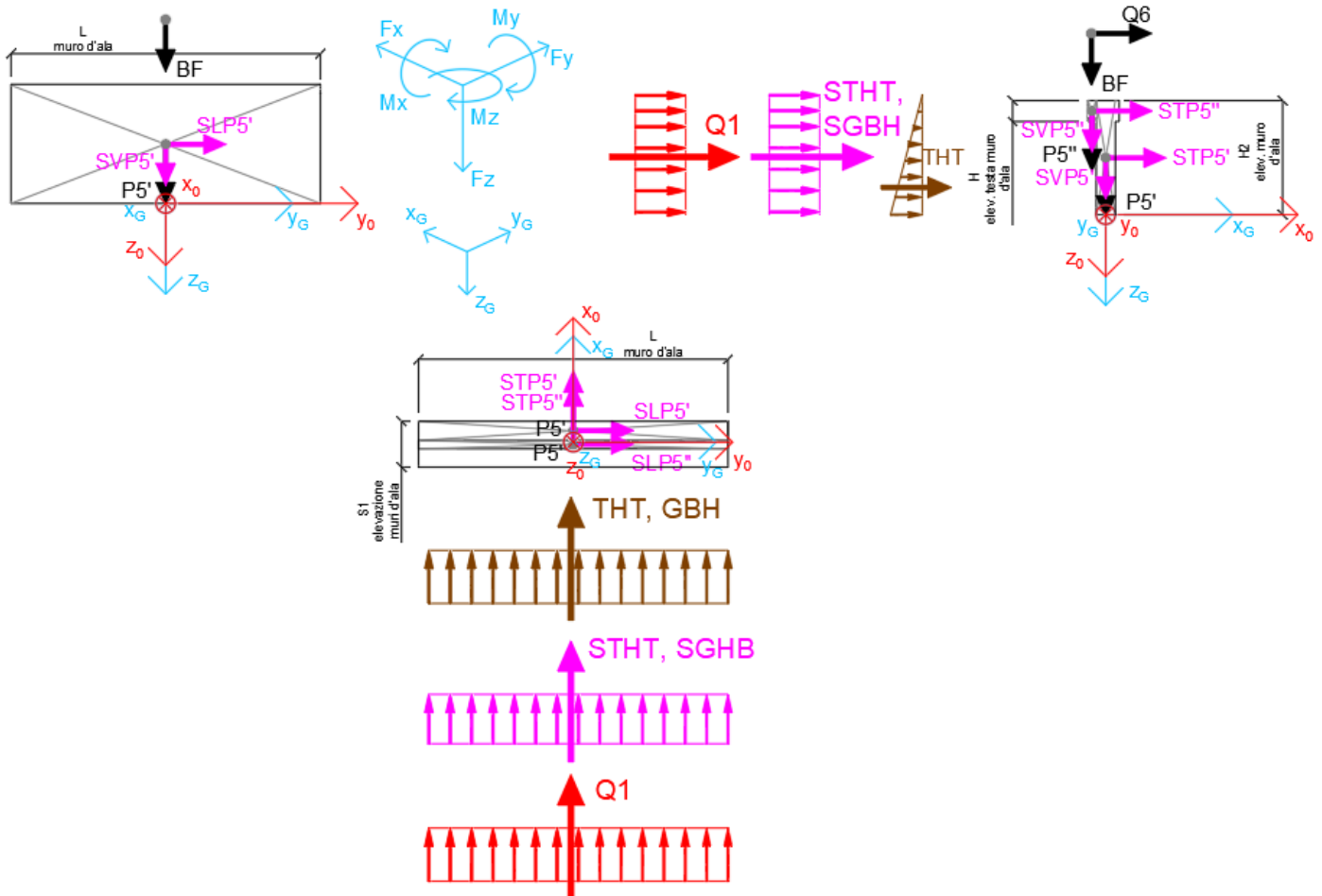


Figura 31 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>

### 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 <sub>g</sub> (g)		0,224		Coeff. sismico orizz. k <sub>h</sub>				0,2636				Coeff. spinta attiva sismica k <sub>aE</sub>				0,3776	
Coeff. stratigrafico SS		1,177		Coeff. sismico vert. k <sub>v</sub>				0,1318									
NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 2				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA													
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)		
Sisma trasv	STP5'	17	0	0	0,00	0,00	-0,55	0	-9	0							
	STP5"	4	0	0	0,49	0,00	-0,82	0	-3	0							
	STP7	0	0	0	0,00	-2,35	-1,09	0	0	0							
	STP7'	0	0	0	0,00	-2,35	-1,09	0	0	0							
	21	0	0				0	-12	0	21	0	0	0	-12	0		
Sisma vert	SVP5'	0	0	8	0,00	0,00	-0,55	0	0	0							
	SVP5"	0	0	2	0,49	0,00	-0,82	0	-1	0							
	SVP7	0	0	0	0,00	-2,35	-1,09	0	0	0							
	SVP7'	0	0	0	0,00	-2,35	-1,09	0	0	0							
	0	0	10				0	-1	0	0	0	10	0	-1	0		
Sisma ballast trasv	SGBH	9	0	0	-0,25	0,00	-0,55	0	-5	0	9	0	0	0	-5		
		9	0	0				0	-5	0	9	0	0	0	-5		
Sisma terreno trasv	STHT	11	0	0	-0,25	0,00	-0,36	0	-4	0	11	0	0	0	-4		
		11	0	0				0	-4	0	11	0	0	0	-4		

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 <sup>3</sup> )		20,00		Carico ballast (kPa)		9,72	
H1 elev. muro d'ala sx (m)		3,50		H elev. testa muro d'ala (m)		0,55		Coeff. spinta attiva statica k <sub>a</sub>		0,2379		X <sub>G</sub> muro sx		0,00	
H2 elev. muro d'ala (m)		1,09		H1 orecchia (m)		0,00		Coeff. spinta riposo statica k <sub>0</sub>		0,3843		Y <sub>G</sub> muro sx		0,00	
H reinterro muro d'ala sx (m)		4,59		H2 orecchia (m)		0,00						Z <sub>G</sub> muro sx		0,00	
NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 2				CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA											
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
Peso proprio	P5'	0	0	64	0,00	0,00	-0,55	0	0	0					
	P5"	0	0	14	0,49	0,00	-0,82	0	-7	0					
	P7	0	0	0	0,00	-2,35	-1,09	0	0	0					
	P7'	0	0	0	0,00	-2,35	-1,09	0	0	0					
	0	0	78				0	-7	0	0	0	78	0	-7	0
Barriera fonoassorbente	BF	0	0	94	-0,35	0,00	-3,59	0	33	0					
		0	0	94				0	33	0	0	0	94	0	33
Ballast	GBH	19	0	0	-0,25	0,00	-0,55	0	-10	0	19	0	0	0	-10
		19	0	0				0	-10	0	19	0	0	0	-10
Spinta terreno	THT	21	0	0	-0,25	0,00	-0,36	0	-8	0	21	0	0	0	-8
		21	0	0				0	-8	0	21	0	0	0	-8
Sovraccarico traffico	Q1	46	0	0	-0,25	0,00	-0,55	0	-25	0	46	0	0	0	-25
		46	0	0				0	-25	0	46	0	0	0	-25
Vento	Q6	47	0	0	-0,35	0,00	-3,59	0	-168	0	47	0	0	0	-168
		47	0	0				0	-168	0	47	0	0	0	-168

Tabella 52 – Riepilogo azioni elementari statiche

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>117</b>

Tipo azione	Descrizione azione	V <sub>trav</sub> Fx [kN]	V <sub>long</sub> Fy [kN]	N <sub>vert</sub> Fz [kN]	M <sub>long</sub> Mx [kNm]	M <sub>trav</sub> My [kNm]	M <sub>torc</sub> Mz [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	78	0	-7	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	19	0	0	0	-10	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (barriera)	0	0	94	0	33	0
Gk2 Perm. Non Str. altri	G2,3 (terreno)	21	0	0	0	-8	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	46	0	0	0	-25	0
Qk6	Vento MAX	47	0	0	0	-168	0
Vento	Vento MIN	-47	0	0	0	168	0
E Sisma	Sisma trasv	41	0	0	0	-21	0
	-Sisma trasv	-41	0	0	0	21	0
	Sisma vert	0	0	10	0	-1	0
	-Sisma vert	0	0	-10	0	1	0

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

NomeErv:	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 54 – Combinazioni di carico adottate

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>118</b>

INVILUPPO: SLU		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLU3	247	85	128
N <sub>vert</sub> Min	SLU5	247	127	-23
V <sub>trasv</sub> Max	SLU2	247	169	-175
V <sub>trasv</sub> Min	SLU3	247	85	128
M <sub>trasv</sub> Max	SLU5	247	85	128
M <sub>trasv</sub> Min	SLU5	247	131	-239
INVILUPPO: SLV		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLV14	183	5	97
N <sub>vert</sub> Min	SLV15	162	52	-69
V <sub>trasv</sub> Max	SLV3	169	105	-97
V <sub>trasv</sub> Min	SLV10	175	-23	113
M <sub>trasv</sub> Max	SLV12	169	-23	113
M <sub>trasv</sub> Min	SLV1	175	105	-98

*Tabella 55 – ENV SLU, SLV - Azioni totali involuppo*

INVILUPPO: SLE RA		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	RA4	172	30	156
N <sub>vert</sub> Min	RA3	172	124	-180
V <sub>trasv</sub> Max	RA3	172	124	-180
V <sub>trasv</sub> Min	RA4	172	30	156
M <sub>trasv</sub> Max	RA4	172	30	156
M <sub>trasv</sub> Min	RA3	172	124	-180
INVILUPPO: SLE QP		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	QP3	172	17	92
N <sub>vert</sub> Min	QP2	172	64	-76
V <sub>trasv</sub> Max	QP2	172	64	-76
V <sub>trasv</sub> Min	QP3	172	17	92
M <sub>trasv</sub> Max	QP3	172	17	92
M <sub>trasv</sub> Min	QP2	172	64	-76

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

VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	04	002	B	119

### 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.

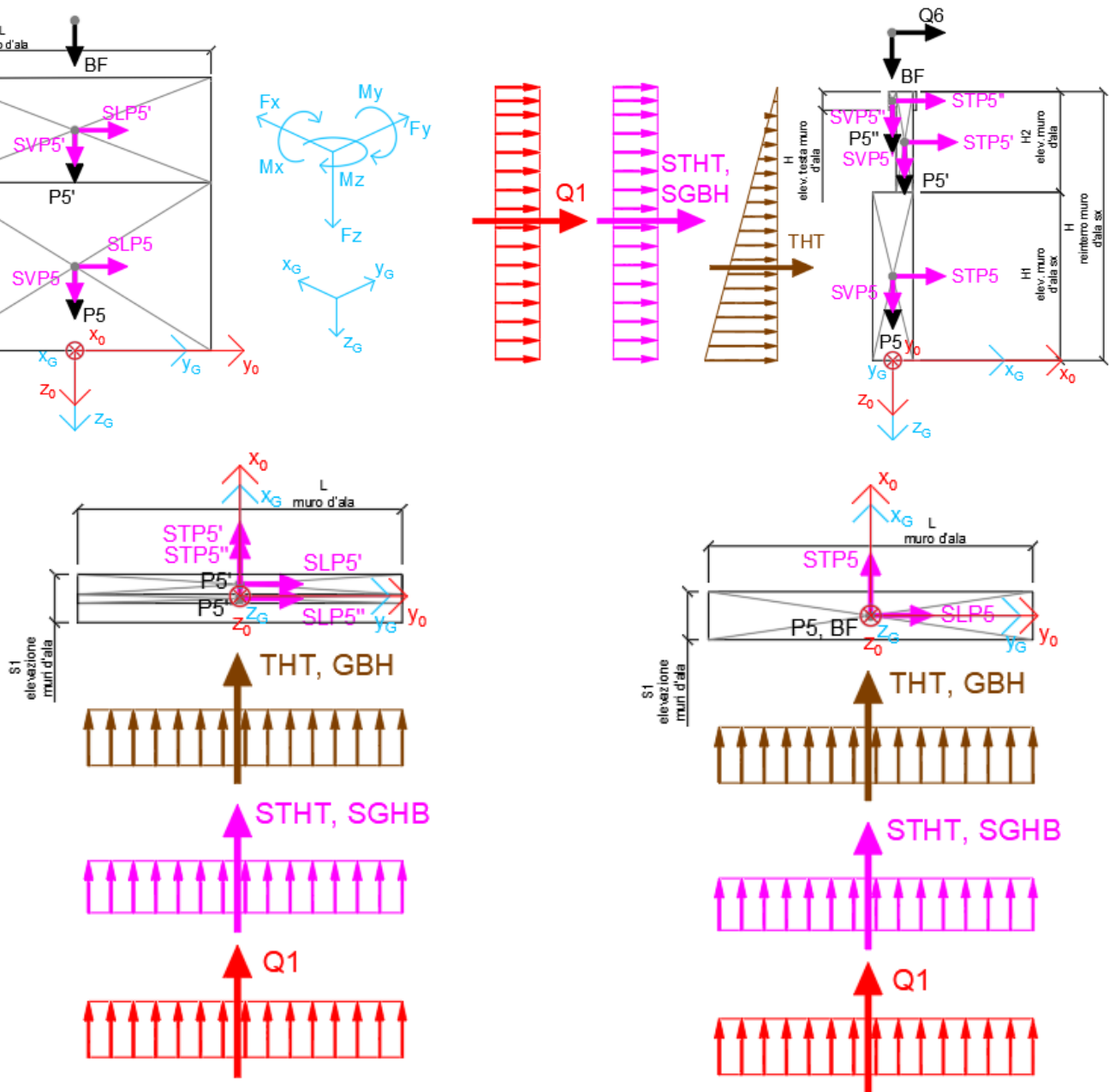


Figura 32 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate



MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>

### 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 <sub>g</sub> (g)	0,224		Coeff. sismico orizz. k <sub>h</sub>				0,2636	Coeff. spinta attiva sismica k <sub>∓E</sub>					0,3776			
Coeff. stratigrafico SS	1,177		Coeff. sismico vert. k <sub>v</sub>				0,1318									
NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 2			CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA													
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)	
Sisma trasv	STP5	130	0	0	0,00	0,00	-1,75	0	-228	0						
	STP5	17	0	0	0,35	0,00	-4,05	0	-68	0						
	STP5"	4	0	0	-0,01	0,00	-4,32	0	-16	0						
	STP7	0	0	0	0,35	-2,35	-4,59	0	0	0						
	STP7	0	0	0	0,35	-2,35	-4,59	0	0	0						
	151	0	0				0	-312	0	151	0	0	0	0	-312	
Sisma vert	SVP5	0	0	65	0,00	0,00	-1,75	0	0	0						
	SVP5	0	0	8	0,35	0,00	-4,05	0	-3	0						
	SVP5"	0	0	2	-0,01	0,00	-4,32	0	0	0						
	SVP7	0	0	0	0,35	-2,35	-4,59	0	0	0						
	SVP7	0	0	0	0,35	-2,35	-4,59	0	0	0						
	0	0	75				0	-3	0	0	0	75	0	0	-3	
Sisma ballast trasv	SGBH	40	0	0	-0,60	0,00	-2,30	0	-91	0						
		40	0	0			0	-91	0	40	0	0	0	0	-91	
Sisma terreno trasv	STHT	188	0	0	-0,60	0,00	-1,53	0	-287	0						
		188	0	0			0	-287	0	188	0	0	0	0	-287	

