

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



ATLANTE

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

VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80

Relazione di calcolo Spalla S1

L'Appaltatore

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

Ing. Gianguido Babini

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 1 5 0 4	0 0 1	C	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	Marino	Dicembre 2022	Martignoni	Dicembre 2022	Rinaldi	Dicembre 2022	 n. Elab.
B	Aggiornamento per RdV	Marino	07/06/23	Martignoni	08/06/23	Rinaldi	09/06/23	
C	Aggiornamento per RIV	Marino	11/10/23	Martignoni	12/10/23	Rinaldi	13/10/23	

<small>MANDATARIA</small>  <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	<small>MANDANTI</small>  <small>S.P.A.</small>	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	<small>COMMESSA</small> LI0B	<small>LOTTO</small> 02	<small>FASE</small> E	<small>ENTE</small> ZZ	<small>TIPO DOC</small> CL	<small>OPERA 7 DISCIPLINA</small> VI 15 04			<small>PROGR</small> 001

INDICE

1.. PREMESSA	3
2.. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2.1 Descrizione della spalla in esame	6
3.. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	8
3.1 Normativa di riferimento	8
3.2 Normativa tecnica nazionale	8
3.3 Manuali ITF	9
3.4 Bibliografia e altri riferimenti	9
4.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	10
4.1 Calcestruzzo	10
4.2 Acciaio	11
4.3 Durabilità	12
5.. APPROCCIO DI CALCOLO.....	16
5.1 Caratteristiche delle opere.....	16
5.2 Criteri generali di verifica	16
5.3 Software di calcolo	23
5.4 Validazione programmi di calcolo	25
6.. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	26
6.1 Categoria di sottosuolo.....	26
6.2 Capacità portante dei pali e stratigrafia di progetto.....	26
7.. ANALISI DEI CARICHI	27
7.1 Azioni permanenti strutturali (G_1).....	27
7.2 Azioni permanenti non strutturali (G_2).....	27
7.3 Ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)	29
7.4 Spinta del terreno (G_3).....	30
7.5 Azioni variabili verticali (Q)	33
7.6 Azioni Eccezionali (A).....	43
7.7 Azioni variabili orizzontali (Q)	48
7.8 Azione del vento (Q_6)	60
7.9 Azione sismica (e).....	65
7.10 Variazioni termiche (Q_7)	80
7.11 Attrito (Q_8)	80
7.12 Scarichi agli appoggi	81

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	2

8..	COMBINAZIONI DI CARICO	83
8.1	Combinazioni di carico adottate.....	84
9..	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	86
9.1	Elementi in cemento armato.....	86
10.	MODELLO DI CALCOLO	92
11.	ANALISI SPALLA FISSA S1	93
11.1	Azione impalcati.....	93
11.2	Sollecitazioni elevazione	99
11.3	Sollecitazioni in fondazione	107
11.4	Sollecitazioni muro paraghiaia.....	117
11.5	Sollecitazioni muro d'ala.....	121
11.6	Verifiche Muro Frontale	129
11.7	Verifiche plinto fondazione	142
11.8	Verifiche Muro Paraghiaia	152
11.9	Verifiche plinto fondazione	158
11.10	Verifiche muro d'ala.....	168
12.	VERIFICHE LOCALI.....	181
12.1	Baggioli	181
12.2	Deformabilita' spalla	183
12.3	Ritegni.....	186
13.	RIEPILOGO INCIDENZE C.A.	188
14.	APPOGGI E GIUNTI.....	189
14.1	Appoggi.....	189
14.2	Escursione dei giunti	190

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	3

1. PREMESSA

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

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

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	4

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione ha per oggetto l'analisi e la verifica della Spalla fissa denominata S01 che sostiene la campata in c.a.p. da 25 m del viadotto ferroviario denominato VI15, previsto tra le progressive chilometriche 22+780,80 a 23+265,80.

Il viadotto, avente lunghezza complessiva pari a circa 485m è a doppio binario composto da 19 campate in semplice appoggio di cui 1 in acciaio-calcestruzzo da 35m (campata n° 13) e le restanti 18 in C.A.P da 25 m costituite da quattro travi a cassoncino in c.a.p. preteso. La piattaforma ha una larghezza totale di 13.70 m ed ospita due binari posti ad interasse di 4.0 m.

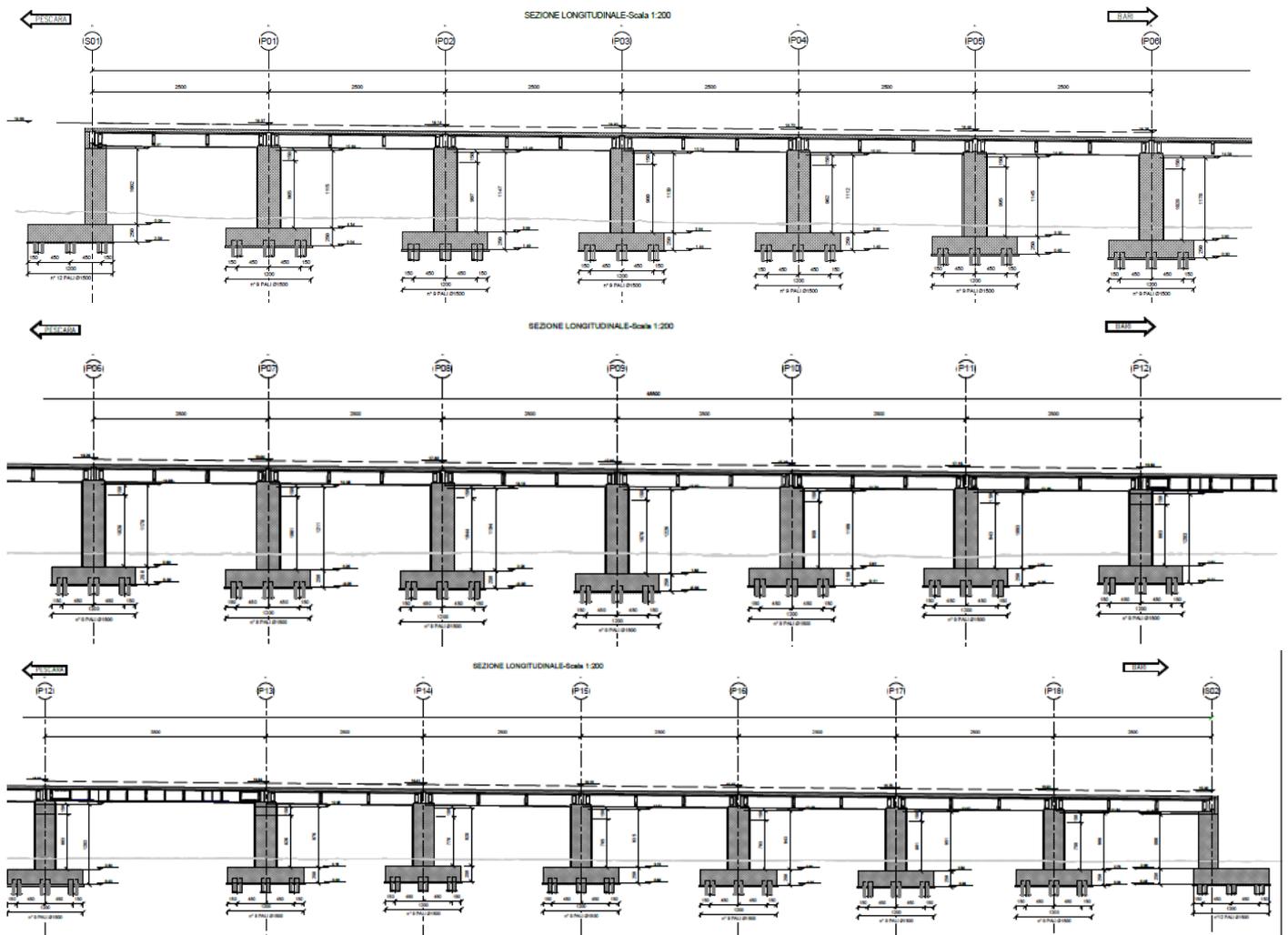


Figura 1 – Profilo longitudinale VI15

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	5

Gli impalcati in c.a.p. sono costituiti da quattro cassoncini in c.a.p. preteso hanno altezza pari a 2.10 m ed interasse pari a 2.41 m. Al di sopra dei cassoncini viene realizzata una soletta in calcestruzzo gettata in opera avente spessore variabile da un minimo di 0.30 m ad un massimo di 0.40 m in asse impalcato.