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 <sup>3</sup> )	20,00	Carico ballast (kPa)					9,72			
H1 elev. muro d'ala sx (m)	3,50		H elev. testa muro d'ala (m)	0,55	Coeff. spinta attiva statica k <sub>a</sub>	0,2379	X <sub>G</sub> muro sx					0,00			
H2 elev. muro d'ala (m)	1,09		H1 orecchia (m)	0,00	Coeff. spinta riposo statica k <sub>0</sub>	0,3843	Y <sub>G</sub> muro sx					0,00			
H reinterro muro d'ala sx (m)	4,59		H2 orecchia (m)	0,00			Z <sub>G</sub> muro sx					0,00			
NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 2			CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA												
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
Peso proprio	P5	0	0	494	0,00	0,00	-1,75	0	0	0					
	P5'	0	0	64	0,35	0,00	-4,05	0	-22	0					
	P5"	0	0	14	-0,01	0,00	-4,32	0	0	0					
	P7	0	0	0	0,35	-2,35	-4,59	0	0	0					
	P7'	0	0	0	0,35	-2,35	-4,59	0	0	0					
	0	0	572				0	-22	0	0	0	572	0	0	-22
Barriera fonosorbente	BF	0	0	94	0,00	0,00	-7,09	0	0	0					
		0	0	94			0	0	0	0	0	94	0	0	0
Ballast	GBH	81	0	0	-0,60	0,00	-2,30	0	-185	0					
		81	0	0			0	-185	0	81	0	0	0	0	-185
Spinta terreno	THT	381	0	0	-0,60	0,00	-1,53	0	-582	0					
		381	0	0			0	-582	0	381	0	0	0	0	-582
Sovraccarico traffico	Q1	192	0	0	-0,60	0,00	-2,30	0	-440	0					
		192	0	0			0	-440	0	192	0	0	0	0	-440
Vento	Q6	47	0	0	0,00	0,00	-7,09	0	-332	0					
		47	0	0			0	-332	0	47	0	0	0	0	-332

Tabella 58 – Riepilogo azioni elementari statiche

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	121

Tipo azione	Descrizione azione	V <sub>trasv</sub>		V <sub>long</sub>		N <sub>vert</sub>		M <sub>long</sub>		M <sub>trasv</sub>		M <sub>torc</sub>	
		Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]						
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	572	0	0	0	-22	0				
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	81	0	0	0	0	-185	0					
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (barriera)	0	0	94	0	0	0	0					
Gk2 Perm. Non Str. altri	G2,3 (terreno)	381	0	0	0	0	-582	0					
Qk1	Q (acc. Traffico)	192	0	0	0	0	-440	0					
Qk6	Vento MAX	47	0	0	0	0	-332	0					
Vento	Vento MIN	-47	0	0	0	0	332	0					
E Sisma	Sisma trasv	378	0	0	0	0	-690	0					
	-Sisma trasv	-378	0	0	0	0	690	0					
	Sisma vert	0	0	75	0	0	-3	0					
	-Sisma vert	0	0	-75	0	0	3	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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	122

INVILUPPO: SLU		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLU3	913	928	-1521
N <sub>vert</sub> Min	SLU5	913	970	-1820
V <sub>trasv</sub> Max	SLU2	913	1012	-2118
V <sub>trasv</sub> Min	SLU4	913	762	-1678
M <sub>trasv</sub> Max	SLU5	913	928	-1521
M <sub>trasv</sub> Min	SLU5	913	1012	-2118
INVILUPPO: SLV		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLV14	741	324	-420
N <sub>vert</sub> Min	SLV15	590	371	-745
V <sub>trasv</sub> Max	SLV3	643	863	-1645
V <sub>trasv</sub> Min	SLV10	688	60	66
M <sub>trasv</sub> Max	SLV12	643	60	68
M <sub>trasv</sub> Min	SLV1	688	863	-1647

Tabella 61 – ENV SLU, SLV - Azioni totali involuppo

INVILUPPO: SLE RA		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	RA4	666	568	-810
N <sub>vert</sub> Min	RA3	666	661	-1473
V <sub>trasv</sub> Max	RA1	666	681	-1429
V <sub>trasv</sub> Min	RA4	666	568	-810
M <sub>trasv</sub> Max	RA4	666	568	-810
M <sub>trasv</sub> Min	RA3	666	661	-1473
INVILUPPO: SLE QP		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	QP3	666	438	-624
N <sub>vert</sub> Min	QP2	666	485	-955
V <sub>trasv</sub> Max	QP2	666	485	-955
V <sub>trasv</sub> Min	QP3	666	438	-624
M <sub>trasv</sub> Max	QP3	666	438	-624
M <sub>trasv</sub> Min	QP2	666	485	-955

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

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>123</b>

## 11.6 VERIFICHE MURO FRONTALE

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

### 11.6.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

La sezione è armata con un quantitativo di armatura longitudinale nel lato teso di  $\Phi 20/20$  e nel lato compresso di  $\Phi 18/20$  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.

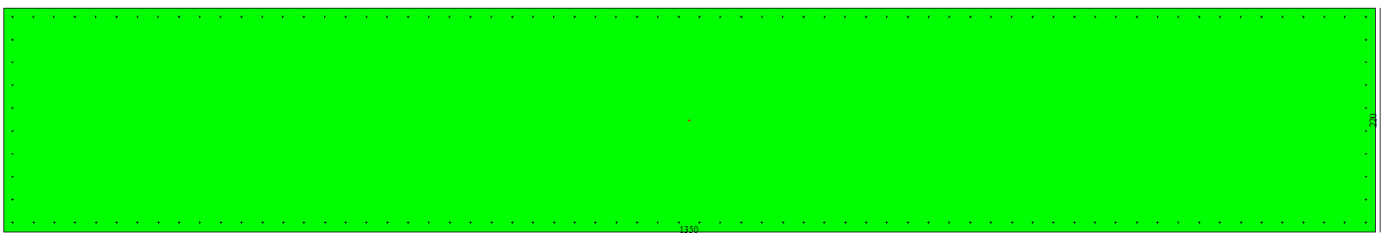


Figura 33 – Sezione trasversale spalla 2 e relativa armatura

## 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 [cm<sup>4</sup>]  
 Inerzia in direzione Y: 1197900000,0 [cm<sup>4</sup>]  
 Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm<sup>4</sup>]  
 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]  
 $\omega$  Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	$\omega$
1	1341,10	211,10	18	2,54
2	1320,60	211,10	18	2,54
3	1300,11	211,10	18	2,54
4	1279,61	211,10	18	2,54
5	1259,12	211,10	18	2,54
6	1238,62	211,10	18	2,54

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69: Relazione di calcolo Spalla S2</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>124</b>

7	1218,13	211,10	18	2,54
8	1197,63	211,10	18	2,54
9	1177,14	211,10	18	2,54
10	1156,64	211,10	18	2,54
11	1136,15	211,10	18	2,54
12	1115,65	211,10	18	2,54
13	1095,16	211,10	18	2,54
14	1074,66	211,10	18	2,54
15	1054,16	211,10	18	2,54
16	1033,67	211,10	18	2,54
17	1013,17	211,10	18	2,54
18	992,68	211,10	18	2,54
19	972,18	211,10	18	2,54
20	951,69	211,10	18	2,54
21	931,19	211,10	18	2,54
22	910,70	211,10	18	2,54
23	890,20	211,10	18	2,54
24	869,71	211,10	18	2,54
25	849,21	211,10	18	2,54
26	828,72	211,10	18	2,54
27	808,22	211,10	18	2,54
28	787,72	211,10	18	2,54
29	767,23	211,10	18	2,54
30	746,73	211,10	18	2,54
31	726,24	211,10	18	2,54
32	705,74	211,10	18	2,54
33	685,25	211,10	18	2,54
34	664,75	211,10	18	2,54
35	644,26	211,10	18	2,54
36	623,76	211,10	18	2,54
37	603,27	211,10	18	2,54
38	582,77	211,10	18	2,54
39	562,28	211,10	18	2,54
40	541,78	211,10	18	2,54
41	521,28	211,10	18	2,54
42	500,79	211,10	18	2,54
43	480,29	211,10	18	2,54
44	459,80	211,10	18	2,54
45	439,30	211,10	18	2,54
46	418,81	211,10	18	2,54
47	398,31	211,10	18	2,54
48	377,82	211,10	18	2,54
49	357,32	211,10	18	2,54
50	336,83	211,10	18	2,54
51	316,33	211,10	18	2,54
52	295,84	211,10	18	2,54
53	275,34	211,10	18	2,54
54	254,84	211,10	18	2,54
55	234,35	211,10	18	2,54
56	213,85	211,10	18	2,54
57	193,36	211,10	18	2,54
58	172,86	211,10	18	2,54
59	152,37	211,10	18	2,54
60	131,87	211,10	18	2,54
61	111,38	211,10	18	2,54
62	90,88	211,10	18	2,54
63	70,39	211,10	18	2,54
64	49,89	211,10	18	2,54
65	29,40	211,10	18	2,54
66	8,90	211,10	18	2,54
67	9,10	9,10	22	3,80

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69: Relazione di calcolo Spalla S2</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>125</b>

68	29,59	9,10	22	3,80
69	50,08	9,10	22	3,80
70	70,57	9,10	22	3,80
71	91,06	9,10	22	3,80
72	111,55	9,10	22	3,80
73	132,04	9,10	22	3,80
74	152,52	9,10	22	3,80
75	173,01	9,10	22	3,80
76	193,50	9,10	22	3,80
77	213,99	9,10	22	3,80
78	234,48	9,10	22	3,80
79	254,97	9,10	22	3,80
80	275,46	9,10	22	3,80
81	295,95	9,10	22	3,80
82	316,44	9,10	22	3,80
83	336,93	9,10	22	3,80
84	357,42	9,10	22	3,80
85	377,91	9,10	22	3,80
86	398,40	9,10	22	3,80
87	418,88	9,10	22	3,80
88	439,37	9,10	22	3,80
89	459,86	9,10	22	3,80
90	480,35	9,10	22	3,80
91	500,84	9,10	22	3,80
92	521,33	9,10	22	3,80
93	541,82	9,10	22	3,80
94	562,31	9,10	22	3,80
95	582,80	9,10	22	3,80
96	603,29	9,10	22	3,80
97	623,78	9,10	22	3,80
98	644,27	9,10	22	3,80
99	664,76	9,10	22	3,80
100	685,24	9,10	22	3,80
101	705,73	9,10	22	3,80
102	726,22	9,10	22	3,80
103	746,71	9,10	22	3,80
104	767,20	9,10	22	3,80
105	787,69	9,10	22	3,80
106	808,18	9,10	22	3,80
107	828,67	9,10	22	3,80
108	849,16	9,10	22	3,80
109	869,65	9,10	22	3,80
110	890,14	9,10	22	3,80
111	910,63	9,10	22	3,80
112	931,12	9,10	22	3,80
113	951,60	9,10	22	3,80
114	972,09	9,10	22	3,80
115	992,58	9,10	22	3,80
116	1013,07	9,10	22	3,80
117	1033,56	9,10	22	3,80
118	1054,05	9,10	22	3,80
119	1074,54	9,10	22	3,80
120	1095,03	9,10	22	3,80
121	1115,52	9,10	22	3,80
122	1136,01	9,10	22	3,80
123	1156,50	9,10	22	3,80
124	1176,99	9,10	22	3,80
125	1197,48	9,10	22	3,80
126	1217,96	9,10	22	3,80
127	1238,45	9,10	22	3,80
128	1258,94	9,10	22	3,80

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>126</b>

129	1279,43	9,10	22	3,80
130	1299,92	9,10	22	3,80
131	1320,41	9,10	22	3,80
132	1340,90	9,10	22	3,80
133	1341,10	31,37	18	2,54
134	1341,10	53,83	18	2,54
135	1341,10	76,30	18	2,54
136	1341,10	98,77	18	2,54
137	1341,10	121,23	18	2,54
138	1341,10	143,70	18	2,54
139	1341,10	166,17	18	2,54
140	1341,10	188,63	18	2,54
141	8,90	188,63	18	2,54
142	8,90	166,17	18	2,54
143	8,90	143,70	18	2,54
144	8,90	121,23	18	2,54
145	8,90	98,77	18	2,54
146	8,90	76,30	18	2,54
147	8,90	53,83	18	2,54
148	8,90	31,37	18	2,54

**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 <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	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 <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	11046,4700	10083,3900	68,0300	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	6352,0000	5582,6400	-266,7700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	8535,0400	8576,5300	1896,2800	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	6352,0000	5582,6400	-266,7700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	11046,4700	10083,3900	68,0300	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	6352,0000	5450,6500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
7	7407,1000	-6206,2900	6190,7900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
8	5296,9000	-6206,2900	4697,9900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
9	6668,5300	-1861,8900	7636,3700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
10	5296,9000	-6206,2900	4697,9900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
11	6668,5300	-1861,8900	7636,3700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
12	5296,9000	-6206,2900	4697,9900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69: Relazione di calcolo Spalla S2</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>127</b>

13	7930,7400	50,6000	6973,4900	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
14	6352,0000	0,0000	6026,2500	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
15	7218,6300	1251,2300	6455,1900	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
16	6352,0000	-177,8500	5023,1800	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
17	7930,7400	50,6000	6973,4900	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
18	6352,0000	-177,8500	5023,1800	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
19	6352,0000	0,0000	4600,9400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
20	6352,0000	0,0000	3779,9400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
21	6352,0000	0,0000	4600,9400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
22	6352,0000	0,0000	3779,9400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
23	6352,0000	0,0000	4600,9400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
24	6352,0000	0,0000	3779,9400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP



MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>128</b>

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
Xc	posizione asse neutro espresso in [cm]
$\alpha$	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	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
13	2251,18	-66,36	(-1107,34; 220,00)	(1350,00; -5394,66)
14	2271,16	-80,96	(-949,70; 220,00)	(1350,00; -14241,49)
15	433,41	-7,82	(-1833,49; 220,00)	(1350,00; -217,48)
16	1825,74	42,08	(1350,00; 2459,77)	(-1374,45; 0,00)
17	2251,18	-66,36	(-1107,34; 220,00)	(1350,00; -5394,66)
18	1825,74	42,08	(1350,00; 2459,77)	(-1374,45; 0,00)
19	2744,12	-78,23	(-1453,01; 220,00)	(1350,00; -13237,55)
20	3165,08	-75,77	(-1915,21; 220,00)	(1350,00; -12659,27)
21	2744,12	-78,23	(-1453,01; 220,00)	(1350,00; -13237,55)
22	3165,08	-75,77	(-1915,21; 220,00)	(1350,00; -12659,27)
23	2744,12	-78,23	(-1453,01; 220,00)	(1350,00; -13237,55)
24	3165,08	-75,77	(-1915,21; 220,00)	(1350,00; -12659,27)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
$\sigma_{c-max}$	Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
$\sigma_{c-min}$	Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
$\sigma_{f-max}$	Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
$\sigma_{f-min}$	Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
$\tau_c$	Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
13	0,370	0,000	0,000	5,519	2,312
14	0,299	0,000	0,000	4,466	1,805
15	0,444	0,000	0,000	6,499	0,643
16	0,295	0,000	0,000	4,399	1,869
17	0,370	0,000	0,000	5,519	2,312
18	0,295	0,000	0,000	4,399	1,869
19	0,278	0,000	0,000	4,159	2,112
20	0,266	0,000	0,000	3,982	2,289
21	0,278	0,000	0,000	4,159	2,112
22	0,266	0,000	0,000	3,982	2,289
23	0,278	0,000	0,000	4,159	2,112
24	0,266	0,000	0,000	3,982	2,289

### 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>153451.6302</u>	<u>945.0362</u>	<u>140073.0399</u>	13,89

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	129

<u>562325,3351</u>	<u>3463,0966</u>	10083,3900	50,91
<u>153466,8918</u>	68,0300	<u>140086,9710</u>	13,89
<u>562357,6727</u>	68,0300	10083,3900	50,91
11046,4700	<u>179010,5077</u>	10083,3900	2631,35
11046,4700	<u>222,7565</u>	<u>33016,9087</u>	3,27
11046,4700	68,0300	<u>33017,0243</u>	3,27

Combinazione n° 2

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>xu</sub></b>	<b>M<sub>yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>165132,4017</u>	<u>-6935,1969</u>	<u>145131,4155</u>	26,00
<u>566996,5549</u>	<u>-23812,6056</u>	5582,6400	89,26
<u>165268,0356</u>	-266,7700	<u>145250,6213</u>	26,02
<u>567423,5174</u>	-266,7700	5582,6400	89,33
6352,0000	<u>-151909,6574</u>	5582,6400	569,44
6352,0000	<u>-1353,2076</u>	<u>28318,2927</u>	5,07
6352,0000	-266,7700	<u>28319,3443</u>	5,07

Combinazione n° 3

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>xu</sub></b>	<b>M<sub>yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>123649,6367</u>	<u>27471,9665</u>	<u>124250,7145</u>	14,49
<u>551472,0659</u>	<u>122523,7901</u>	8576,5300	64,61
<u>124281,9892</u>	1896,2800	<u>124886,1410</u>	14,56
<u>564055,8001</u>	1896,2800	8576,5300	66,09
8535,0400	<u>164434,8947</u>	8576,5300	86,71
8535,0400	<u>6744,0998</u>	<u>30502,3383</u>	3,56
8535,0400	1896,2800	<u>30509,6260</u>	3,56

Combinazione n° 4

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>xu</sub></b>	<b>M<sub>yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>165132,4017</u>	<u>-6935,1969</u>	<u>145131,4155</u>	26,00
<u>566996,5549</u>	<u>-23812,6056</u>	5582,6400	89,26
<u>165268,0356</u>	-266,7700	<u>145250,6213</u>	26,02
<u>567423,5174</u>	-266,7700	5582,6400	89,33
6352,0000	<u>-151909,6574</u>	5582,6400	569,44
6352,0000	<u>-1353,2076</u>	<u>28318,2927</u>	5,07
6352,0000	-266,7700	<u>28319,3443</u>	5,07

Combinazione n° 5

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>xu</sub></b>	<b>M<sub>yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>153451,6302</u>	<u>945,0362</u>	<u>140073,0399</u>	13,89
<u>562325,3351</u>	<u>3463,0966</u>	10083,3900	50,91
<u>153466,8918</u>	68,0300	<u>140086,9710</u>	13,89
<u>562357,6727</u>	68,0300	10083,3900	50,91
11046,4700	<u>179010,5077</u>	10083,3900	2631,35
11046,4700	<u>222,7565</u>	<u>33016,9087</u>	3,27
11046,4700	68,0300	<u>33017,0243</u>	3,27

Combinazione n° 6

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>xu</sub></b>	<b>M<sub>yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>172752,4346</u>	0,0000	<u>148238,8315</u>	27,20
<u>567571,3158</u>	0,0000	5450,6500	89,35
6352,0000	0,0000	<u>28319,5414</u>	5,20

Combinazione n° 7

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>xu</sub></b>	<b>M<sub>yu</sub></b>	<b>FS</b>
----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>130</b>

<u>165801,1784</u>	<u>138575,1883</u>	<u>-138922,1417</u>	22,38
<u>492394,2154</u>	<u>411538,8188</u>	<u>-6206,2900</u>	66,48
<u>174736,6205</u>	6190,7900	<u>-146409,0049</u>	23,59
<u>573699,4100</u>	6190,7900	<u>-6206,2900</u>	77,45
7407,1000	<u>156113,3927</u>	<u>-6206,2900</u>	25,22
7407,1000	<u>22720,7814</u>	<u>-22777,6678</u>	3,67
7407,1000	6190,7900	<u>-22831,8720</u>	3,68

Combinazione n° 8

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>xu</sub></b>	<b>M<sub>yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>66689,4779</u>	<u>59149,0306</u>	<u>-78138,9567</u>	12,59
<u>487749,9096</u>	<u>432600,9926</u>	<u>-6206,2900</u>	92,08
<u>68282,4317</u>	4697,9900	<u>-80005,3943</u>	12,89
<u>573718,7849</u>	4697,9900	<u>-6206,2900</u>	108,31
5296,9000	<u>143275,2567</u>	<u>-6206,2900</u>	30,50
5296,9000	<u>15639,7294</u>	<u>-20660,8988</u>	3,33
5296,9000	4697,9900	<u>-20687,7716</u>	3,33

Combinazione n° 9

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>xu</sub></b>	<b>M<sub>yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>382445,3922</u>	<u>437951,7705</u>	<u>-106780,8425</u>	57,35
<u>465888,5049</u>	<u>533505,4356</u>	<u>-1861,8900</u>	69,86
<u>425205,4036</u>	7636,3700	<u>-118719,6712</u>	63,76
<u>575219,7286</u>	7636,3700	<u>-1861,8900</u>	86,26
6668,5300	<u>153296,1751</u>	<u>-1861,8900</u>	20,07
6668,5300	<u>87072,0446</u>	<u>-21229,7949</u>	11,40
6668,5300	7636,3700	<u>-22079,2992</u>	11,86

Combinazione n° 10

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>xu</sub></b>	<b>M<sub>yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>66689,4779</u>	<u>59149,0306</u>	<u>-78138,9567</u>	12,59
<u>487749,9096</u>	<u>432600,9926</u>	<u>-6206,2900</u>	92,08
<u>68282,4317</u>	4697,9900	<u>-80005,3943</u>	12,89
<u>573718,7849</u>	4697,9900	<u>-6206,2900</u>	108,31
5296,9000	<u>143275,2567</u>	<u>-6206,2900</u>	30,50
5296,9000	<u>15639,7294</u>	<u>-20660,8988</u>	3,33
5296,9000	4697,9900	<u>-20687,7716</u>	3,33

Combinazione n° 11

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>xu</sub></b>	<b>M<sub>yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>382445,3922</u>	<u>437951,7705</u>	<u>-106780,8425</u>	57,35
<u>465888,5049</u>	<u>533505,4356</u>	<u>-1861,8900</u>	69,86
<u>425205,4036</u>	7636,3700	<u>-118719,6712</u>	63,76
<u>575219,7286</u>	7636,3700	<u>-1861,8900</u>	86,26
6668,5300	<u>153296,1751</u>	<u>-1861,8900</u>	20,07
6668,5300	<u>87072,0446</u>	<u>-21229,7949</u>	11,40
6668,5300	7636,3700	<u>-22079,2992</u>	11,86

Combinazione n° 12

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>xu</sub></b>	<b>M<sub>yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>66689,4779</u>	<u>59149,0306</u>	<u>-78138,9567</u>	12,59
<u>487749,9096</u>	<u>432600,9926</u>	<u>-6206,2900</u>	92,08
<u>68282,4317</u>	4697,9900	<u>-80005,3943</u>	12,89
<u>573718,7849</u>	4697,9900	<u>-6206,2900</u>	108,31
5296,9000	<u>143275,2567</u>	<u>-6206,2900</u>	30,50
5296,9000	<u>15639,7294</u>	<u>-20660,8988</u>	3,33

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>131</b>

5296,9000

4697,9900

-20687,7716

3,33

**Risultati fessurazione****Simbologia adottata**

N°	numero d'ordine della combinazione
M <sub>x</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M <sub>y</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
σ <sub>f</sub>	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ <sub>c</sub>	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A <sub>eff</sub>	Area efficace a trazione, espressa in [cm <sup>2</sup> ]
ε	Deformazione media acciaio teso, espressa in [‰]
S <sub>rm</sub>	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	A <sub>eff</sub>	ε	S <sub>rm</sub>	w
13	161087,6190	1168,8600	-618,447	-41,585	121572,88	0,0000	0	0,0000
14	164516,6250	0,0000	-692,673	-46,616	122800,64	0,0000	0	0,0000
15	77270,6415	14977,6141	-315,818	-21,752	77861,30	0,0000	0	0,0000
16	135955,5062	-4813,6214	-580,140	-39,195	115417,59	0,0000	0	0,0000
17	161087,6190	1168,8600	-618,447	-41,585	121572,88	0,0000	0	0,0000
18	135955,5062	-4813,6214	-580,140	-39,195	115417,59	0,0000	0	0,0000
19	164512,3609	0,0000	-692,650	-46,615	122800,55	0,0000	0	0,0000
20	164510,0762	0,0000	-692,638	-46,614	122800,50	0,0000	0	0,0000
21	164512,3609	0,0000	-692,650	-46,615	122800,55	0,0000	0	0,0000
22	164510,0762	0,0000	-692,638	-46,614	122800,50	0,0000	0	0,0000
23	164512,3609	0,0000	-692,650	-46,615	122800,55	0,0000	0	0,0000
24	164510,0762	0,0000	-692,638	-46,614	122800,50	0,0000	0	0,0000

**Inviluppo verifiche a pressoflessione****Simbologia adottata**

N	Sforzo normale espresso in [kN]
M <sub>x</sub>	Momento in direzione X espresso in [kNm]
M <sub>y</sub>	Momento in direzione Y espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	Sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>x,u</sub>	Momento ultimo in direzione X espresso in [kNm]
M <sub>y,u</sub>	Momento ultimo in direzione Y espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza
Comb.	Combinazione critica

**Sezione n° 1 - SEZIONE SPALLA S2**

N	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	N	M <sub>x,u</sub>	M <sub>y,u</sub>	FS	Comb.
5296,90	4697,99	-6206,29	66689,48	59149,03	-78138,96	12.590	8
11046,47	68,03	10083,39	562325,34	3463,10	10083,39	50.905	1
6352,00	0,00	5450,65	6352,00	0,00	28319,54	5.196	6
11046,47	68,03	10083,39	562357,67	68,03	10083,39	50.908	1
6668,53	7636,37	-1861,89	6668,53	153296,18	-1861,89	20.074	9
11046,47	68,03	10083,39	11046,47	222,76	33016,91	3.274	1
11046,47	68,03	10083,39	11046,47	68,03	33017,02	3.274	1

**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**

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69: Relazione di calcolo Spalla S2</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>132</b>

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	0,278	14,940	0,140	3,099	2,112	4,159	450,000	19
SLER	0,444	18,260	0,032	3,099	0,643	6,499	337,500	15

Inviluppo verifiche fessurazione

*Simbologia adottata*

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

**Sezione n° 1 - SEZIONE SPALLA S2**

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-692,650	-46,615	12042,811	0,0000	0,000	0,000	0,200	19
SLER	-618,447	-41,585	11922,416	0,0000	0,000	0,000	0,200	13

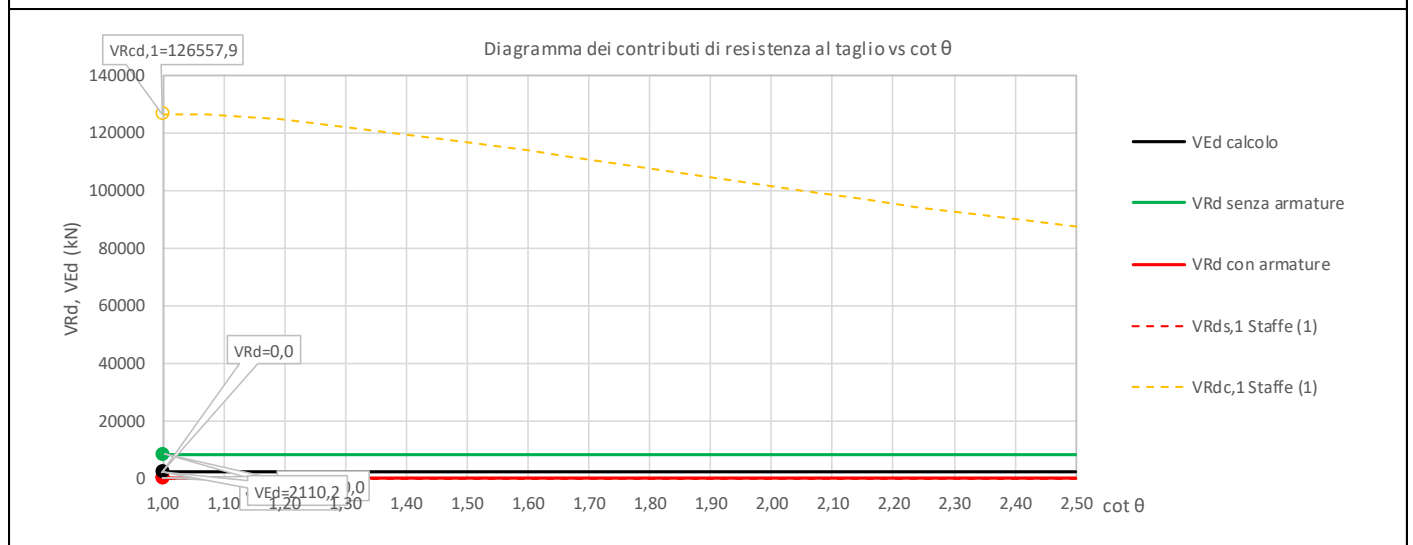
MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>133</b>

### 11.6.2 Verifica a taglio SLU, SLV

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

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

NOME: SLV TRASV		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$	$d$	$\theta$	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$M_{Ed}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$\gamma_c$	
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)		
2,20	13,41	45,00	1,00	-7407,1	2110,2	6190,8	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 <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	10	18	2,54	25,45					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{sl}$	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$V_{min}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$V_{Rd}$	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	(cm <sup>2</sup> )			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)		
	25,45	0,15	1,12	0,01%	0,24	0,25	1,01	8183,7	25,8%	VERIFICA OK



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

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>134</b>

NOME: SLV LONG	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)									Rev. 10.1
DATI SEZIONE			AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO				
$b_w$	$d$	$\theta$ cotg $\theta$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$M_{Ed}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$\gamma_c$		
(m)	(m)	(°)	(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)			
13,50	2,11	30,00 1,73	-6668,5	2782,2	1861,9	33,20	18,81	1,50		
1,00 ≤ cotg $\theta$ ≤ 2,50										
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$f_{yd}$	$n$	$\varnothing$	$A_{sl,\varnothing}$	$A_{sl}$					
	(MPa)		(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	66	22	3,80	250,89					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{sl}$	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$V_{Rd}$	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	(cm <sup>2</sup> )			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)		
	250,89	0,15	1,31	0,09%	0,30	0,23	1,01	9589,1	29,0%	<b>VERIFICA OK</b>



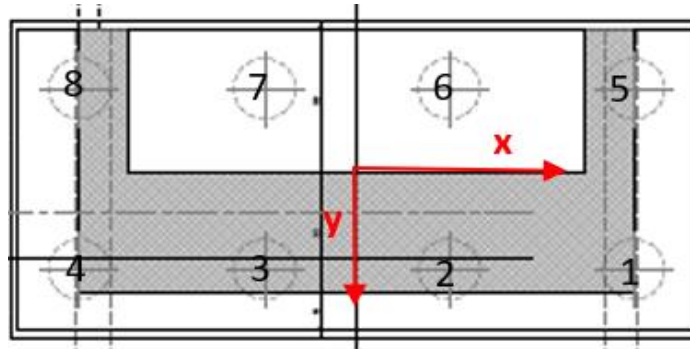
Non si è reso necessario l'inserimento di armatura trasversale per questa sezione.