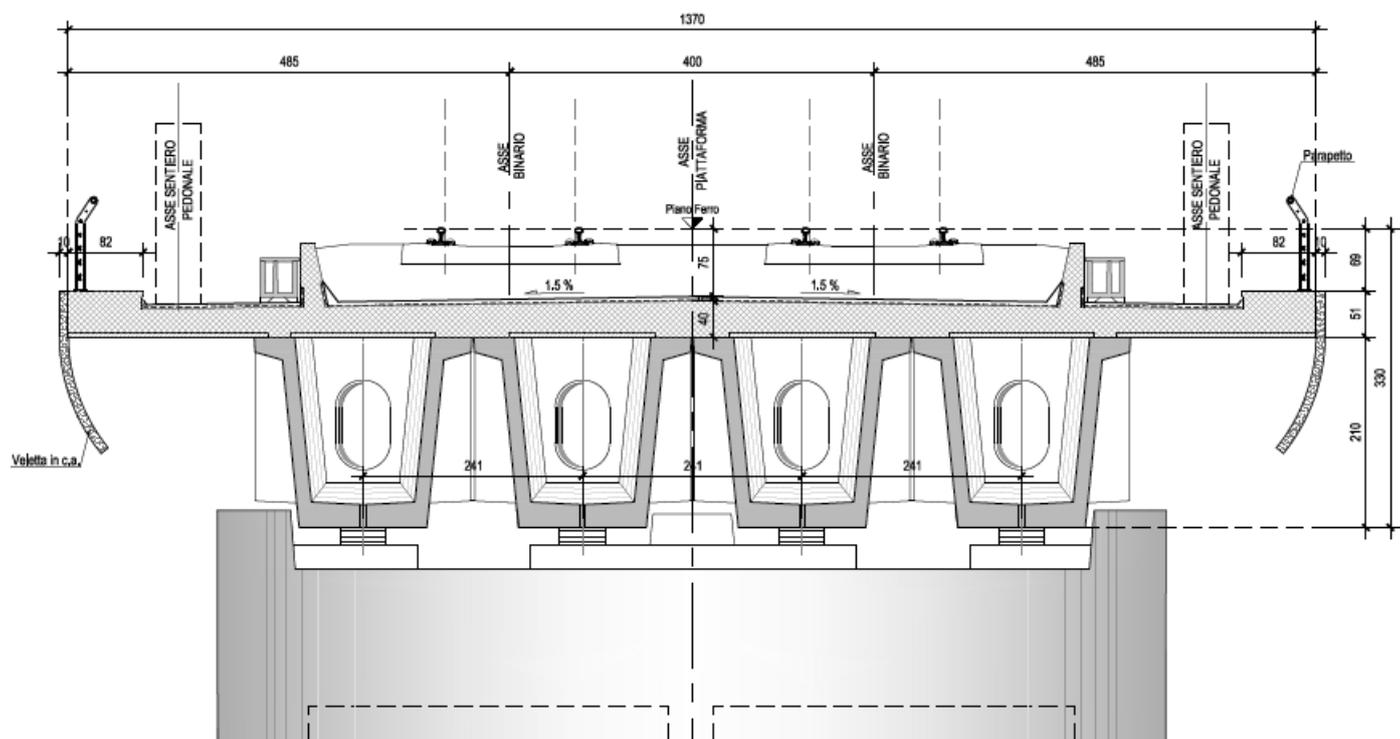


Figura 2 – Sezione trasversale impalcato da 25m

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

OPERA				PILE			IMPALCATI								FONDAZIONE			
WBS	Pk iniz.	Pk fin.	L [m]	P	H [m]	Tipo	B.A.R.	R _{min}	SX	L [m]	Appoggi	DX	L [m]	Appoggi	Zona Sismica	Categoria Sottosuolo	D _{pali} [m]	n _{pali} [m]
							[-]	[m]										
VI15 - Palude-Capo d'Acqua	22777.6.0	23261.7	915.0	S01	5.50	Classica	-	2200	-	-	-	C.a.p.	25.0	FISSO	S4	B	1.5	12
				S02	5.00	Classica	-	2200	C.a.p.	25.0	MOBILE	-	-	-	S4	B	1.5	12

Tabella 1 – Sintesi delle spalle VI15

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	6

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 S01.