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>135</b>

### 11.7 VERIFICHE PLINTO FONDAZIONE

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



Azioni		Ripartizione degli sforzi normali sui pali della palificata								Hmax, singolo palo
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	N [kN]
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Nvert Max	SLU6	5600	5597	5594	5591	2038	2035	2032	2029	654
Nvert Min	SLU22	3348	3342	3336	3331	1530	1525	1519	1513	448
Vtrasv Max	SLU9	5147	5189	5231	5273	2002	2044	2086	2128	655
Vtrasv Min	SLU24	4106	4154	4202	4251	1275	1324	1372	1420	497
Mtrasv Max	SLU6	4977	5025	5073	5121	2006	2054	2102	2151	656
Mtrasv Min	SLU14	3348	3342	3336	3331	1530	1525	1519	1513	448
Vlong Max	SLU12	4977	5025	5073	5121	2006	2054	2102	2151	656
Vlong Min	SLU14	3323	3323	3323	3323	1538	1538	1538	1538	442
Mlong Max	SLU4	5600	5597	5594	5591	2038	2035	2032	2029	654
Mlong Min	SLU22	3323	3323	3323	3323	1538	1538	1538	1538	442
Mtorc Max	SLU4	4977	5025	5073	5121	2006	2054	2102	2151	656
Mtorc Min	SLU15	3894	3936	3978	4020	1303	1345	1387	1429	496
Nvert Max	SLV5	4145	4006	3866	3726	1851	1711	1572	1432	579
Nvert Min	SLV6	3189	3050	2910	2770	1374	1235	1095	955	579
Vtrasv Max	SLV3	4300	3834	3368	2903	2173	1707	1242	776	896
Vtrasv Min	SLV6	3189	3050	2910	2770	1374	1235	1095	955	579
Mtrasv Max	SLV1	4406	4267	4127	3987	1089	949	809	669	1036
Mtrasv Min	SLV6	4013	3547	3081	2616	2030	1564	1099	633	896
Vlong Max	SLV1	4406	4267	4127	3987	1089	949	809	669	1036
Vlong Min	SLV6	3189	3050	2910	2770	1374	1235	1095	955	579
Mlong Max	SLV1	4406	4267	4127	3987	1089	949	809	669	1036
Mlong Min	SLV4	3189	3050	2910	2770	1374	1235	1095	955	579
Mtorc Max	SLV5	4145	4006	3866	3726	1851	1711	1572	1432	579
Mtorc Min	SLV4	4013	3547	3081	2616	2030	1564	1099	633	896

<b>SLU</b>		<b>2054</b>	<b>2102</b>		<b>656</b>
<b>SLV</b>		<b>1711</b>	<b>1572</b>		<b>1036</b>



**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>136</b>

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	3975	3973	3972	3970	1447	1445	1443	1441	441
Nvert Min	RA9	3367	3367	3367	3367	1493	1493	1493	1493	441
Vtrasv Max	RA3	3650	3679	3708	3738	1433	1462	1491	1520	438
Vtrasv Min	RA4	3709	3738	3767	3795	1524	1553	1581	1610	396
Mtrasv Max	RA1	3650	3679	3708	3738	1433	1462	1491	1520	438
Mtrasv Min	RA6	3280	3277	3273	3269	1592	1588	1584	1580	404
Vlong Max	RA12	3824	3853	3881	3910	1410	1438	1467	1496	442
Vlong Min	RA10	3861	3859	3857	3855	1561	1559	1558	1556	395
Mlong Max	RA3	3975	3973	3972	3970	1447	1445	1443	1441	441
Mlong Min	RA6	3280	3277	3273	3269	1592	1588	1584	1580	404
Mtorc Max	RA4	3709	3738	3767	3795	1524	1553	1581	1610	396
Mtorc Min	RA3	3650	3679	3708	3738	1433	1462	1491	1520	438
Nvert Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334
Nvert Min	QP11	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305
Vtrasv Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334
Vtrasv Min	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305
Mtrasv Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334
Mtrasv Min	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305
Vlong Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334
Vlong Min	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305
Mlong Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334
Mlong Min	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305
Mtorc Max	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305
Mtorc Min	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334

<b>SLE RA</b>		<b>1137</b>	<b>1134</b>	<b>415</b>
<b>SLE QP</b>		<b>1729</b>	<b>1729</b>	<b>334</b>

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>137</b>

### 11.7.1 Verifiche a flessione (SLU, SLV, SLE)

Per valutare lo stato di sollecitazione del plinto di fondazione, si considera uno schema di trave a mensola incastrata con luce libera  $L$  che va dal filo esterno dell'elevazione spalla fino al bordo libero della fondazione, applicato 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).

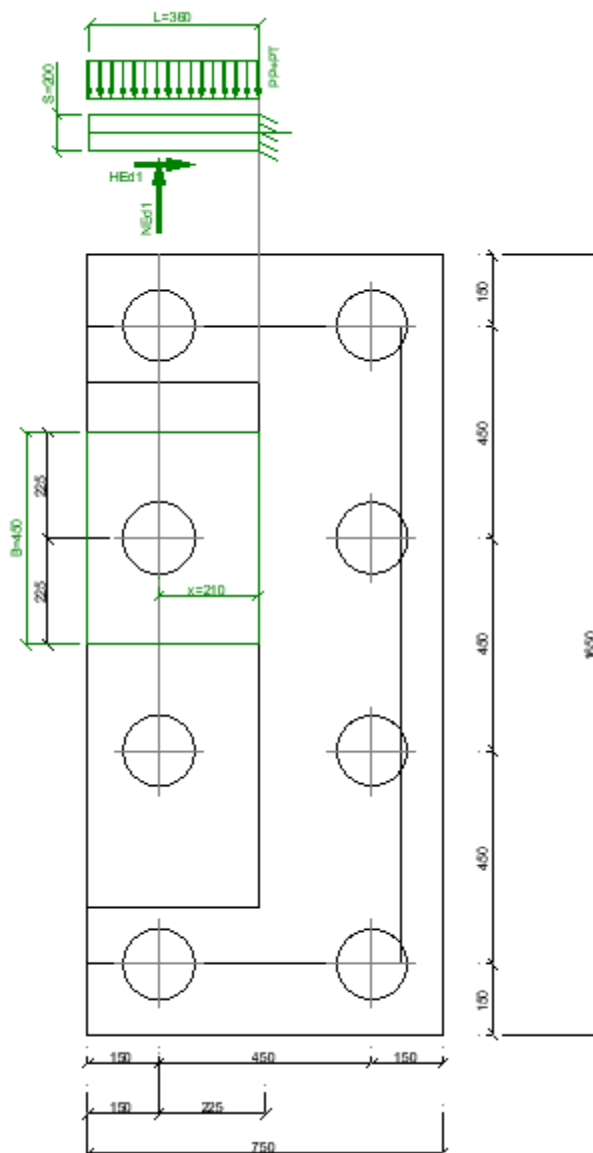
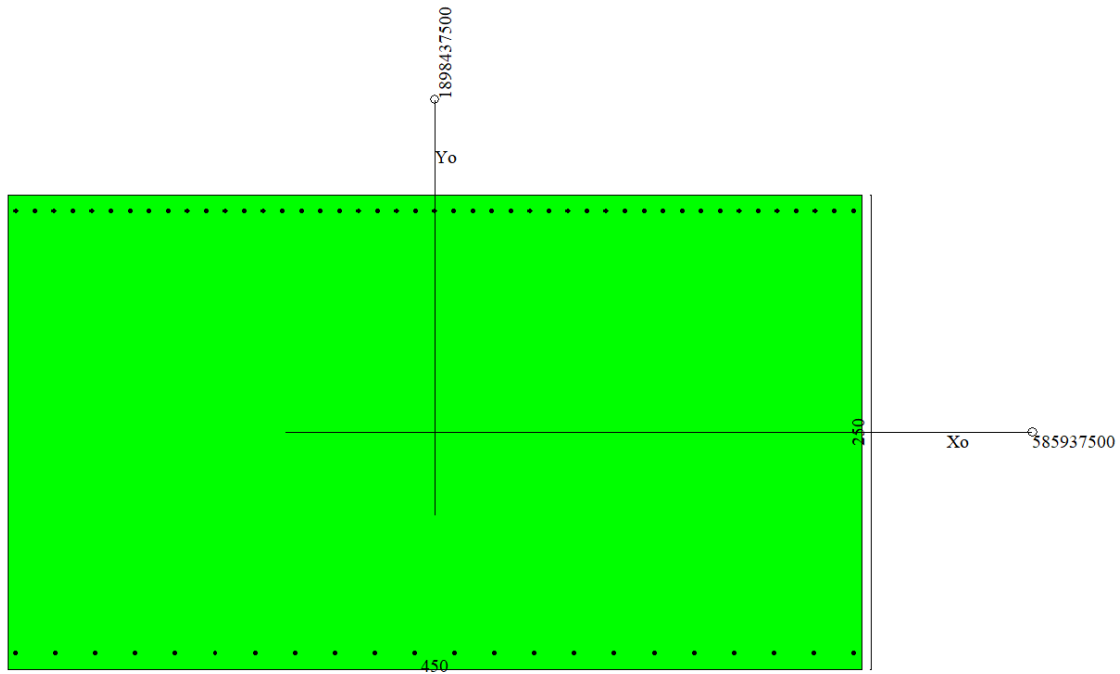


Figura 34 – Schema delle verifiche a flessione del plinto per il palo più caricato

VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	04	002	B	138

NOME: PALO 6		CALCOLO MOMENTI PLINTO				
HT (m)	B (m)	S (m)	PP (kN/m)	PT (kN/m)	L (m)	
4.59	4.50	2.00	225.0	413.1	4.70	
	x (m)	SLU		SLV	SLE RA	SLE QP
Palo 6	2.10	N <sub>Ed</sub> (kN)	2102	1711	1137	1729
		H <sub>Ed</sub> (kN)	656	1036	415	334
		M <sub>Ed</sub> (kNm)	-5128	-2418	-4245	-3083



## Dati

<b>Nome sezione:</b>	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 <sub>G</sub> = 225,00	[cm]
Ordinata baricentro sezione	Y <sub>G</sub> = 100,00	[cm]

## Elenco ferri

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>139</b>

*Simbologia adottata*

Posizione riferita all'origine

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

N°	X	Y	d	ω
1	445,90	191,80	22	3,80
2	430,67	191,80	22	3,80
3	415,43	191,80	22	3,80
4	400,20	191,80	22	3,80
5	384,96	191,80	22	3,80
6	369,73	191,80	22	3,80
7	354,49	191,80	22	3,80
8	339,26	191,80	22	3,80
9	324,02	191,80	22	3,80
10	308,79	191,80	22	3,80
11	293,56	191,80	22	3,80
12	278,32	191,80	22	3,80
13	263,09	191,80	22	3,80
14	247,85	191,80	22	3,80
15	232,62	191,80	22	3,80
16	217,38	191,80	22	3,80
17	202,15	191,80	22	3,80
18	186,91	191,80	22	3,80
19	171,68	191,80	22	3,80
20	156,44	191,80	22	3,80
21	141,21	191,80	22	3,80
22	125,98	191,80	22	3,80
23	110,74	191,80	22	3,80
24	95,51	191,80	22	3,80
25	80,27	191,80	22	3,80
26	65,04	191,80	22	3,80
27	49,80	191,80	22	3,80
28	34,57	191,80	22	3,80
29	19,33	191,80	22	3,80
30	4,10	191,80	22	3,80
31	4,00	8,00	20	3,14
32	19,24	8,00	20	3,14
33	34,48	8,00	20	3,14
34	49,72	8,00	20	3,14
35	64,97	8,00	20	3,14
36	80,21	8,00	20	3,14
37	95,45	8,00	20	3,14
38	110,69	8,00	20	3,14
39	125,93	8,00	20	3,14
40	141,17	8,00	20	3,14
41	156,41	8,00	20	3,14
42	171,66	8,00	20	3,14
43	186,90	8,00	20	3,14
44	202,14	8,00	20	3,14
45	217,38	8,00	20	3,14
46	232,62	8,00	20	3,14
47	247,86	8,00	20	3,14
48	263,10	8,00	20	3,14
49	278,34	8,00	20	3,14
50	293,59	8,00	20	3,14
51	308,83	8,00	20	3,14
52	324,07	8,00	20	3,14

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>140</b>

53	339,31	8,00	20	3,14
54	354,55	8,00	20	3,14
55	369,79	8,00	20	3,14
56	385,03	8,00	20	3,14
57	400,28	8,00	20	3,14
58	415,52	8,00	20	3,14
59	430,76	8,00	20	3,14
60	446,00	8,00	20	3,14

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

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

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

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

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in [kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	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 <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	0,0000	-5128,1100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	-2418,3200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	0,0000	-4244,9800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
4	0,0000	-3082,7300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

**Risultati analisi**

**Caratteristiche asse neutro**

*Simbologia adottata*

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

N°	X <sub>c</sub>	α	(xi; yi)	(xf; yf)
3	32,51	0,00	(450,00; 32,51)	(0,00; 32,51)
4	32,51	0,00	(450,00; 32,51)	(0,00; 32,51)

**Risultati tensionali**

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>141</b>

### Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
$\sigma_{c-max}$	Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
$\sigma_{c-min}$	Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
$\sigma_{f-max}$	Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
$\sigma_{f-min}$	Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
$\tau_c$	Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
3	2,793	0,000	0,000	31,590	-205,289
4	2,029	0,000	0,000	22,941	-149,082

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

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

#### Combinazione n° 1

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
0,0000	0,0000	-8298,5619	1,62

#### Combinazione n° 2

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
0,0000	0,0000	-8298,5619	3,43

### 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]
$\sigma_f$	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
$\sigma_c$	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
$A_{eff}$	Area efficace a trazione, espressa in [cm <sup>2</sup> ]
$\epsilon$	Deformazione media acciaio teso, espressa in [‰]
$S_{rm}$	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	$M_X$	$M_Y$	$\sigma_f$	$\sigma_c$	$A_{eff}$	$\epsilon$	$S_{rm}$	w
3	0,0000	-5916,8504	-286,141	-20,058	11115,00	0,0000	0	0,0000
4	0,0000	-5916,8504	-286,141	-20,058	11115,00	0,0000	0	0,0000

### Inviluppo verifiche tensionali

#### Simbologia adottata

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

#### Sezione n° 2 - SPALLA S2

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	2,029	9,960	-10,450	2,558	-149,082	22,941	450,000	4
SLER	2,793	13,695	-14,390	2,558	-205,289	31,590	337,500	3

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>142</b>

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**

<b>TC</b>	<b>sf</b>	<b>sc</b>	<b>Aeff</b>	<b>Esp</b>	<b>sr</b>	<b>w</b>	<b>wl</b>	<b>Comb.</b>
SLEQP	-286,141	-20,058	1090,026	0,0000	0,000	0,000	0,300	4
SLER	-286,141	-20,058	1090,026	0,0000	0,000	0,000	0,300	3

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>143</b>

### 11.7.2 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  $V_{Ed} = 2102.4$  kN, vedi schemi di calcolo seguenti.