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

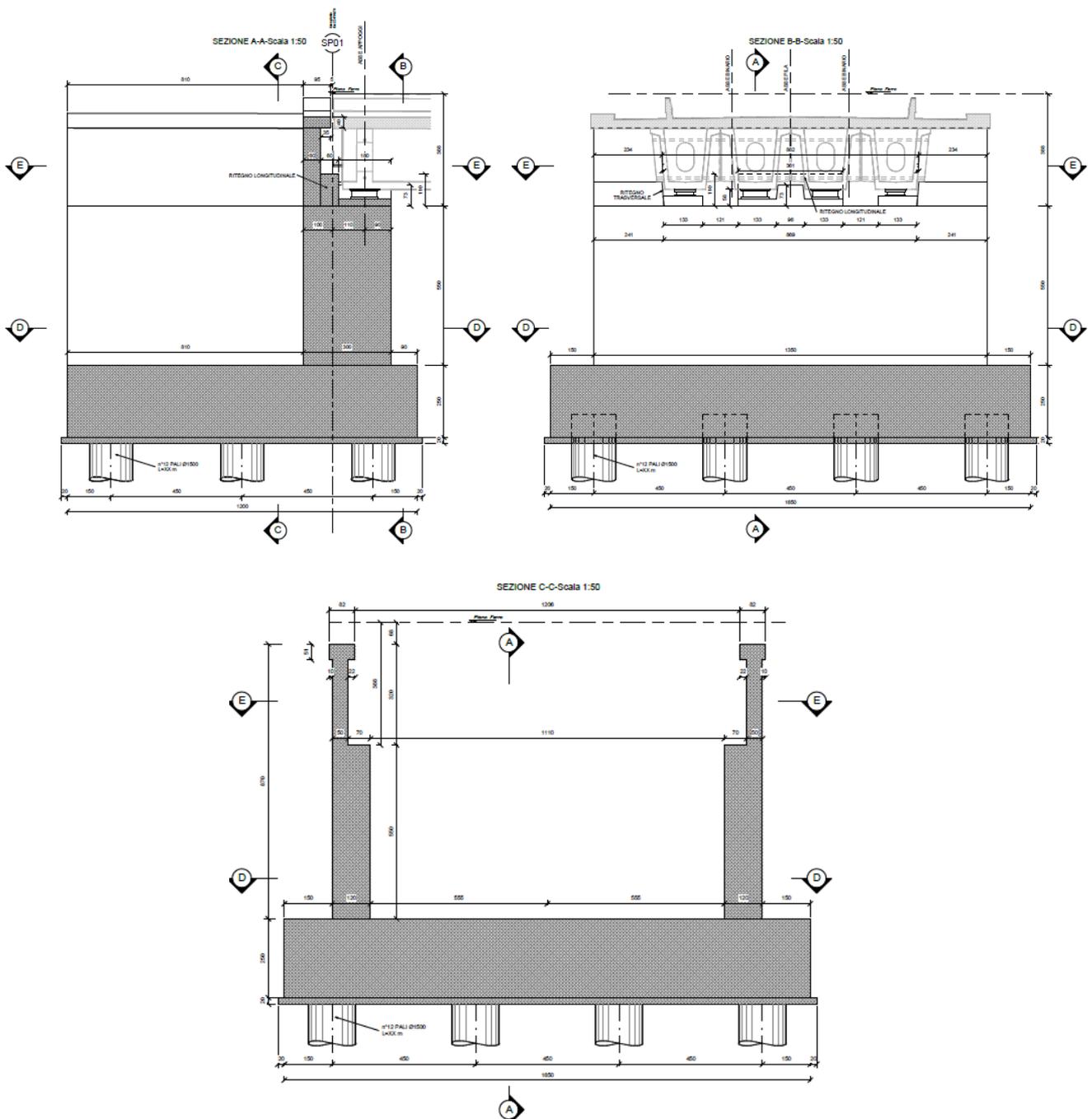


Figura 3 – Sezioni in direzione longitudinale e trasversale

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

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

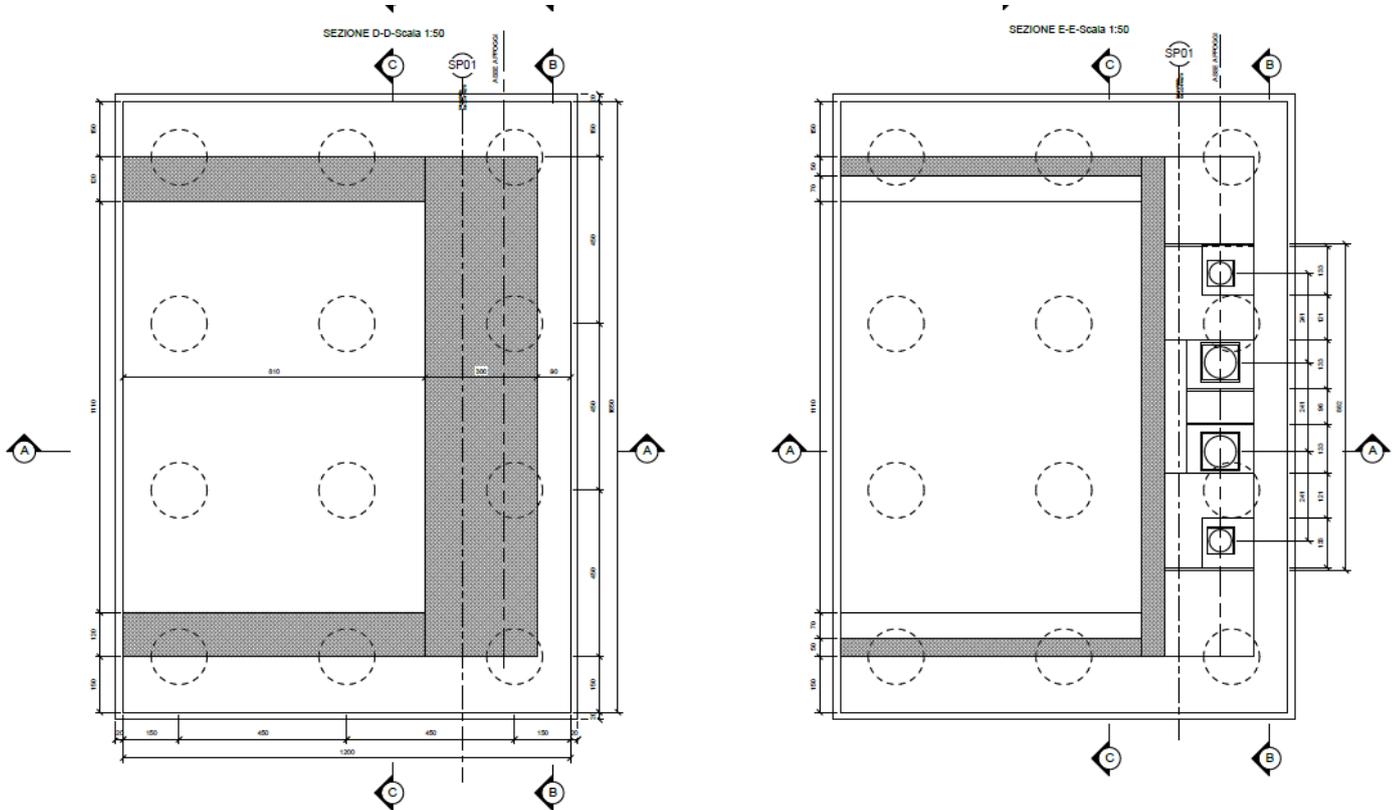


Figura 4 – Vista in pianta

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	8

3. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1.1 Specifiche tecniche interoperabilità ferroviarie

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

3.1.2 Materiali

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

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

3.1.3 Costruzioni in c.a. e acciaio

Eurocodice 1 - “Azioni sulle strutture”

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

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

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

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

Eurocodice 2 - “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”

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

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

Eurocodice 3 - “Progettazione delle strutture in acciaio”

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

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

3.2 NORMATIVA TECNICA NAZIONALE

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

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

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	9

[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  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 04			PROGR 001

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	$\epsilon_{cu} = 3.5 \%$
<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	$\epsilon_{cu} = 3.5 \%$
<u>Stato limite di esercizio</u>	

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	11

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

4.1.4 Calcestruzzo per baggioli e ritegni

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

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

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

4.2 ACCIAIO

4.2.1 Acciaio d'armatura in barre per calcestruzzo armato

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

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

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	12

4.3 DURABILITÀ

4.3.1 Conglomerati cementizi

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

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

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

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

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

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

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

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

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

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CEN/TS 12390 -9, UNI CEN/TR 15177 0 UNI 7087 per la relativa classe di esposizione. 11 valore minima di aria inglobata del 4% può ritenersi adeguato per calcestruzzi specificati con b) Dupper >20mm, per Dupper inferiori limite minima andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per Dupper tra 12 mm e 16 mm).

b) Qualora si ritenga opportuno impiegare calcestruzzo aerato anche in classe di esposizione XF1 si adottano le specifiche di composizione prescritte per le classi XF2 e XF3.

c) Cementi resistenti ai solfati sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI 9156 classifica i cementi resistenti ai solfati in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza solfatica. La classe di resistenza solfatica del cemento deve essere prescelta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11417-1.

d) Quando si applica il concetto di valore k il rapporto massimo a/c e il contenuto minima di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.

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

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

			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 HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 04			PROGR 001

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Tabella 4 - Condizioni ambientali e classi di esposizione

NOME: FONDAZIONI	REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)	Rev. 00.1
CLASSE DI ESPOSIZIONE Corrosione da carbonatazione XC2 Ambiente prevalentemente acquoso o saturo d'acqua, raramente secco. Cls a contatto con acqua per lungo tempo. Cls di strutture di contenimento acqua. Cls di molte fondazioni.		
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)		Mix design di progetto:
Rapporto max A/C	XC2 0,60	XC2 0,6
Classe di resistenza minima	C25/30	C25/30
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	300	300
Contenuto minimo di aria (%)	-	-
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-	-
Cemento resistente ai solfati	-	-
Cemento resistente all'acqua di mare	-	-
COPRIFERRO NOMINALE $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$ (Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1) $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ (Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)		
- Margine di scostamento Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		Δc_{dev} (mm) 10
- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		$c_{nom,min}$ (mm)
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)		$c_{min,b}$ (mm) 26
Tipo di acciaio Ordinario		
\varnothing (mm) 26	diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)	
D_{upper} (mm) 25	dimensione max aggregato	
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)		$c_{min,dur}$ (mm) 30
Ambiente Ordinario		
Vita nominale 75	valori tabella +5 mm	C C25/30 Classe di resistenza utilizzata
Controllo qualità speciale cls NO	valori tabella	C_0 C35/45
Elemento a piastra NO		C_{min} C25/30
NTC 2008	Condizioni ambientali Ordinarie Gruppo di esigenza A	Copriferro nominale c_{nom} (mm) 40

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	14

NOME: ELEVAZIONI		REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)						Rev. 00.1	
CLASSE DI ESPOSIZIONE Corrosione da carbonatazione XC4 Ambiente ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua. Cls in esterni con superfici soggette ad alternanze di ambiente secco ed acquoso o saturo d'acqua. Cls ciclicamente esposto all'acqua in condizioni che non ricadono nella classe XC2.									
Corrosione da cloruri marini XS1 Ambiente di aria che trasporta salsedine marina in assenza di contatto con l'acqua di mare. Cls di strutture in zone costiere.									
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)									
			XC4		XS1				Mix design di progetto:
	Rapporto max A/C		0,50		0,50				XC4+XS1
	Classe di resistenza minima		C32/40		C32/40				0,5
	Contenuto minimo di cemento (kg/m³)		340		340				C32/40
	Contenuto minimo di aria (%)		-		-				340
	Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)		-		-				-
	Cemento resistente ai solfati		-		-				-
	Cemento resistente all'acqua di mare		-		SI				SI
COPRIFERRO NOMINALE $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$ (Formola 4.2 UNI EN 1992-1-1) $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ (Formola 4.1 UNI EN 1992-1-1)									
- Margine di scostamento Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1) Δc_{dev} (mm) 10									
- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1992-1-1) $c_{nom,min}$ (mm)									
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1) $c_{min,b}$ (mm) 26									
Tipo di acciaio Ordinario \varnothing (mm) 26 diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9) D_{upper} (mm) 25 dimensione max aggregato									
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008) $c_{min,dur}$ (mm) 40									
Ambiente Aggressivo Vita nominale 75 valori tabella +5 mm C C32/40 Classe di resistenza utilizzata Controllo qualità speciale cls NO valori tabella C_0 C40/50 Elemento a piastra NO C_{min} C30/37									
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive		Gruppo di esigenza B			Copriferro nominale c_{nom} (mm)		50	

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

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

NOME: BAGGIOLI E RITEGNI	REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)	Rev. 00.1
CLASSE DI ESPOSIZIONE		
Corrosione da carbonatazione	XC4	Ambiente ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua. Cis in esterni con superfici soggette ad alternanze di ambiente secco ed acquoso o saturo d'acqua. Cis ciclicamente esposto all'acqua in condizioni che non ricadono nella classe XC2.
Corrosione da cloruri marini	XS1	Ambiente di aria che trasporta salsedine marina in assenza di contatto con l'acqua di mare. Cis di strutture in zone costiere.
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)		Mix design di progetto:
	XC4	XS1
Rapporto max A/C	0,50	0,50
Classe di resistenza minima	C32/40	C32/40
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	340	340
Contenuto minimo di aria (%)	-	-
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-	-
Cemento resistente ai solfati	-	-
Cemento resistente all'acqua di mare	-	SI
COPRIFERRO NOMINALE		
$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$		(Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1)
$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$		(Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)
- Margine di scostamento Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		Δc_{dev} (mm) 10
- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		$c_{nom,min}$ (mm)
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)		$c_{min,b}$ (mm) 26
Tipo di acciaio	Ordinario	
\varnothing (mm)	26	diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)
D_{upper} (mm)	25	dimensione max aggregato
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)		$c_{min,dur}$ (mm) 30
Ambiente Aggressivo		
Vita nominale	75	valori tabella +5 mm
Controllo qualità speciale cls	SI	valori tabella -5 mm
Elemento a piastra	SI	
		C C32/40 Classe di resistenza utilizzata
		C_0 C40/50
		C_{min} C30/37
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive	Gruppo di esigenza B
		Copriferro nominale c_{nom} (mm) 40

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	16

5. APPROCCIO DI CALCOLO

5.1 CARATTERISTICHE DELLE OPERE

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

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

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

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

5.2 CRITERI GENERALI DI VERIFICA

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

5.2.1 Combinazioni di carico

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

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

G_1 masse dei pesi propri strutturali

G_2 masse dei carichi permanenti non strutturali

P precompressione e pretensione

Q_{ki} masse dei carichi accidentali

E azione sismica

A_d azione eccezionale

Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2 coefficienti di contemporaneità delle azioni (Tab.. 2.5.I oppure Tab.. 5.1.VI per i ponti stradali e Tab.. 5.2.VII per i ponti ferroviari)

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	17

5.2.2 Stati limite ultimi

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

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

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

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

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

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

a_d parametri geometrici di progetto

γ_M coefficiente parziale di sicurezza del materiale

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- stato limite di equilibrio come corpo rigido: **EQU**
- stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: **STR**
- stato limite di resistenza del terreno: **GEO**

5.2.3 Strutture non geotecniche

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

Tab. 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

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

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

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

I valori campiti in grigio rappresentano l'azione dominante.

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	18

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

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

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

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

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

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

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

⁽⁶⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 6 - Coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche SLU (NTC 2008) – Ponti ferroviari

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

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
carico	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

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

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

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	19

5.2.4 Strutture geotecniche

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

Approccio 1

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

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

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

Approccio 2

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

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

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

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

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

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

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

$$E_d \leq R_d$$

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

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

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

$$F_d = \gamma_F * F_k$$

$$X_d = X_k / \gamma_M$$

$$a_d$$

$$\gamma_E$$

$$\gamma_M$$

$$\gamma_R$$

valore di progetto dell'azione

valore di progetto dell'effetto dell'azione

valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

azioni di progetto

parametri geotecnici di progetto

parametri geometrici di progetto

coefficiente parziale di sicurezza sugli effetti delle azioni

coefficiente parziale di sicurezza del materiale

coefficiente parziale di sicurezza globale sulle resistenze

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	20

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

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(4)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽⁴⁾ Per i carichi permanenti G_2 : si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_G .

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

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

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

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

5.2.5 Stati limite di esercizio

Come riportato al §6.2.4.3 e §5.1.4.2 del [14], la verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale. Si dovrà verificare che sia:

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

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

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

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

5.2.6 Stati limite ultimi e di esercizio sismici

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

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	21

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

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

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

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

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

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

Per le verifiche dettagliate di ogni parte strutturale si rimanda al capitolo §7 delle NTC 2018.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.T.F.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	22

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

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

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

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

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	23

5.3 SOFTWARE DI CALCOLO

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

5.3.1 Analisi strutturale generica

Titolo:



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

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

Distribuzione: HSH srl - Padova Italia

Versione: 2.4.6

5.3.2 Verifiche sezioni strutturali

Titolo:



Caratteristiche: Programma per la verifica di sezioni generiche

Autore: Aztec Informatica – Casole Bruzio, Cosenza

Distribuzione: Aztec Informatica S.r.l.

Versione: 10.05a

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	24

Titolo:

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

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

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

by Prof. Piero Gelfi
VERSIONE 7.8 (novembre 2021)

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

free distribution
vietata la vendita

Caratteristiche: Programma per la verifica di sezioni generiche
 Autore: Prof. Piero Gelfi
 Distribuzione: Distribuzione libera
 Versione: 7.8

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	25

5.4 VALIDAZIONE PROGRAMMI DI CALCOLO

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

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

5.4.2 Tipo di analisi svolta

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

5.4.3 Affidabilità dei codici di calcolo

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

5.4.4 Modalità di presentazione dei risultati

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

5.4.5 Informazioni generali sull'elaborazione

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

5.4.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	26

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Dalle indagini sismiche (S35; DHLIA3V08; S37) è possibile determinare la categoria di sottosuolo di riferimento per la definizione dell'azione sismica; per l'opera in esame si assume una categoria di sottosuolo B.

6.2 CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI E STRATIGRAFIA DI PROGETTO

Vedi relazioni di calcolo di verifica pali.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	27

7. ANALISI DEI CARICHI

7.1 AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI (G_1)

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

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

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

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

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

Nome	R_1 [kN/m]	R_2 [kN/m]	R_3 [kN/m]	R_4 [kN/m]
PP travi	35	35	35	35
PP soletta	52	4	4	52

Reazioni totali appoggio	R_1 [kN]	R_2 [kN]	R_3 [kN]	R_4 [kN]
PP (cat. G_1)	1075	475	475	1075

7.2 AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G_2)

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

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

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	28

7.2.1 Ballast (G_{2,1})

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

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

7.2.2 Velette (G_{2,2})

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

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

7.2.3 Arredi (G_{2,3})

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

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

7.2.4 Barriere antirumore (G_{2,4})

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

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	29

7.3 RITIRO DEL CALCESTRUZZO (E_2)

Nome	Tipo	γ_{e2} (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
RITIRO (ponti ferroviari)	Ritiro, viscosità, cedimenti imposti	EQU 0.00 / 1.20 (A1) 0.00 / 1.20 (A2) 0.00 / 1.00	-	-	-

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

Nel primo caso l'accorciamento primario della soletta determina l'insorgenza di tensioni di scorrimento all'interfaccia soletta-trave e uno stato di pressoflessione della sezione mista.

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

Nel caso in cui l'impalcato presenti uno schema isostatico, il ritiro secondario viene interamente assorbito dalle sezioni resistenti longitudinali con l'insorgenza di sole deformazioni cinematiche e nessuna tensione aggiuntiva, pertanto tale azione non viene trattata direttamente per il calcolo delle sottostrutture in oggetto.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	30

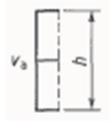
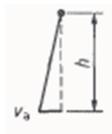
7.4 SPINTA DEL TERRENO (G_3)

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

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

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

Table C.1 — Ratios v_s/h

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

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

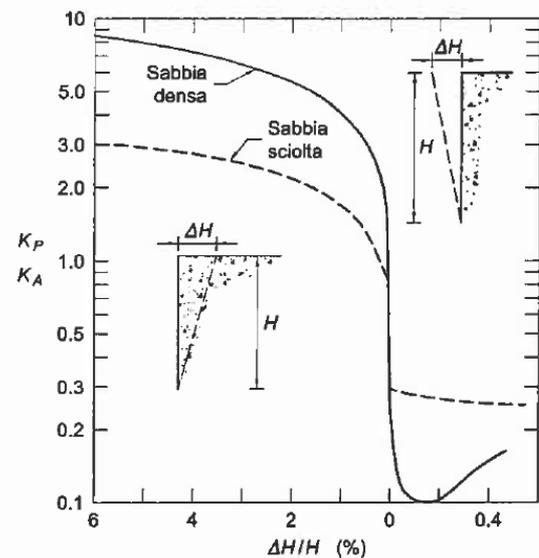


Figura 5 - Spostamenti relativi muro-terreno necessari per il raggiungimento di un regime di spinta attiva secondo EC7 Annex C e Lancellotta (1999)

7.4.1 Spinta a riposo

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	31

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

pressione orizzontale di spinta del terreno

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

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

$$\text{OCR} = 1$$

grado di sovraconsolidazione

$$\alpha = 0.5$$

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

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

$$\beta = 0$$

angolo inclinazione tra profilo e piano orizzontale

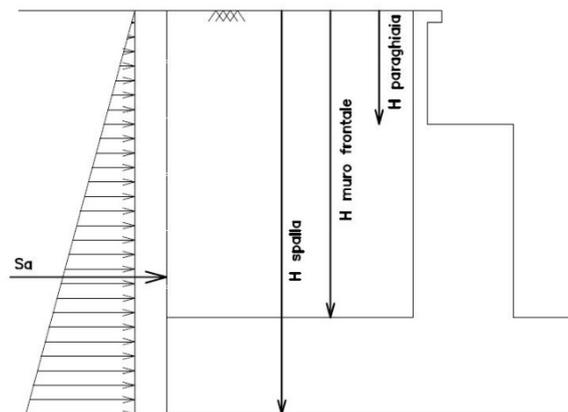


Figura 6: Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

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

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

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 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	32

$$\psi = 90^\circ$$

 β
 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:

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

 γ_{sat}
 γ_w

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

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

 $\sigma'_v(z)$
 E_{ws}
 E_{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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.T.I.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	33

7.5 AZIONI VARIABILI VERTICALI (Q)

7.5.1 Azioni da traffico ferroviario (Q₁)

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

Si considerano i sovraccarichi ferroviari in accordo al §5.2.2.3 delle NTC2008, per mezzo di diversi modelli di carico rappresentativi delle tipologie di traffico ferroviario, normale o pesante. I valori dei suddetti carichi saranno poi moltiplicati per un coefficiente di adattamento α , variabile in ragione della tipologia dell'infrastruttura (ferrovie ordinarie, ferrovie leggere, metropolitane, ecc.). Per i requisiti S.T.I. imposti sulla tratta ferroviaria in progetto, per le categorie di traffico passeggeri P2/P4 il coefficiente $\alpha = 1.0$ e per le categorie merci F1 il coefficiente $\alpha = 1.0$.