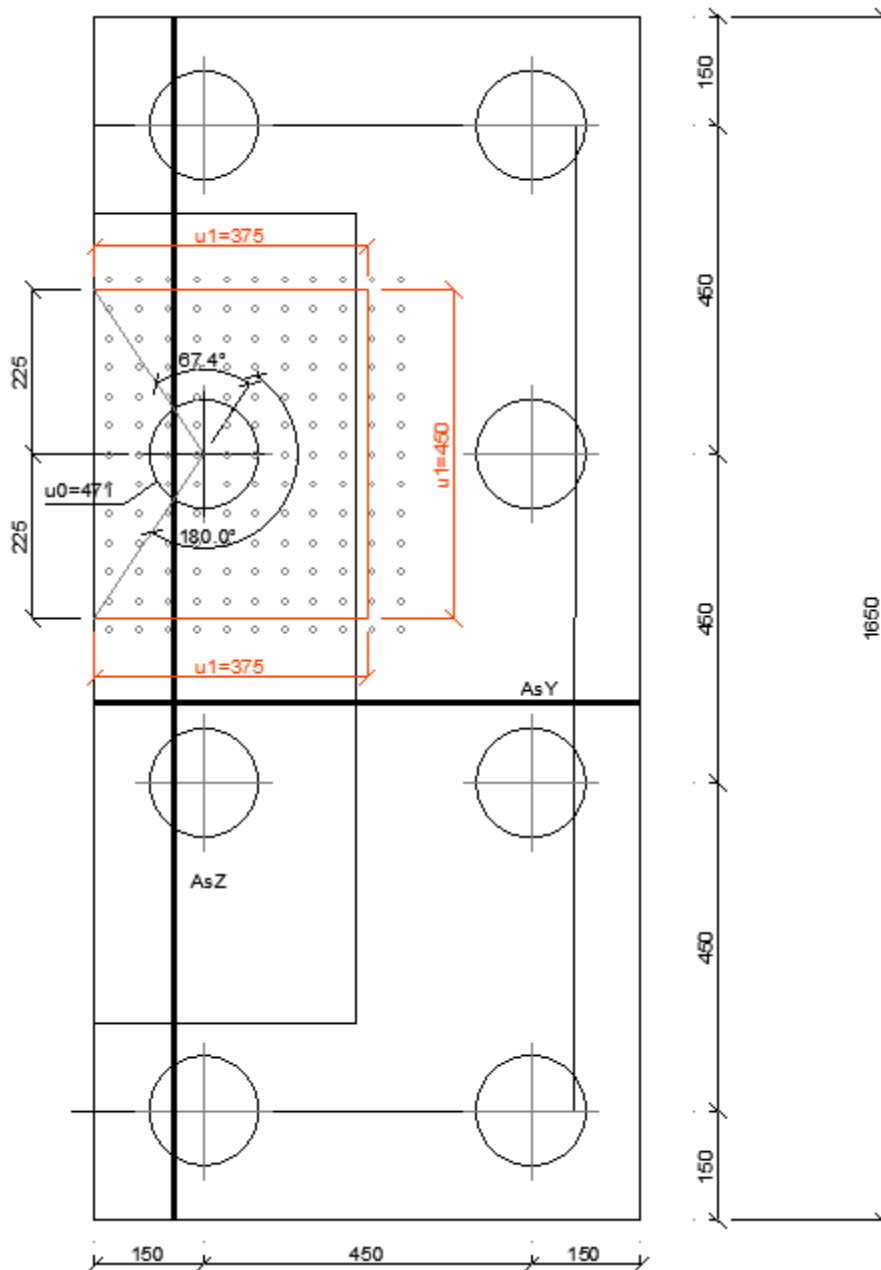
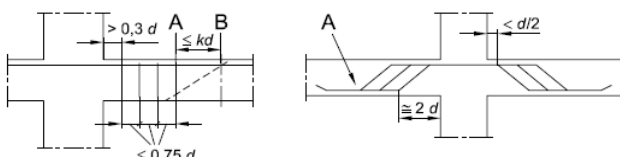


Figura 35 – Schema delle verifiche a taglio-punzonamento per il palo più caricato



VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	04	002	B	144

NOME: SPALLA SP2		CALCOLO TAGLIO-PUNZONAMENTO - UNI ENV 1992-1-1: 2005							Rev. 10		
DATI SEZIONE E ARMATURE						AZIONE CALCOLO			CALCESTRUZZO		
	d	A <sub>c</sub>	A <sub>s</sub>	ρ <sub>l</sub>	N <sub>Ed</sub>	σ <sub>cp</sub>	V <sub>ed</sub>	β	f <sub>ck</sub>	f <sub>cd</sub>	γ <sub>c</sub>
	(m)	(m <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(%)	(kN)	(MPa)	(kN)		(MPa)	(MPa)	
direzione Y	2.41	2.41	22.80	0.09%	0.0	0.00	2102.4	1.40	24.90	14.11	1.50
direzione Z	2.39	2.39	22.80	0.10%	0.0	0.00					
VERIFICA AREA CARICATA (§6.4.5)											
Verifiche a taglio-punzonamento eseguite sul perimetro u <sub>1</sub> posto a 001d < 2d da bordo pilastro						c	u <sub>0</sub>	v	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,max</sub>	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd,max</sub>
						(m)	(m)		(MPa)	(MPa)	
						1.50	4.71	0.54	0.26	3.81	6.8% VERIFICA OK
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§6.4.4)											
Angolo settore di verifica (°)	a	k <sub>1</sub>	k	d	ρ <sub>l</sub>	V <sub>min</sub>	σ <sub>cp</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,c</sub>	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd,c</sub>	
	(m)			(m)	(%)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)		
247	2.03	0.10	1.29	2.40	0.09%	0.26	0.00	0.10	0.60	16.9% VERIFICA OK	
A	Perimetro di verifica più esterno che richiede armatura a taglio						Perimetro A (u <sub>1</sub> con V <sub>Ed</sub> < V <sub>Rd,cs</sub> )			u <sub>1</sub> (m)	r <sub>u1</sub> (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 <sub>out</sub> con V <sub>Ed</sub> < V <sub>Rd,c</sub> )			u <sub>out,ef</sub> (m)	r <sub>min</sub> (m)
							oltre 000d da bordo pilastro			2.03	0.47
											
(*) Staffe / Plioli: n° totale barre su una fila di passo radiale s, estesa a u <sub>1</sub> Ferri piegati: n° totale barre all'interno del campo radiale s <sub>r</sub> =1,5d esteso a u <sub>1</sub>											

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

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>145</b>

## 11.8 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.

### 11.8.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

La sezione è armata con un quantitativo di armatura longitudinale nel lato teso di  $\Phi 12/20$  e nel lato compresso di  $\Phi 10/20$  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.

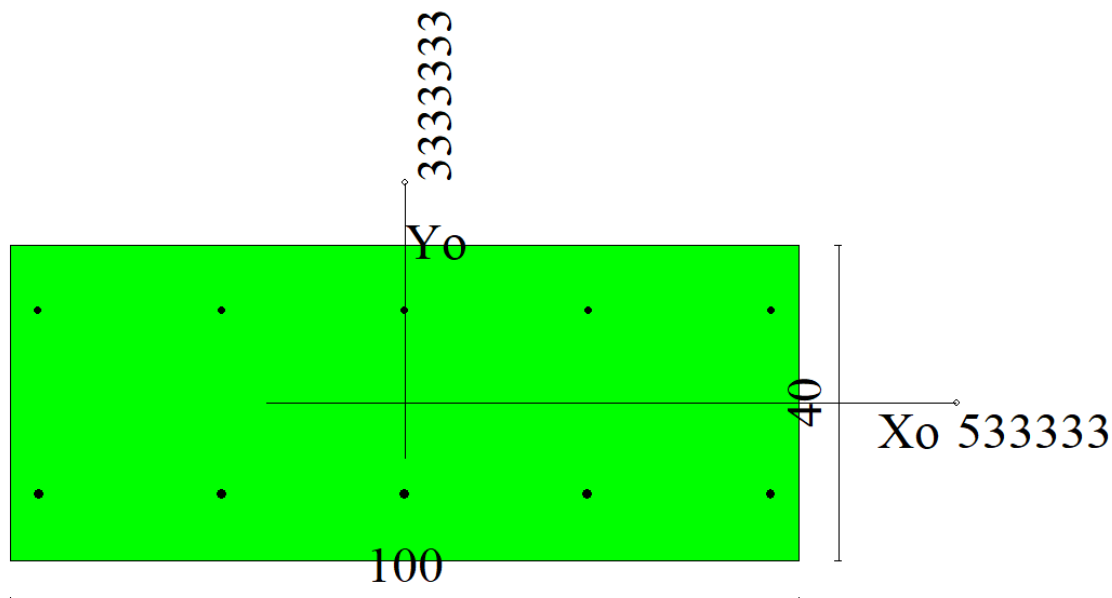


Figura 36 – Sezione trasversale muro paraghiaia e relativa armatura

## 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 [cm<sup>4</sup>]  
 Inerzia in direzione Y: 533333,3 [cm<sup>4</sup>]  
 Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm<sup>4</sup>]  
 Ascissa baricentro sezione:  $X_G = 50,00$  [cm]  
 Ordinata baricentro sezione:  $Y_G = 20,00$  [cm]

### Elenco ferri

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>146</b>

### 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	3,60	6,80	12	1,13
2	26,80	6,80	12	1,13
3	50,00	6,80	12	1,13
4	73,20	6,80	12	1,13
5	96,40	6,80	12	1,13
6	96,50	33,30	10	0,79
7	73,25	33,30	10	0,79
8	50,00	33,30	10	0,79
9	26,75	33,30	10	0,79
10	3,50	33,30	10	0,79

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

### Caratteristiche calcestruzzo

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

### Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

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

### Combinazioni

#### Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in [kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	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 <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	14,1800	22,5700	0,0000	0,0000	0,0000	45,1100	SI	NO
2	10,5000	17,2600	0,0000	0,0000	0,0000	32,8700	SI	NO
3	14,1800	22,5700	0,0000	0,0000	0,0000	45,1100	SI	NO
4	10,5000	5,3100	0,0000	0,0000	0,0000	12,2400	SI	NO
5	11,8800	4,6100	0,0000	0,0000	0,0000	10,2000	SI	NO
6	9,1200	4,6100	0,0000	0,0000	0,0000	10,2000	SI	NO
7	10,9200	7,1100	0,0000	0,0000	0,0000	14,9500	SI	NO
8	9,1200	4,6100	0,0000	0,0000	0,0000	10,2000	SI	NO
9	10,5000	15,4400	0,0000	0,0000	0,0000	30,8300	NO	SLER
10	10,5000	3,5400	0,0000	0,0000	0,0000	8,1600	NO	SLER
11	10,5000	15,4400	0,0000	0,0000	0,0000	30,8300	NO	SLER
12	10,5000	3,5400	0,0000	0,0000	0,0000	8,1600	NO	SLER
13	10,5000	3,5400	0,0000	0,0000	0,0000	8,1600	NO	SLEQP
14	10,5000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>147</b>

15	10,5000	3,5400	0,0000	0,0000	0,0000	8,1600	NO	SLEQP
16	10,5000	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]
$\alpha$	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	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
9	7,32	0,00	(0,00; 32,68)	(100,00; 32,68)
10	10,13	0,00	(0,00; 29,87)	(100,00; 29,87)
11	7,32	0,00	(0,00; 32,68)	(100,00; 32,68)
12	10,13	0,00	(0,00; 29,87)	(100,00; 29,87)
13	10,13	0,00	(0,00; 29,87)	(100,00; 29,87)
14	1681,17	0,00	(0,00; -1641,17)	(100,00; -1641,17)
15	10,13	0,00	(0,00; 29,87)	(100,00; 29,87)
16	1681,17	0,00	(0,00; -1641,17)	(100,00; -1641,17)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
$\sigma_{c-max}$	Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
$\sigma_{c-min}$	Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
$\sigma_{f-max}$	Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
$\sigma_{f-min}$	Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
$\tau_c$	Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
9	1,477	0,000	0,000	1,876	-78,345
10	0,315	0,000	0,000	1,600	-10,765
11	1,477	0,000	0,000	1,876	-78,345
12	0,315	0,000	0,000	1,600	-10,765
13	0,315	0,000	0,000	1,600	-10,765
14	0,026	0,000	0,000	0,383	0,377
15	0,315	0,000	0,000	1,600	-10,765
16	0,026	0,000	0,000	0,383	0,377

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N <sub>u</sub>	Storzo normale ultimo, espresso in [kN]
M <sub>Xu</sub>	Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]
M <sub>Yu</sub>	Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 1

N <sub>u</sub>	M <sub>Xu</sub>	M <sub>Yu</sub>	FS
<u>53,3074</u>	0,0000	<u>84,8483</u>	3,76
<u>7701,9425</u>	0,0000	<u>22,5700</u>	543,16
14,1800	0,0000	<u>78,0677</u>	3,46

#### Combinazione n° 2

VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	04	002	B	148

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>51,4183</u>	0,0000	<u>84,5218</u>	4,90
<u>7736,8713</u>	0,0000	17,2600	736,84
10,5000	0,0000	<u>77,4278</u>	4,49

Combinazione n° 3

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>53,3074</u>	0,0000	<u>84,8483</u>	3,76
<u>7701,9425</u>	0,0000	22,5700	543,16
14,1800	0,0000	<u>78,0677</u>	3,46

Combinazione n° 4

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>225,8658</u>	0,0000	<u>114,2236</u>	21,51
<u>7814,4293</u>	0,0000	5,3100	744,23
10,5000	0,0000	<u>77,4279</u>	14,58

Combinazione n° 5

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>345,3336</u>	0,0000	<u>134,0057</u>	29,07
<u>7818,9230</u>	0,0000	4,6100	658,16
11,8800	0,0000	<u>77,6678</u>	16,85

Combinazione n° 6

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>226,0208</u>	0,0000	<u>114,2495</u>	24,78
<u>7818,9247</u>	0,0000	4,6100	857,34
9,1200	0,0000	<u>77,1878</u>	16,74

Combinazione n° 7

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>157,7996</u>	0,0000	<u>102,7432</u>	14,45
<u>7802,8367</u>	0,0000	7,1100	714,55
10,9200	0,0000	<u>77,5009</u>	10,90

Combinazione n° 8

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>226,0208</u>	0,0000	<u>114,2495</u>	24,78
<u>7818,9247</u>	0,0000	4,6100	857,34
9,1200	0,0000	<u>77,1878</u>	16,74

**Risultati fessurazione**

*Simbologia adottata*

$N^\circ$	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]
$\sigma_t$	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
$\sigma_c$	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
$A_{eff}$	Area efficace a trazione, espressa in [cm <sup>2</sup> ]
$\epsilon$	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
$S_{rm}$	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
$w$	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

$N^\circ$	$M_x$	$M_y$	$\sigma_t$	$\sigma_c$	$A_{eff}$	$\epsilon$	$S_{rm}$	$w$
9	0,0000	62,1038	-344,782	-28,917	1580,00	0,0000	0	0,0000