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

Tabella 11

Fattore alfa (α) per la progettazione di strutture nuove

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

Figura 7 – Specifiche Tecniche di Interoperabilità (S.T.I.) - Requisiti carichi da traffico ferroviario

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	34

7.5.1.1 Modello di carico LM71

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

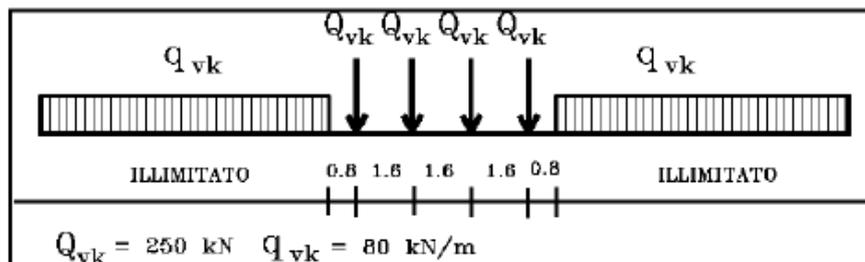


Fig. 5.2.1 - Modello di carico LM71

Figura 8 – Schema treno di carico LM71

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

7.5.1.2 Modello di carico SW

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

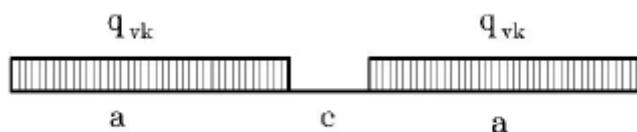


Fig. 5.2.2 -Modelli di carico SW

Tab. 5.2.I - Caratteristiche Modelli di Carico SW

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

Figura 9 – Schema treno di carico SW

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	35

7.5.1.3 Effetti dinamici

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

- per le usuali tipologie di ponti e per velocità di percorrenza non superiore a 200 km/h, quando la frequenza propria della struttura ricade all'interno del fuso indicato nella figura seguente è sufficiente utilizzare i coefficienti dinamici Φ definiti in §5.2.2.2.3 D.M. 14/01/2008. Come riportato in § 2.5.1.4.2.5.2 del MdP, si adotta il coefficiente dinamico $\Phi_3=1.00$ poiché si sta studiando il comportamento di una spalla;
- per le usuali tipologie di ponti, ove la velocità di percorrenza sia superiore a 200 km/h e quando la frequenza propria della struttura non ricade all'interno del fuso indicato nella figura seguente, e comunque per le tipologie non convenzionali (ponti strallati, ponti sospesi, ponti di grande luce, ponti metallici difformi dalle tipologie in uso in ambito ferroviario, ecc.) dovrà effettuarsi una analisi dinamica adottando convogli "reali" e parametri di controllo specifici dell'infrastruttura e del tipo di traffico ivi previsto, per ulteriori dettagli fare riferimento alle valutazioni contenute nella relazione di calcolo degli impalcati presenti sulla sottostruttura in oggetto.

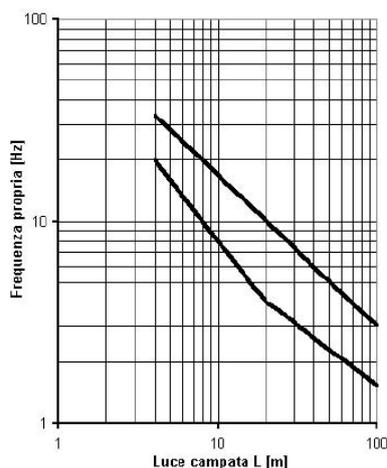
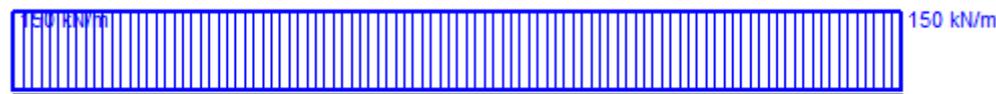


Fig. 5.2.7 - Limiti delle frequenze proprie n_o in Hz in funzione della luce della campata

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

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

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



MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 04			PROGR 001

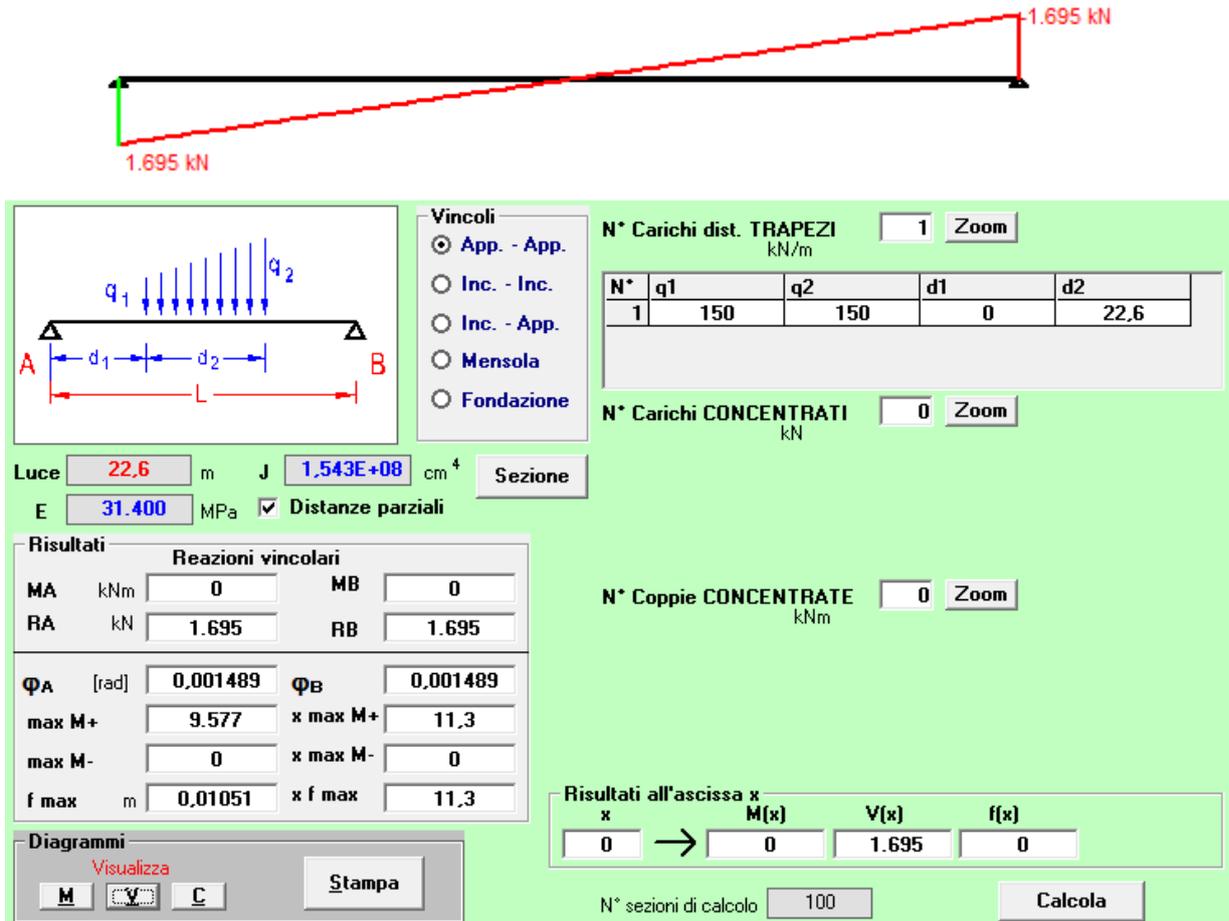


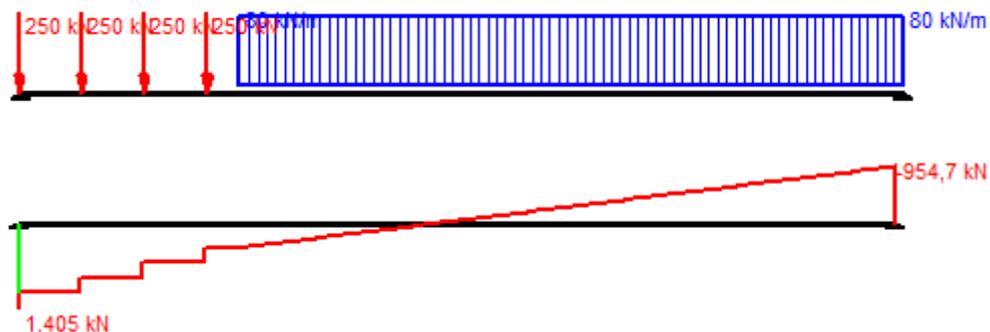
Figura 11 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

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

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

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

(Q1_SW/2 B1)
Carico equivalente tagliante
Azione verticale applicata con e=+2.00 m



MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	37

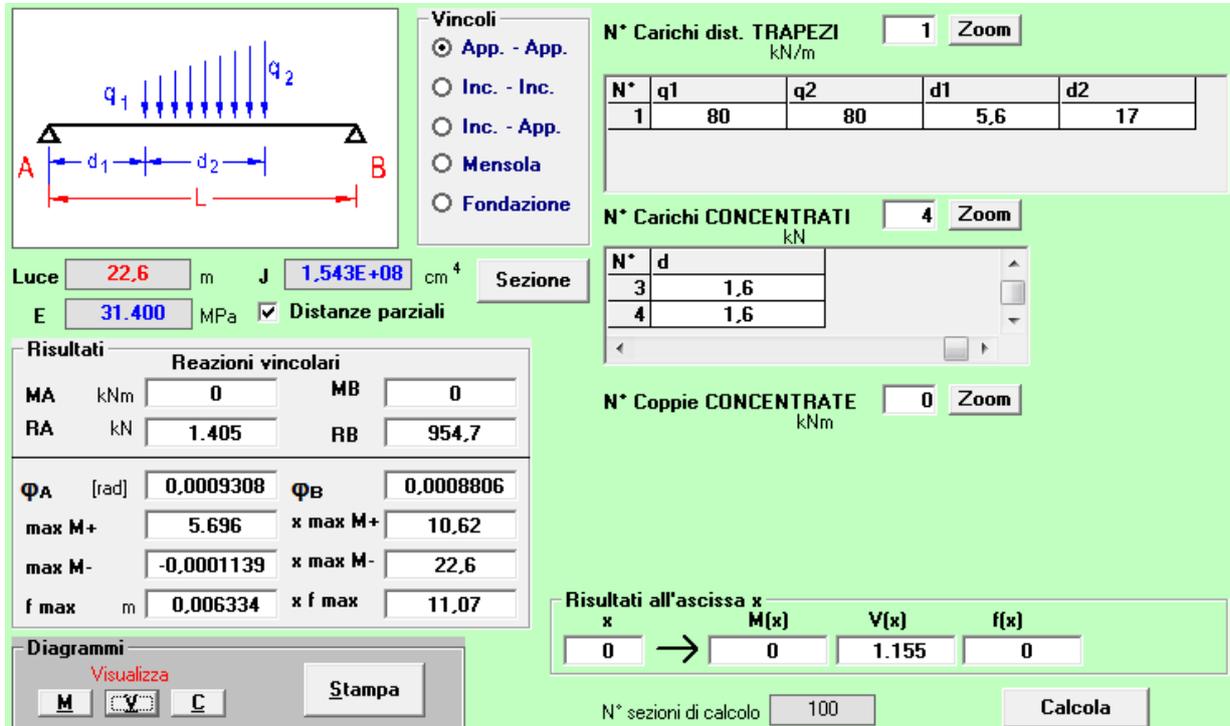


Figura 12 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico LM71

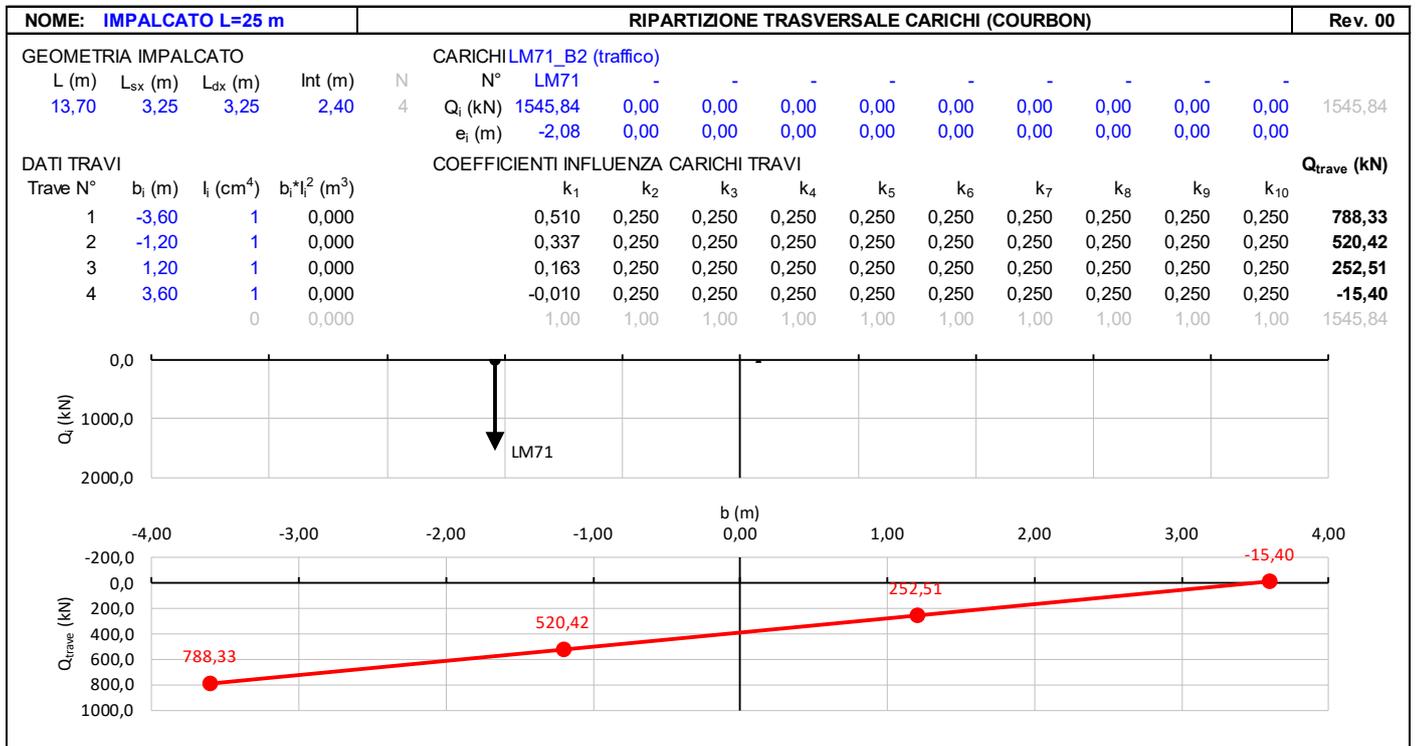
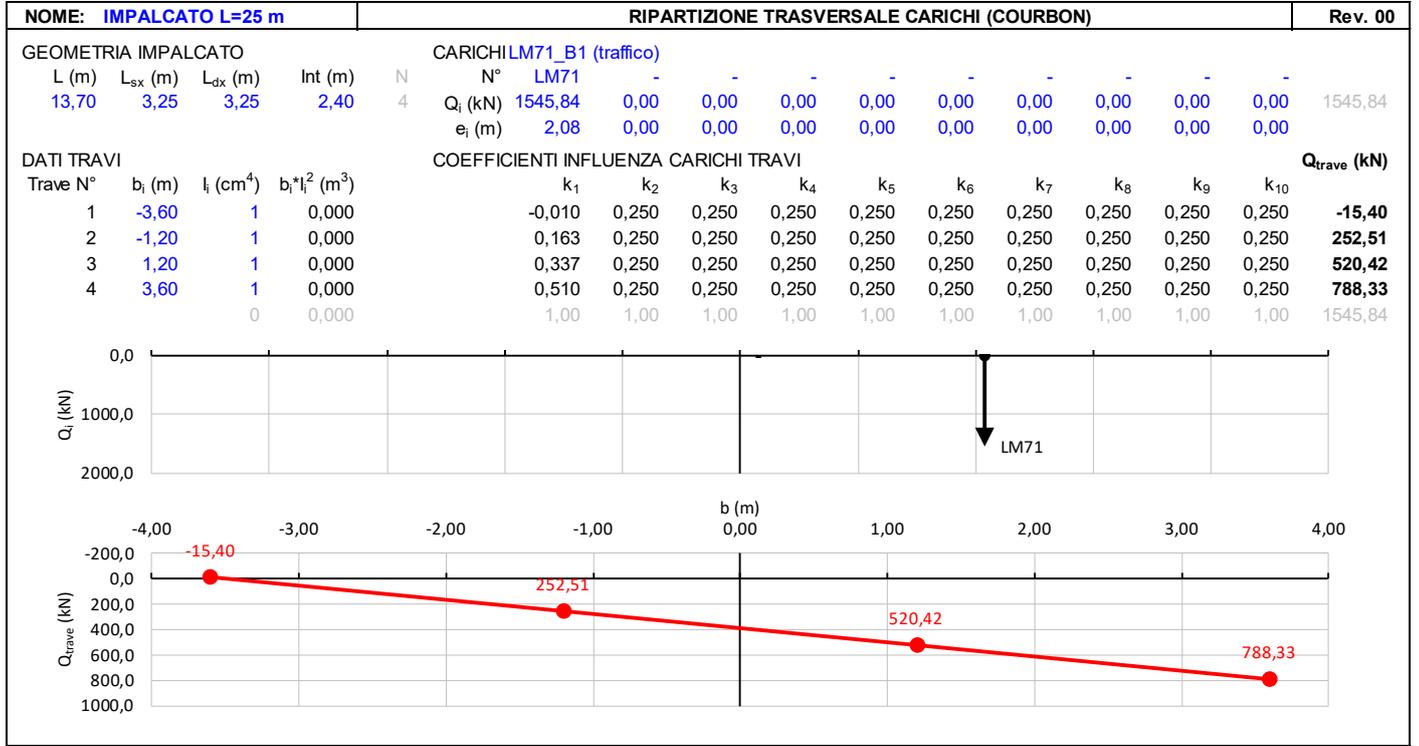
$V_{max} = 1405 \text{ kN}$ (Q1_LM71 B1)
 $q'_v = V_{max} / (L/2) = 1405 / (22.60/2) = 124.3 \text{ kN}$ Carico equivalente tagliante
 $Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.00 \cdot 1.10 \cdot 124.3 \cdot 22.60/2 = 1545.1 \text{ kN}$ Azione verticale applicata con $e=+2.08 \text{ m}$