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>149</b>

10	0,0000	62,1049	-344,788	-28,918	1580,00	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	62,1038	-344,782	-28,917	1580,00	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	62,1049	-344,788	-28,918	1580,00	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	62,1049	-344,788	-28,918	1580,00	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	0,0000	0,377	0,025	0,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	62,1049	-344,788	-28,918	1580,00	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	0,0000	0,377	0,025	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	0,315	13,280	-0,929	3,099	-10,765	1,600	450,000	13
SLER	1,477	18,260	-6,595	3,099	-78,345	1,876	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	-344,788	-28,918	154,948	0,0000	0,000	0,000	0,200	13
SLER	-344,782	-28,917	154,948	0,0000	0,000	0,000	0,200	9

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

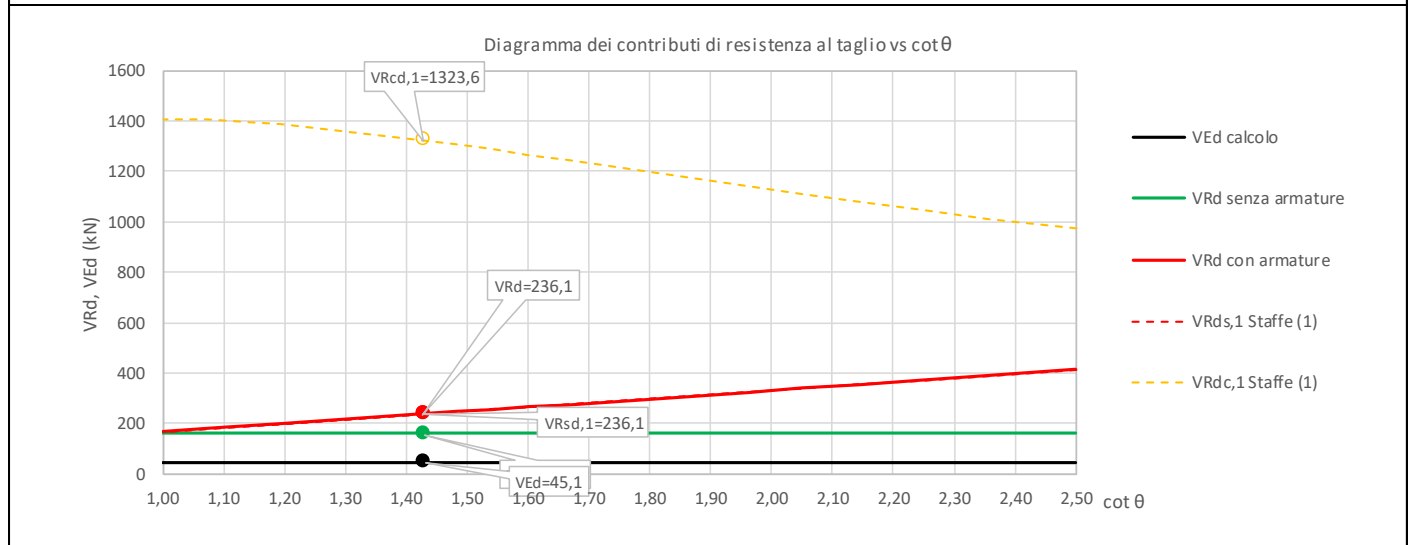
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>150</b>

### 11.8.2 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				
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$		
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)											
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{sl,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{sl}$ (cm <sup>2</sup> )						
Barre B450C	391,3	5	12	1,13	5,65						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	$A_{sl}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$		
	5,65	0,15	1,78	0,17%	0,48	0,04	1,00	160,6	28,1%	<b>VERIFICA OK</b>	



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

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>151</b>

## 11.9 VERIFICHE MURO D'ALA

### 11.9.1 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.

#### 11.9.1.9 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.

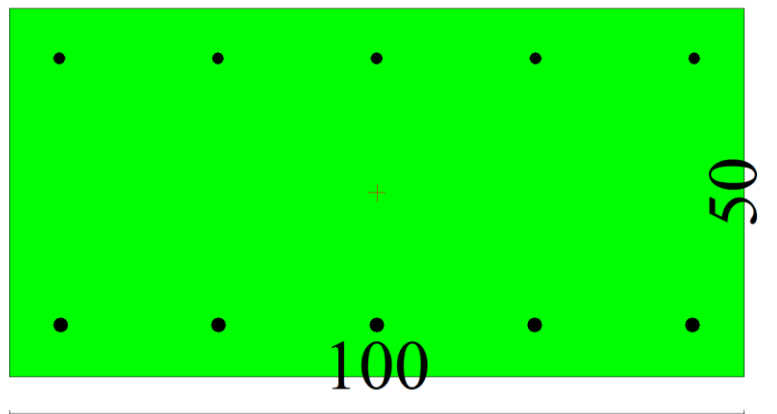


Figura 37 – Sezione trasversale muro d'ala e relativa armatura

## 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 [cm<sup>4</sup>]  
 Inerzia in direzione Y: 1041666,7 [cm<sup>4</sup>]  
 Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm<sup>4</sup>]  
 Ascissa baricentro sezione:  $X_G = 50,00$  [cm]  
 Ordinata baricentro sezione:  $Y_G = 25,00$  [cm]

### Elenco ferri

Simbologia adottata



**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>152</b>

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 [cm<sup>2</sup>]

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<sub>Y</sub> momento lungo Y espresso in [kNm]  
M<sub>X</sub> momento lungo X espresso in [kNm]  
M<sub>t</sub> momento torcente espresso in [kNm]  
T<sub>Y</sub> taglio lungo Y espresso in [kN]  
T<sub>X</sub> 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 <sub>Y</sub>	M <sub>X</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>Y</sub>	T <sub>X</sub>	VD	VT
1	52,4800	27,1700	0,0000	0,0000	0,0000	18,0600	SI	NO
2	52,4800	4,9800	0,0000	0,0000	0,0000	27,0200	SI	NO
3	52,4800	27,1700	0,0000	0,0000	0,0000	18,0600	SI	NO
4	52,4800	50,9000	0,0000	0,0000	0,0000	27,8800	SI	NO
5	38,8400	20,6600	0,0000	0,0000	0,0000	1,0700	SI	NO
6	34,4600	14,6700	0,0000	0,0000	0,0000	11,0200	SI	NO
7	35,9900	24,0800	0,0000	0,0000	0,0000	-4,9900	SI	NO
8	37,3100	20,8000	0,0000	0,0000	0,0000	22,2600	SI	NO
9	36,6500	33,1300	0,0000	0,0000	0,0000	6,4500	NO	SLER
10	36,6500	38,3100	0,0000	0,0000	0,0000	26,3500	NO	SLER
11	36,6500	33,1300	0,0000	0,0000	0,0000	6,4500	NO	SLER
12	36,6500	38,3100	0,0000	0,0000	0,0000	26,3500	NO	SLER
13	36,6500	19,5000	0,0000	0,0000	0,0000	3,6600	NO	SLEQP
14	36,6500	16,2200	0,0000	0,0000	0,0000	13,6100	NO	SLEQP
15	36,6500	19,5000	0,0000	0,0000	0,0000	3,6600	NO	SLEQP

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69: Relazione di calcolo Spalla S2</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>153</b>

16      36,6500      16,2200      0,0000      0,0000      0,0000      13,6100      NO      SLEQP

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>154</b>

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  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	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
9	13,82	0,00	(0,00; 36,18)	(100,00; 36,18)
10	13,49	0,00	(0,00; 36,51)	(100,00; 36,51)
11	13,82	0,00	(0,00; 36,18)	(100,00; 36,18)
12	13,49	0,00	(0,00; 36,51)	(100,00; 36,51)
13	15,69	0,00	(0,00; 34,31)	(100,00; 34,31)
14	16,71	0,00	(0,00; 33,29)	(100,00; 33,29)
15	15,69	0,00	(0,00; 34,31)	(100,00; 34,31)
16	16,71	0,00	(0,00; 33,29)	(100,00; 33,29)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
9	1,356	0,000	0,000	10,330	-42,920
10	1,566	0,000	0,000	11,649	-51,365
11	1,356	0,000	0,000	10,330	-42,920
12	1,566	0,000	0,000	11,649	-51,365
13	0,798	0,000	0,000	6,778	-20,834
14	0,661	0,000	0,000	5,882	-15,600
15	0,798	0,000	0,000	6,778	-20,834
16	0,661	0,000	0,000	5,882	-15,600

### 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>785,1205</u>	0,0000	<u>406,4734</u>	14,96
<u>10074,9888</u>	0,0000	27,1700	191,98
52,4800	0,0000	<u>263,9457</u>	9,71

#### Combinazione n° 2

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>6342,8158</u>	0,0000	<u>601,8907</u>	120,86
<u>10191,1331</u>	0,0000	4,9800	194,19

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>155</b>

52,4800                      0,0000                      263,9457                      53,00

Combinazione n° 3

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>785,1205</u>	0,0000	<u>406,4734</u>	14,96
<u>10074,9888</u>	0,0000	27,1700	191,98
52,4800	0,0000	<u>263,9457</u>	9,71

Combinazione n° 4

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>329,8154</u>	0,0000	<u>319,8858</u>	6,28
<u>9948,9179</u>	0,0000	50,9000	189,58
52,4800	0,0000	<u>263,9457</u>	5,19

Combinazione n° 5

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>753,1071</u>	0,0000	<u>400,5971</u>	19,39
<u>10109,2424</u>	0,0000	20,6600	260,28
38,8400	0,0000	<u>261,1383</u>	12,64

Combinazione n° 6

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>1077,5517</u>	0,0000	<u>458,7256</u>	31,27
<u>10140,6265</u>	0,0000	14,6700	294,27
34,4600	0,0000	<u>260,2357</u>	17,74

Combinazione n° 7

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>538,6861</u>	0,0000	<u>360,4213</u>	14,97
<u>10091,2683</u>	0,0000	24,0800	280,39
35,9900	0,0000	<u>260,5510</u>	10,82

Combinazione n° 8

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>701,4407</u>	0,0000	<u>391,0471</u>	18,80
<u>10108,5014</u>	0,0000	20,8000	270,93
37,3100	0,0000	<u>260,8230</u>	12,54

**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]
$\sigma_f$	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
$\sigma_c$	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
$A_{eff}$	Area efficace a trazione, espressa in [cm <sup>2</sup> ]
$\epsilon$	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
$S_{fm}$	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	$M_x$	$M_y$	$\sigma_f$	$\sigma_c$	$A_{eff}$	$\epsilon$	$S_{fm}$	w
9	0,0000	106,5337	-162,979	-13,337	1888,79	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	106,5272	-162,969	-13,336	1888,79	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	106,5337	-162,979	-13,337	1888,79	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	106,5272	-162,969	-13,336	1888,79	0,0000	0	0,0000

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:**

**Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>156</b>

13	0,0000	106,5264	-162,967	-13,336	1888,79	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	106,5325	-162,977	-13,336	1888,79	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	106,5264	-162,967	-13,336	1888,79	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	106,5325	-162,977	-13,336	1888,79	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	0,798	14,940	-1,745	3,099	-20,834	6,778	450,000	13
SLER	1,566	18,260	-4,237	3,099	-51,365	11,649	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	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-162,967	-13,336	185,230	0,0000	0,000	0,000	0,200	13
SLER	-162,979	-13,337	185,230	0,0000	0,000	0,000	0,200	9

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

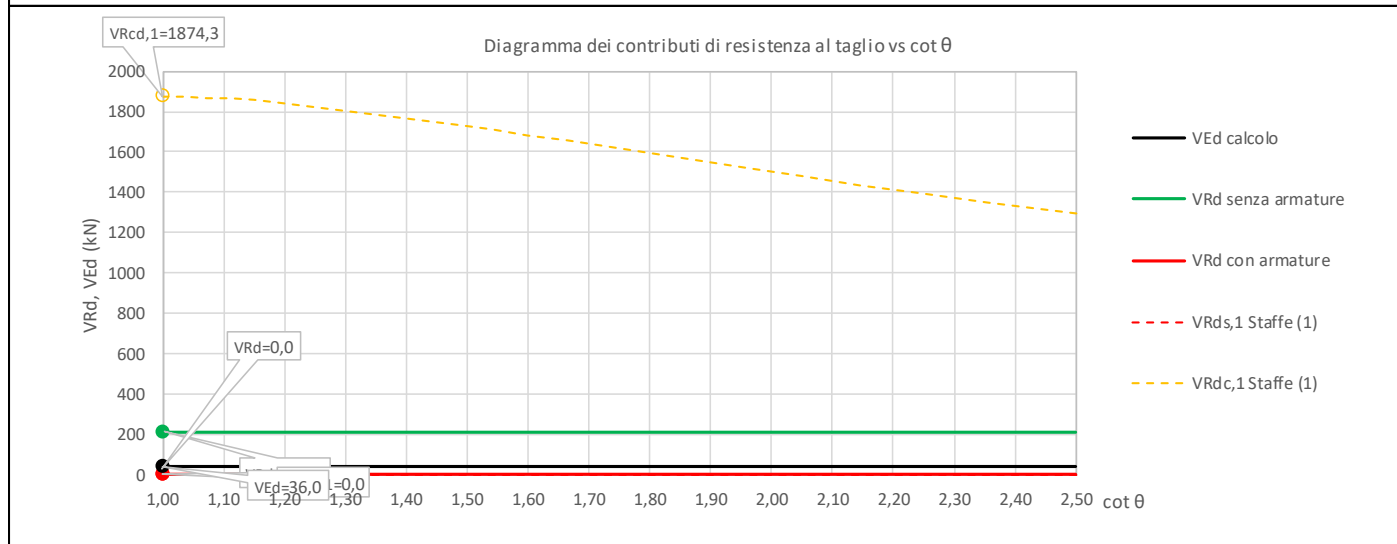
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>157</b>

**11.9.1.10 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			
$b_w$	$d$	$\theta$	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$M_{Ed}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$\gamma_c$	
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)		
1,00	0,44	45,00	1,00	-52,5	36,0	37,1	33,20	18,81	1,50	
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$						
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$f_{yd}$	$n$	$\varnothing$	$A_{sl,\varnothing}$	$A_{sl}$					
	(MPa)		(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	5	20	3,14	15,71					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{sl}$	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$V_{Rd}$	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	(cm <sup>2</sup> )			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)		
	15,71	0,15	1,67	0,36%	0,44	0,12	1,01	209,4	17,2%	VERIFICA OK



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>		COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>158</b>

## 11.9.2 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.

### 11.9.2.9 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

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

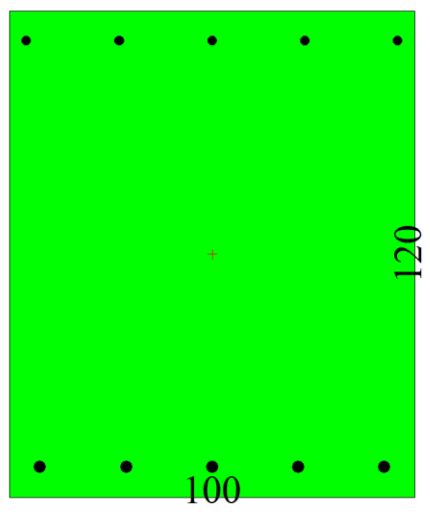


Figura 38 – Sezione trasversale muro d'ala e relativa armatura

## 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<sup>4</sup>]  
 Inerzia in direzione Y: 14400000,0 [cm<sup>4</sup>]  
 Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm<sup>4</sup>]  
 Ascissa baricentro sezione:  $X_G = 50,00$  [cm]  
 Ordinata baricentro sezione:  $Y_G = 60,00$  [cm]