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

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

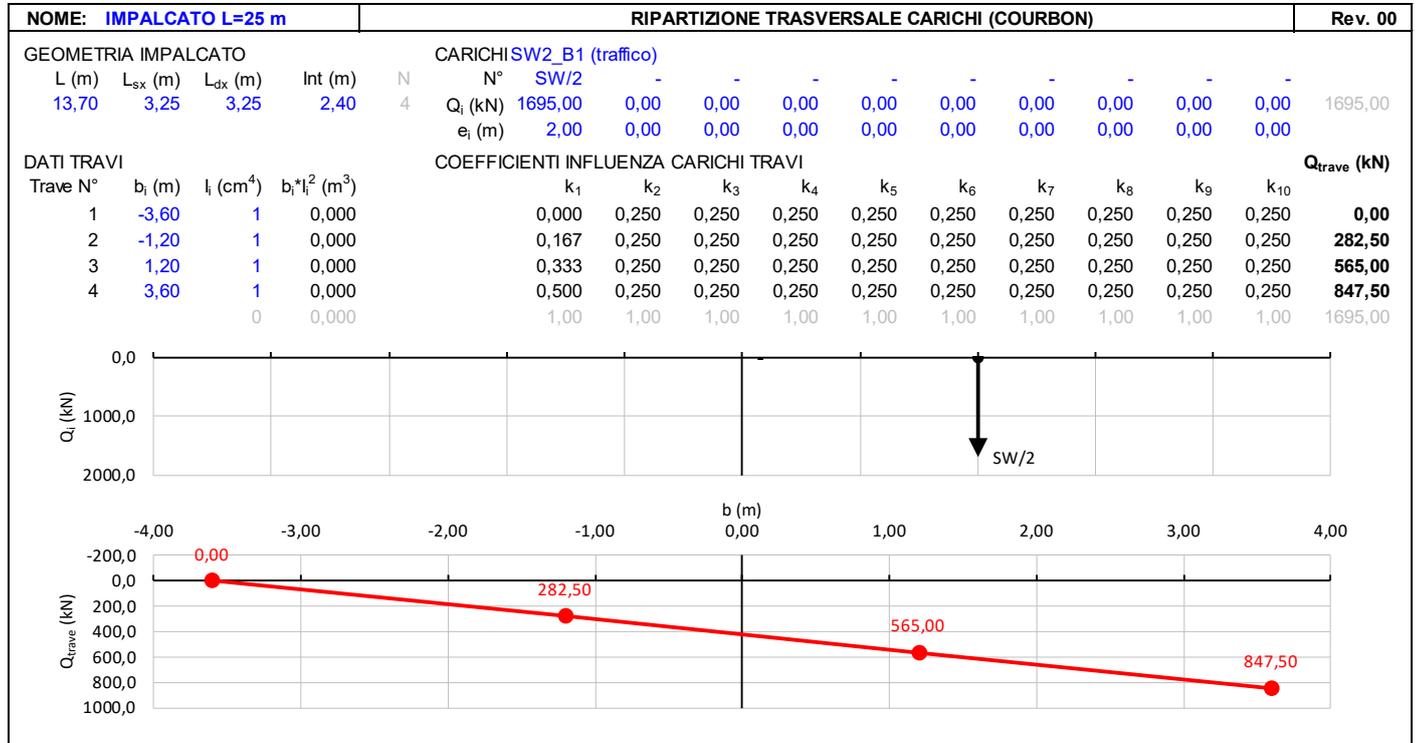
**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	38



**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	39



7.5.1.5 Decentramento dei carichi in tracciato curvilineo

Ai fini del calcolo delle sottostrutture, per un tracciato di lunghezza L=25 m, raggio massimo ipotetico di R=2200 m, si ha un decentramento del carico pari a circa $e=R\sqrt{(R^2-L^2/4)}=0,035$ m, pertanto si ritiene tale effetto trascurabile in relazione alle dimensioni geometriche della sezione di appoggio.

7.5.1.6 Carichi sui marciapiedi

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	40

7.5.1.7 Numero di treni contemporanei

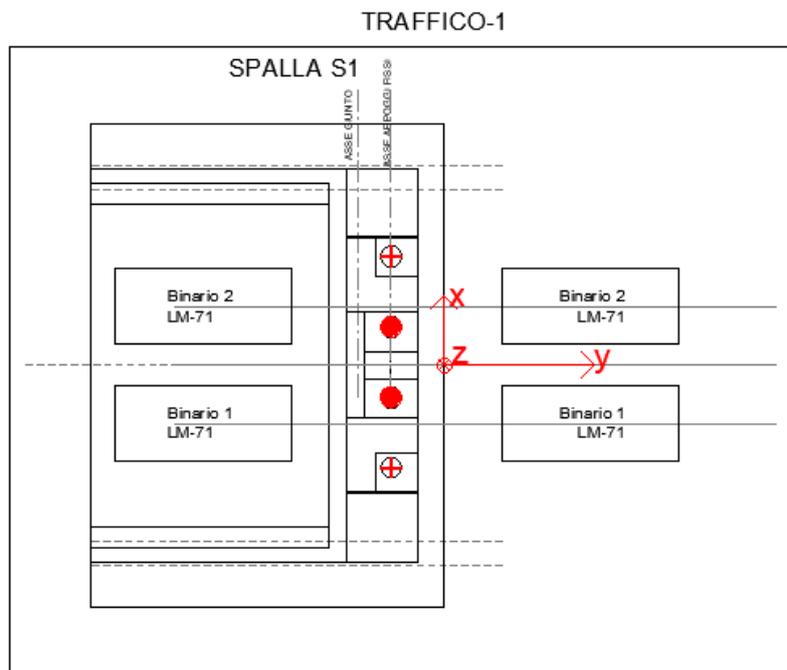
Nella progettazione andrà considerata l'eventuale contemporaneità di più treni, in genere sia per traffico normale (LM71) sia per traffico pesante (SW/2). Le azioni da traffico considerano una configurazione in campata, davanti alla spalla, in cui si massimizza il taglio all'appoggio.

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.

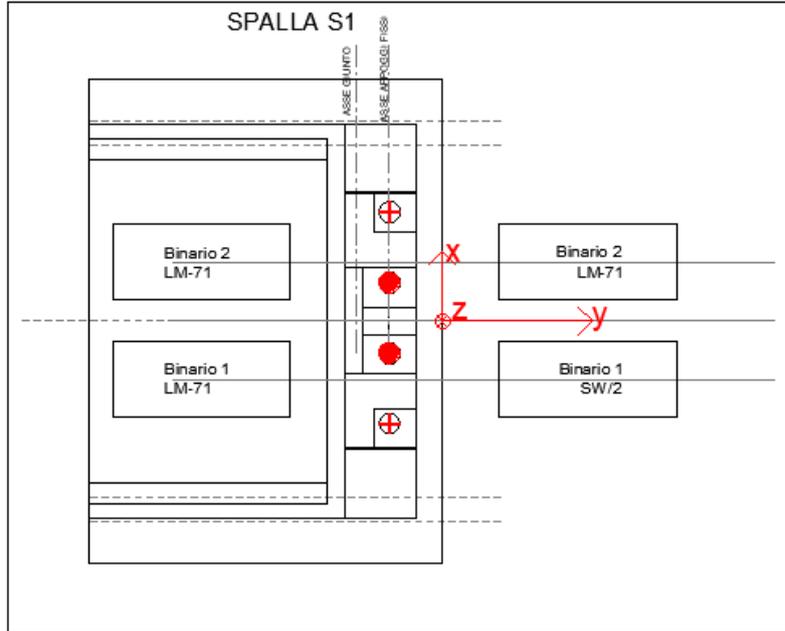
Nella figura successiva vengono riportati gli schemi considerati:



**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	41

TRAFFICO-2



TRAFFICO-3

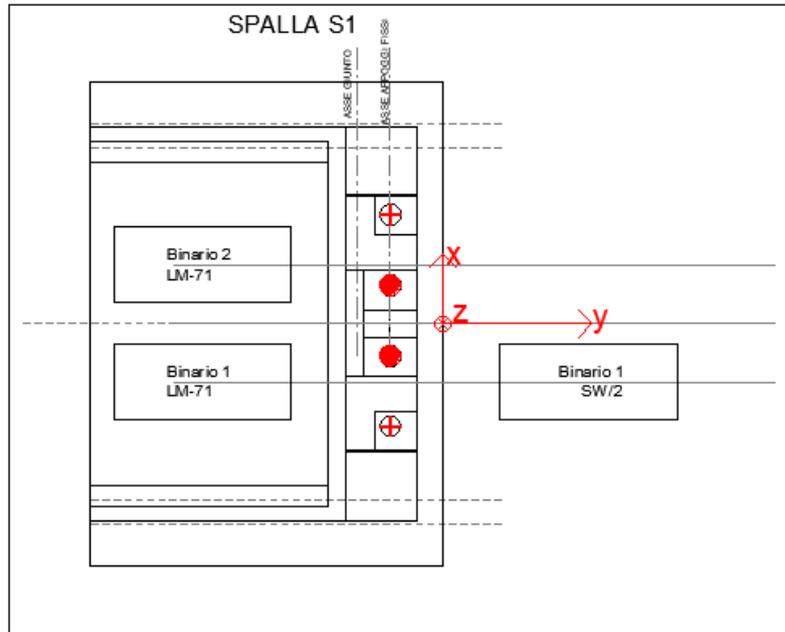


Figura 13 – Schemi di contemporaneità dei treni sui binari

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	42

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

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

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

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 04			PROGR 001

7.6 AZIONI ECCEZIONALI (A)

7.6.1 Deragliamento al di sopra del ponte

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

7.6.1.1 Impalcato in c.a.p. di luce $L=25\text{ m}$

7.6.1.1.1 Caso 1

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

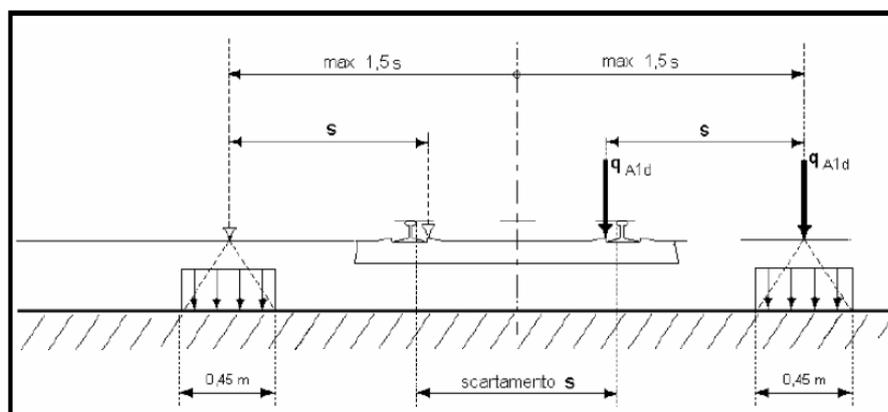
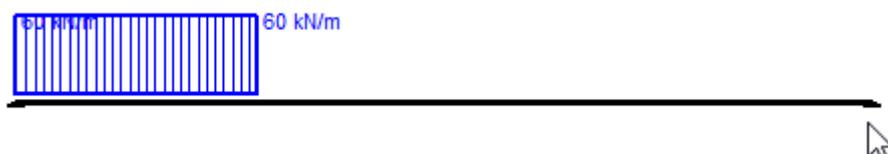