### Elenco ferri

*Simbologia adottata*  
 Posizione riferita all'origine

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>159</b>

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

N°	X	Y	d	ω
1	95,80	112,60	24	4,52
2	72,90	112,60	24	4,52
3	50,00	112,60	24	4,52
4	27,10	112,60	24	4,52
5	4,20	112,60	24	4,52
6	7,50	7,50	30	7,07
7	28,75	7,50	30	7,07
8	50,00	7,50	30	7,07
9	71,25	7,50	30	7,07
10	92,50	7,50	30	7,07

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

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

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

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

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N° numero d'ordine della combinazione  
 N sforzo normale espresso in [kN]  
 M<sub>y</sub> momento lungo Y espresso in [kNm]  
 M<sub>x</sub> momento lungo X espresso in [kNm]  
 M<sub>t</sub> momento torcente espresso in [kNm]  
 T<sub>y</sub> taglio lungo Y espresso in [kN]  
 T<sub>x</sub> 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 <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	194,2300	323,6500	0,0000	0,0000	0,0000	197,4300	SI	NO
2	194,2300	387,1400	0,0000	0,0000	0,0000	206,3900	SI	NO
3	194,2300	323,6500	0,0000	0,0000	0,0000	197,4300	SI	NO
4	194,2300	450,6300	0,0000	0,0000	0,0000	215,3400	SI	NO
5	157,6900	89,2600	0,0000	0,0000	0,0000	69,0100	SI	NO
6	125,6100	158,5500	0,0000	0,0000	0,0000	78,9600	SI	NO
7	136,8400	14,3800	0,0000	0,0000	0,0000	12,7000	SI	NO
8	146,4600	350,3300	0,0000	0,0000	0,0000	183,5400	SI	NO
9	141,6500	172,4000	0,0000	0,0000	0,0000	120,8400	NO	SLER
10	141,6500	313,4900	0,0000	0,0000	0,0000	140,7400	NO	SLER
11	141,6500	172,4000	0,0000	0,0000	0,0000	120,8400	NO	SLER
12	141,6500	313,4900	0,0000	0,0000	0,0000	140,7400	NO	SLER
13	141,6500	132,7000	0,0000	0,0000	0,0000	93,1400	NO	SLEQP
14	141,6500	203,2500	0,0000	0,0000	0,0000	103,0900	NO	SLEQP
15	141,6500	132,7000	0,0000	0,0000	0,0000	93,1400	NO	SLEQP
16	141,6500	203,2500	0,0000	0,0000	0,0000	103,0900	NO	SLEQP



MANDATARIA

**HUB** ENGINEERING  
CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.

MANDANTI

**HY**pro**LINEA PESCARA – BARI****RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA  
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA****VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:****Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	160

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>161</b>

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  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	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
9	39,84	0,00	(0,00; 80,16)	(100,00; 80,16)
10	33,87	0,00	(0,00; 86,13)	(100,00; 86,13)
11	39,84	0,00	(0,00; 80,16)	(100,00; 80,16)
12	33,87	0,00	(0,00; 86,13)	(100,00; 86,13)
13	44,35	0,00	(0,00; 75,65)	(100,00; 75,65)
14	37,72	0,00	(0,00; 82,28)	(100,00; 82,28)
15	44,35	0,00	(0,00; 75,65)	(100,00; 75,65)
16	37,72	0,00	(0,00; 82,28)	(100,00; 82,28)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
9	1,089	0,000	0,000	13,297	-29,786
10	1,946	0,000	0,000	22,818	-67,788
11	1,089	0,000	0,000	13,297	-29,786
12	1,946	0,000	0,000	22,818	-67,788
13	0,840	0,000	0,000	10,502	-19,370
14	1,279	0,000	0,000	15,416	-38,018
15	0,840	0,000	0,000	10,502	-19,370
16	1,279	0,000	0,000	15,416	-38,018

### 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>1289,6322</u>	0,0000	<u>2148,9443</u>	6,64
<u>23679,7240</u>	0,0000	323,6500	121,92
194,2300	0,0000	<u>1590,1734</u>	4,91

#### Combinazione n° 2

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>1007,4721</u>	0,0000	<u>2008,0973</u>	5,19
<u>23545,5051</u>	0,0000	387,1400	121,22

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>162</b>

194,2300                      0,0000                      1590,1733                      4,11

Combinazione n° 3

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>1289,6322</u>	0,0000	<u>2148,9443</u>	6,64
<u>23679,7240</u>	0,0000	323,6500	121,92
194,2300	0,0000	<u>1590,1734</u>	4,91

Combinazione n° 4

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
825,9700	0,0000	<u>1916,3202</u>	4,25
<u>23410,1288</u>	0,0000	450,6300	120,53
194,2300	0,0000	<u>1590,1733</u>	3,53

Combinazione n° 5

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>7494,8533</u>	0,0000	<u>4242,4416</u>	47,53
<u>24163,6638</u>	0,0000	89,2600	153,24
157,6900	0,0000	<u>1571,0029</u>	17,60

Combinazione n° 6

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>1959,8203</u>	0,0000	<u>2473,7641</u>	15,60
<u>24022,6529</u>	0,0000	158,5500	191,25
125,6100	0,0000	<u>1554,1455</u>	9,80

Combinazione n° 7

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>19694,8933</u>	0,0000	<u>2069,6621</u>	143,93
<u>24313,8778</u>	0,0000	14,3800	177,68
136,8400	0,0000	<u>1560,0496</u>	108,49

Combinazione n° 8

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>794,4392</u>	0,0000	<u>1900,2860</u>	5,42
<u>23623,4741</u>	0,0000	350,3300	161,30
146,4600	0,0000	<u>1565,1047</u>	4,47

**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]
$\sigma_f$	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
$\sigma_c$	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
$A_{eff}$	Area efficace a trazione, espressa in [cm <sup>2</sup> ]
$\epsilon$	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
$S_{fm}$	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	$M_x$	$M_y$	$\sigma_f$	$\sigma_c$	$A_{eff}$	$\epsilon$	$S_{fm}$	w
9	0,0000	651,0120	-159,707	-11,621	3000,00	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	650,9816	-159,699	-11,620	3000,00	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	651,0120	-159,707	-11,621	3000,00	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	650,9816	-159,699	-11,620	3000,00	0,0000	0	0,0000

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>											
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>					COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
					<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>163</b>

13	0,0000	651,0075	-159,706	-11,621	3000,00	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	650,9955	-159,703	-11,621	3000,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	651,0075	-159,706	-11,621	3000,00	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	650,9955	-159,703	-11,621	3000,00	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche tensionali

*Simbologia adottata*

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

**Sezione n° 1 - SEZIONE BASE MURO D'ALA SP2**

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	1,279	14,940	-2,789	3,099	-38,018	15,416	450,000	14
SLER	1,946	18,260	-4,950	3,099	-67,788	22,818	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° 1 - SEZIONE BASE MURO D'ALA SP2**

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-159,706	-11,621	294,204	0,0000	0,000	0,000	0,200	13
SLER	-159,707	-11,621	294,204	0,0000	0,000	0,000	0,200	9

**VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2**

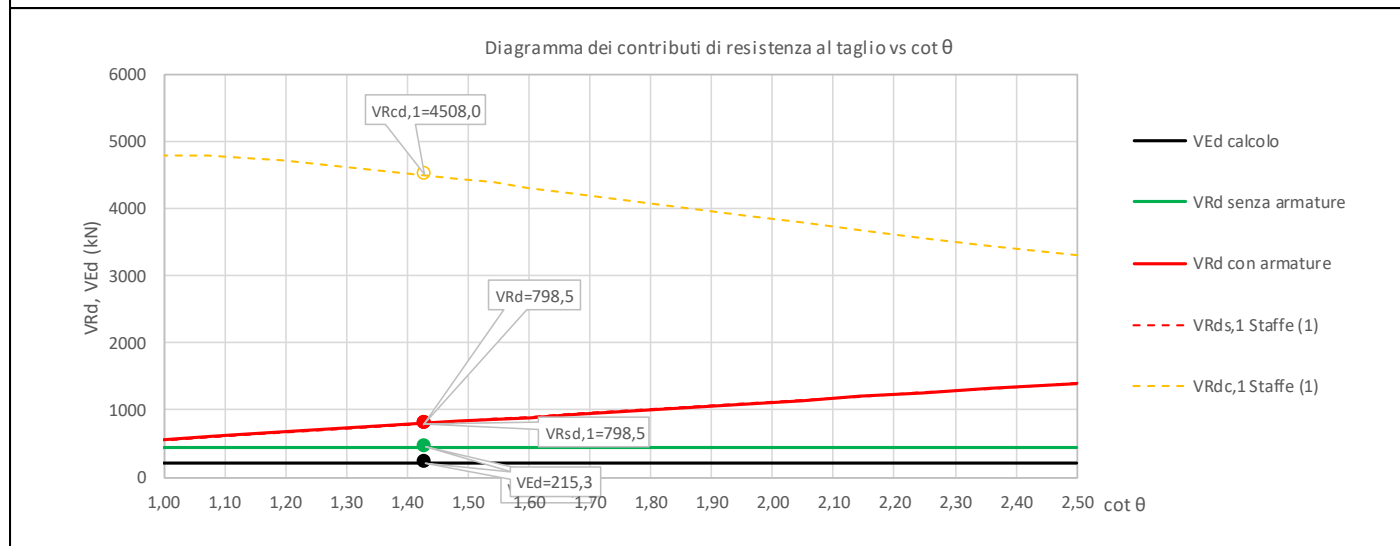
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	164

### 11.9.2.10 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			
$b_w$	$d$	$\theta$	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$M_{Ed}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$\gamma_c$	
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)		
1,00	1,12	35,00	1,43	-194,2	215,3	450,6	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 <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	5	30	7,07	35,34					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{sl}$	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$V_{Rd}$	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	(cm <sup>2</sup> )			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)		
	35,34	0,15	1,42	0,31%	0,34	0,17	1,01	448,1	48,1% VERIFICA OK	



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGGIO <b>165</b>

## 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  $\psi_{oi}=1,0$  fermi restando i su esposti limiti di incremento di tensione nella rotaia.”*

*“Gli effetti dell'interazione binario-struttura in termini di azioni longitudinali trasmesse alla sottostruttura (reazioni vincolari negli appoggi fissi), tensioni supplementari nel binario e scorrimenti relativi binario-impalcato, saranno valutati mediante una serie di analisi di simulazione del comportamento del ponte soggetto alle azioni termiche ed ai carichi orizzontali e verticali dei convogli in transito, portando in conto la resistenza ai movimenti longitudinali del binario e la rigidità della struttura, attraverso un modello di calcolo del tipo riportato in Fig. 2.5.1.4.5.3-1. In alternativa, è possibile effettuare una valutazione semplificata delle reazioni vincolari con il metodo riportato nell'Allegato 3, oppure con il metodo di cui all'Allegato 4 qualora siano rispettate le condizioni ivi elencate. In tal caso il rispetto dei limiti sulle altre grandezze di interesse (tensioni nelle rotaie e spostamenti relativi binario-impalcato) può ritenersi adeguatamente soddisfatto senza specifiche verifiche.”*

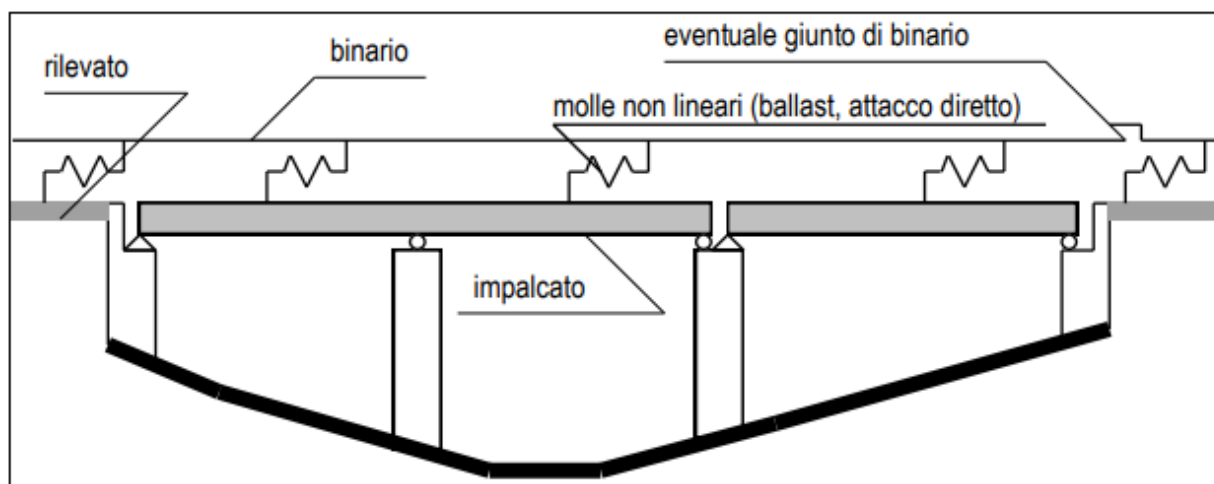


Fig. 2.5.1.4.5.3-1 - Schema di modello strutturale per valutare l'interazione.

Figura 39 – Interazione binario- struttura - Schema generale di calcolo

“ALLEGATO 4 – VALUTAZIONE SEMPLIFICATA DELLE REAZIONI DOVUTE AGLI EFFETTI DI INTERAZIONE, METODO PER SINGOLA LUCE APPOGGIATA

Per una sovrastruttura realizzata con un singolo impalcato (in semplice appoggio) non è necessario il controllo delle tensioni nella rotaia se:

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>166</b>

- La sottostruttura ha rigidezza  $K$  sufficiente a limitare lo spostamento dell'impalcato in direzione longitudinale dovuto all'avviamento e alla frenatura  $\delta_B$ , 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  $\delta_H$ , non supera i 5mm;
- La lunghezza di espansione  $L_T$  è minore di 40 m.”

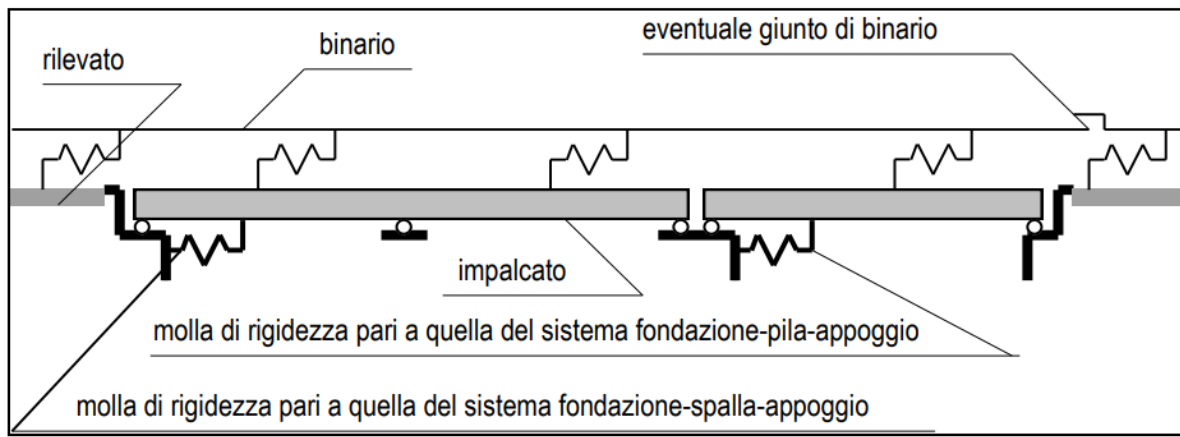


Fig. 2.5.1.4.5.3-3 - Schema di modello strutturale semplificato per valutare l'interazione.

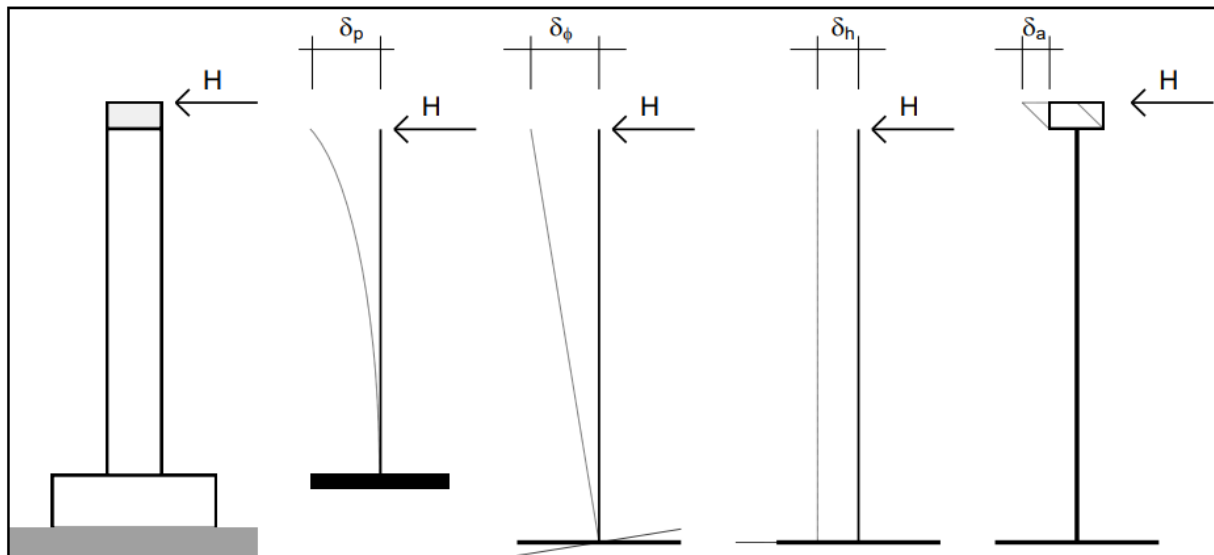


Fig. 2.5.1.4.5.3-4 - Individuazione dei contributi alla deformabilità complessiva del sistema fondazione-pila-appoggio

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 A R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
		<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	167

NOME: IMPALCATO L=15 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA				Rev. 00
L calcolo (m)	14,00	Lunghezza tra appoggi			Distanza PF/appoggi (m)	1,70
L (m)	15,00	Lunghezza di binario carico				
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2				
α (-)	1,10	α (-)	1,00			
Q <sub>3,f</sub> (kN)	330,0	Q <sub>3,f</sub> (kN)	525,0		Forza frenatura caratt. longitudinale	
V <sub>3,f</sub> (kNm)	40,1	V <sub>3,f</sub> (kNm)	63,8		Forza frenatura caratt. verticale	
Q <sub>3,a</sub> (kN)	544,5	Q <sub>3,a</sub> (kN)	495,0		Forza avviamento caratt. longitudinale	
V <sub>3,a</sub> (kNm)	66,1	V <sub>3,a</sub> (kNm)	60,1		Forza avviamento caratt. verticale	
<b>VERIFICHE SICUREZZA BINARIO (§2.5.1.4.5.3 MdP)</b>						
Q <sub>3,f</sub> (kN)	525,0	Massima azione frenatura per LM71 o SW/0 o SW/2				
Q <sub>3,a</sub> (kN)	544,5	Massima azione avviamento per LM71 o SW/0 o SW/2				
H (kN)	1069,5	Massima azione applicata all'appoggio				
I <sub>L</sub> (m <sup>4</sup> )	30,38	Inerzia longitudinale elevazione				
E (MPa)	33346	Modulo elastico elevazione				
H <sub>elev</sub> (m)	3,50	Altezza elevazione				
K (kN/m)	70884069	$K=(3 \cdot E \cdot I_L) / H_{elev}^3$				
δ <sub>p</sub> (mm)	0,0	Spostamento deformabilità elastica elevazione			(da calcolo fondazioni)	
δ <sub>φ</sub> (mm)	0,0	Spostamento deformabilità rotazione fondazione			φ (rad)	0,00001
δ <sub>h</sub> (mm)	1,0	Spostamento deformabilità traslazionefondazione			s <sub>h</sub> (mm)	1,0
δ <sub>a</sub> (mm)	1,0	Spostamento deformabilità appoggi				
Σ δ <sub>i</sub> (mm)	2,0	Spostamento totale	<	5.0 mm	<b>OK VERIFICATO</b>	

### 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 <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 08 04</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>168</b>

## 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  $N_{Ed}=500$  kN, un'armatura al corrente teso verticale di  $1\text{Ø}18/20$  e un'armatura distribuita interna di staffe/ganci  $1\text{Ø}14/10/20$  ad assorbire le trazioni orizzontali all'interno del ritegno. A favore di sicurezza, si considera un effetto di confinamento delle armature trasversali nullo.

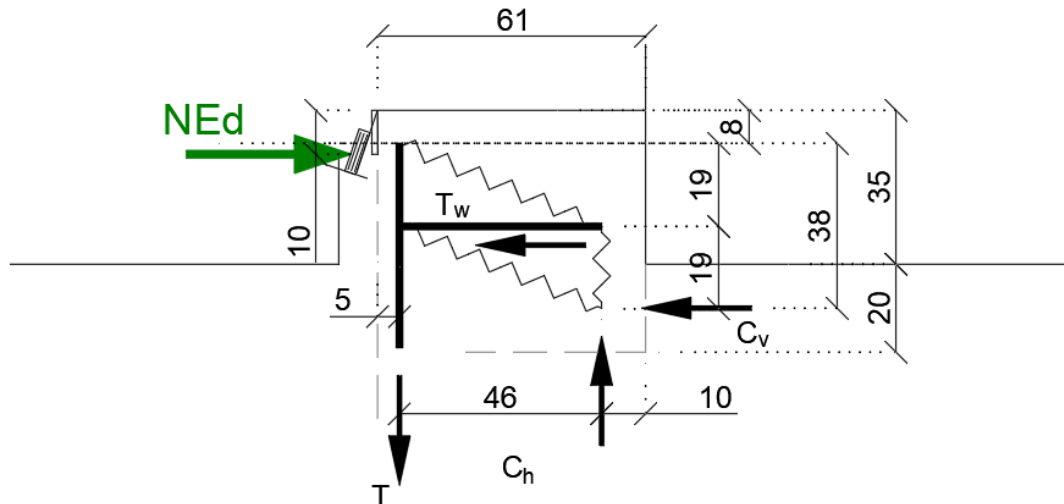
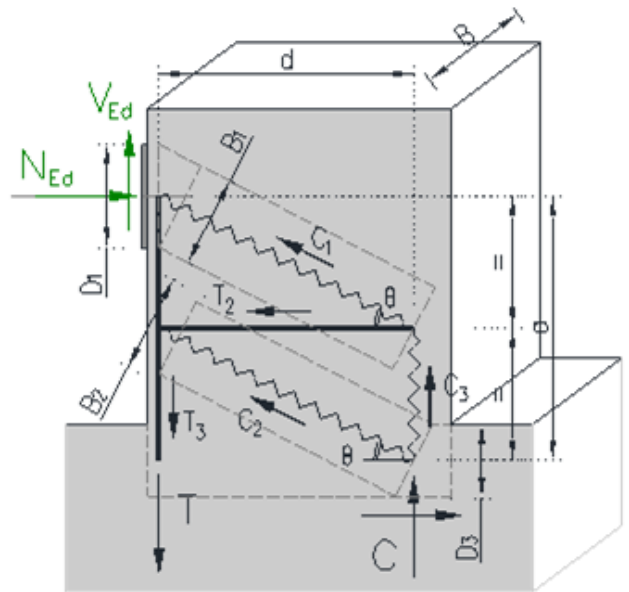


Figura 41 – Schema delle verifiche locali del ritegno trasversale

VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:  
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	04	002	B	169

NOME: RITEGNI TRASV. L=15m		VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09	
<b>GEOMETRIA</b>			<b>MATERIALI</b>			<b>AZIONI</b>	
D <sub>1</sub> (m)	0,10	B (m)	0,60	f <sub>y,d</sub> (MPa)	391,3	N <sub>Ed</sub> (kN)	500,0
D <sub>3</sub> (m)	0,20	θ (rad)	0,592 (33,9°)	f <sub>ck</sub> (MPa)	33,20	V <sub>Ed</sub> (kN)	0,0
a (m)	0,35			α <sub>cc</sub>	0,85		
d (m)	0,26			v	0,87		
<b>VERIFICA ARMATURA</b>							
- Tiranti tesi							
T=T <sub>3</sub> (kN)	266,2						
A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	763 (1x1Ø18/20)			σ <sub>Ed</sub> /f <sub>yd</sub>	89,1%	<b>VERIFICA OK</b>	
σ <sub>s</sub> (MPa)	348,84						
T <sub>w</sub> =T <sub>2</sub> (kN)	500,0						
A <sub>sw</sub> (mm <sup>2</sup> )	1616 (1Ø14/10/20)			σ <sub>Ed</sub> /f <sub>yd</sub>	79,1%	<b>VERIFICA OK</b>	
σ <sub>sw</sub> (MPa)	309,50						
<b>VERIFICA CALCESTRUZZO</b>							
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)							
A <sub>sh</sub> (mm <sup>2</sup> )	0 (-)	f <sub>ck,c</sub> (MPa)	33,2				
σ <sub>1</sub> (MPa)	0,00	f <sub>cd,c</sub> (MPa)	18,8				
α	1,00	σ <sub>Rd,max</sub> (MPa)	16,31				
σ <sub>2</sub> (MPa)	0,00						
- Puntoni compressi							
C <sub>1</sub> (kN)	602,7						
B <sub>1</sub> (m)	0,08			σ <sub>Ed</sub> /σ <sub>Rd,max</sub>	74,2%	<b>VERIFICA OK</b>	
σ <sub>c1</sub> (MPa)	12,11						
C=C <sub>2</sub> (kN)	602,7						
B <sub>2</sub> (m)	0,36			σ <sub>Ed</sub> /σ <sub>Rd,max</sub>	17,2%	<b>VERIFICA OK</b>	
σ <sub>c2</sub> (MPa)	2,80						



## 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  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	170

### 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 <sup>2</sup> )	Elevazione (kg/m <sup>2</sup> )	Muri (kg/m <sup>2</sup> )	Paraghiaia (kg/m <sup>2</sup> )
SPALLA SP2	80	80	80	100

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	171

## 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  $L=15m$  sono state valutate considerando lo spettro elastico longitudinale o trasversale.

Massa efficace longitudinale (kg)	770614	(Intera campata)
Massa efficace trasversale (kg)	402275	(Mezza campata)
Massa efficace verticale (kg)	402275	(Mezza campata)
Forza sismica longitudinale (kN)	1993	
Forza sismica trasversale (kN)	1040	
Forza sismica verticale (kN)	520	
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.
<b>SLU PERM</b>									
<b>Max (kN)</b>	±150	±0	+250	±0	±0	+200	±0	±0	+150
<b>Min (kN)</b>	±150	±0	+250	±0	±0	+200	±0	±0	+150
<b>SLU</b>									
<b>Max (kN)</b>	±400	±50	+550	±0	±0	+550	±0	±0	+400
<b>Min (kN)</b>	-±200	-±50	+100	±0	±0	+100	±0	±0	+100
<b>SLV</b>									
<b>Max (kN)</b>	±300	±100	+200	±0	±100	+150	±0	±0	+100
<b>Min (kN)</b>	-±150	-±100	+150	±0	-±100	+150	±0	±0	+100
<b>TOTALE (kN)</b>	<b>±400</b>	<b>±100</b>	<b>±550</b>	<b>±0</b>	<b>±100</b>	<b>±550</b>	<b>±0</b>	<b>±0</b>	<b>±400</b>
<b>Spost. Max (mm)</b>	-	-	-	<b>±100</b>	-	-	<b>±100</b>	<b>±5</b>	-

### 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 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI08 - da km 18+075,79 a km 18+090,69:</b> <b>Relazione di calcolo Spalla S2</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	172

- $k_1$  coefficiente di non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo  
 $k_2$  coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti  
 $d_E = \pm \mu_d \cdot d_{Ee}$  spostamento relativo totale tra le parti, pari allo spostamento  $d_E$  prodotto dall'azione sismica di progetto, calcolato come indicato nel paragrafo 7.3.3.3 delle NTC 2008  
 $d_{Ee}$  spostamento corrispondente al periodo di vibrazione della pila ricavato dallo spettro elastico in termini di spostamento e  $\mu_D = q$  per  $T_1 \geq T_C$  oppure  $\mu_D = 1 + (q-1) \cdot T_C / T_1$  per  $T_1 < T_C$  e con la limitazione  $\mu_D \leq 5q-4$  ( $q$  è il fattore di struttura).  
 $d_{eg}$  spostamento relativo tra le parti dovuto agli spostamenti relativi del terreno, da valutare secondo il paragrafo 3.2.3.3 delle NTC 2008. Il valore di spostamento assoluto orizzontale massimo del suolo di un punto può calcolarsi come  $d_g = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C T_D$   
 $a_g, S, T_C, T_D$  parametri sismici definiti ai capitoli precedenti

Nel caso in esame si suppone in via cautelativa che tale spostamento assoluto coincida con lo spostamento relativo tra due punti, ossia si sta valutando lo spostamento relativo della fondazione in esame rispetto ad un punto fermo.

NOME: <b>SPALLA S2</b>		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)	6,8	+	$E_2$ (mm)	68,2	+	$E_3$ (mm)	154,5	=	$E_L$ (mm)	103,2
$E_T$ (mm)	±3,4		$d_{Ed}$ (mm)	±31,0		$d_{eg}$ (mm)	±77,2		$k_1$	0,45
			$k_2$	0,55		$a_q$ SLV (g)	0,224			↓
L (mm)	15000		$\mu_d$	1,00		S	1,177		Zona sismica	$a_g < 0.25g$
$\alpha$ (1/°Cm)	1,00E-05		q	1,00		$T_B$ (s)	0,159		$E_0$ (mm)	107,5
$\Delta T$ (°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:						>	$E_2$ (mm)
			$d_{Ee}$ (mm)	31,0 (da calcoli)					>	$E_3$ (mm)
CORSA APPOGGI MOBILI (§2.5.2.1.5.2)				$\pm (E_L/2 + \text{Min}(E_L/8; 15 \text{ mm}))$		±92 mm				↓
ESCURSIONI GIUNTI (§2.5.2.1.5.3)				$\pm (E_L/2 + 10 \text{ mm})$		±87 mm				↓
		OK	Escursione giunti progetto		±100 mm			←	$E_L$ (mm)	154,5
AMPIEZZA VARCHI (§2.5.2.1.5.4)				$V \geq (E_L/2 + 20 \text{ mm})$		±97 mm				
		OK	Varco impalcati progetto		±130 mm					