Figura 5.2.12 - Caso 1

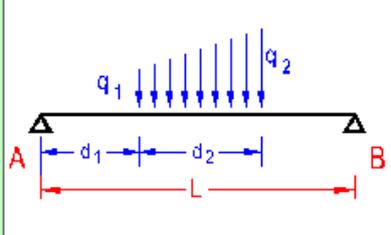
Figura 15 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 1

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



MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 04			PROGR 001





Vincoli

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

N° Carichi dist. TRAPEZI

N°	q1	q2	d1	d2
1	60	60	0	6.4

N° Carichi CONCENTRATI

N° Coppie CONCENTRATE

Luce m J cm⁴ Sezione

E MPa Distanze parziali

Risultati

Reazioni vincolari				
MA	kNm	<input type="text" value="0"/>	MB	<input type="text" value="0"/>
RA	kN	<input type="text" value="329.6"/>	RB	<input type="text" value="54.37"/>

ΦA	[rad]	<input type="text" value="0.0001408"/>	ΦB	<input type="text" value="9.170E-05"/>
max M+		<input type="text" value="905.3"/>	x max M+	<input type="text" value="5.424"/>
max M-		<input type="text" value="0"/>	x max M-	<input type="text" value="0"/>
f max	m	<input type="text" value="0.0007813"/>	x f max	<input type="text" value="9.718"/>

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
0	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="329.6"/>	<input type="text" value="0"/>

N° sezioni di calcolo

Diagrammi

Visualizza

Figura 16 – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 1

$$V_{\max} = 329.6 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 330 / (22.60/2) = 29.2 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = q'_v \cdot L/2 = 29.2 \cdot 22.60/2 = 329.60 \text{ kN}$$

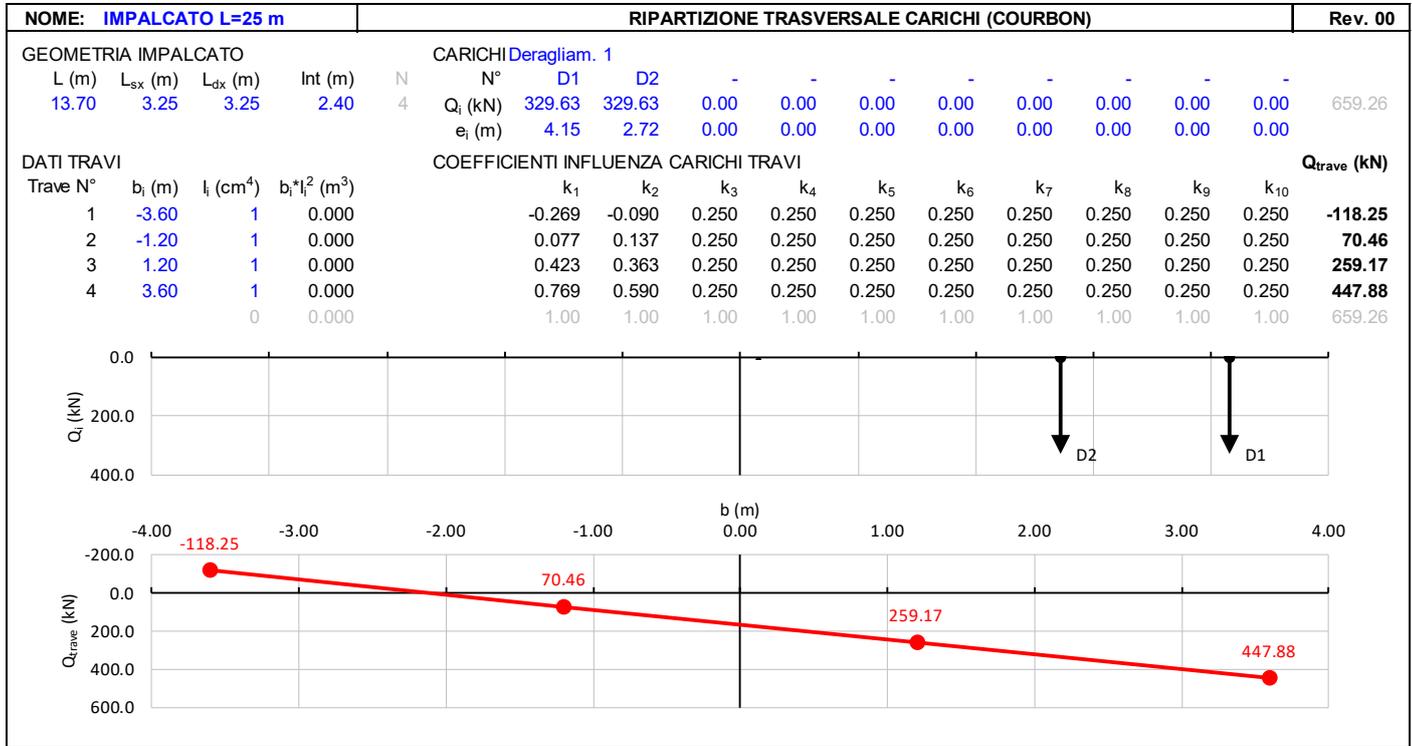
$$Q_1 = q'_v \cdot L/2 = 29.2 \cdot 22.60/2 = 329.60 \text{ kN}$$

Carico equivalente tagliante

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	45



7.6.1.1.2 Caso 2

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

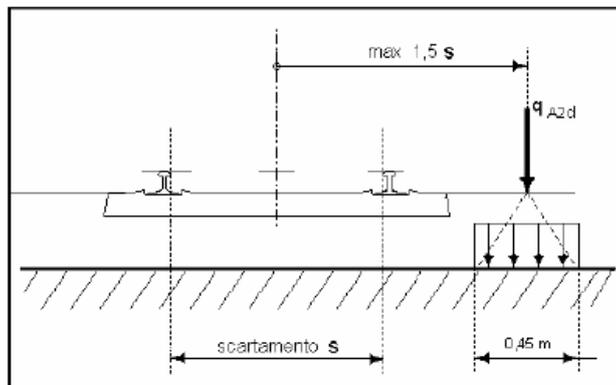
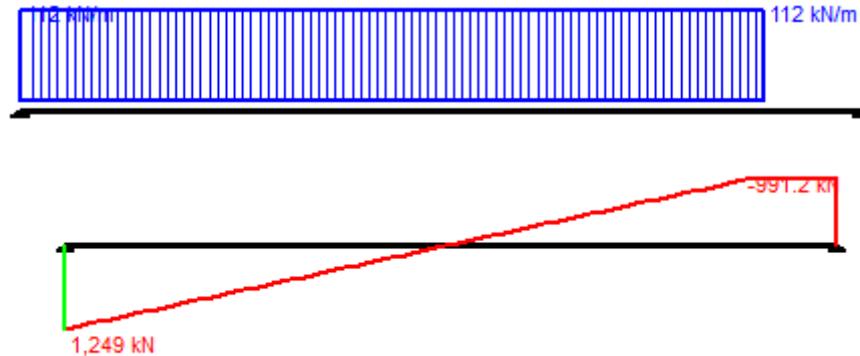


Figura 5.2.13 - Caso 2

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 04			Progr 001



Vincoli

App. - App.

Inc. - Inc.

Inc. - App.

Mensola

Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI **Zoom**

N°	q1	q2	d1	d2
1	112	112	0	20

Luce m J cm⁴ **Sezione**

E MPa **Distanze parziali**

Risultati

Reazioni vincolari				
MA	kNm	<input type="text" value="0"/>	MB	<input type="text" value="0"/>
RA	kN	<input type="text" value="1,249"/>	RB	<input type="text" value="991.2"/>

ΦA	[rad]	<input type="text" value="0.001083"/>	ΦB	<input type="text" value="0.001060"/>
max M+		<input type="text" value="6,962"/>	x max M+	<input type="text" value="11.07"/>
max M-		<input type="text" value="-0.001411"/>	x max M-	<input type="text" value="22.6"/>
f max	m	<input type="text" value="0.007603"/>	x f max	<input type="text" value="11.3"/>

N° Carichi CONCENTRATI **Zoom**

N° Coppie CONCENTRATE **Zoom**

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
0	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1,249"/>	<input type="text" value="0"/>

Diagrammi

N° sezioni di calcolo

Figura 18 – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 2

$$V_{\max} = 1248.8 \text{ kN}$$

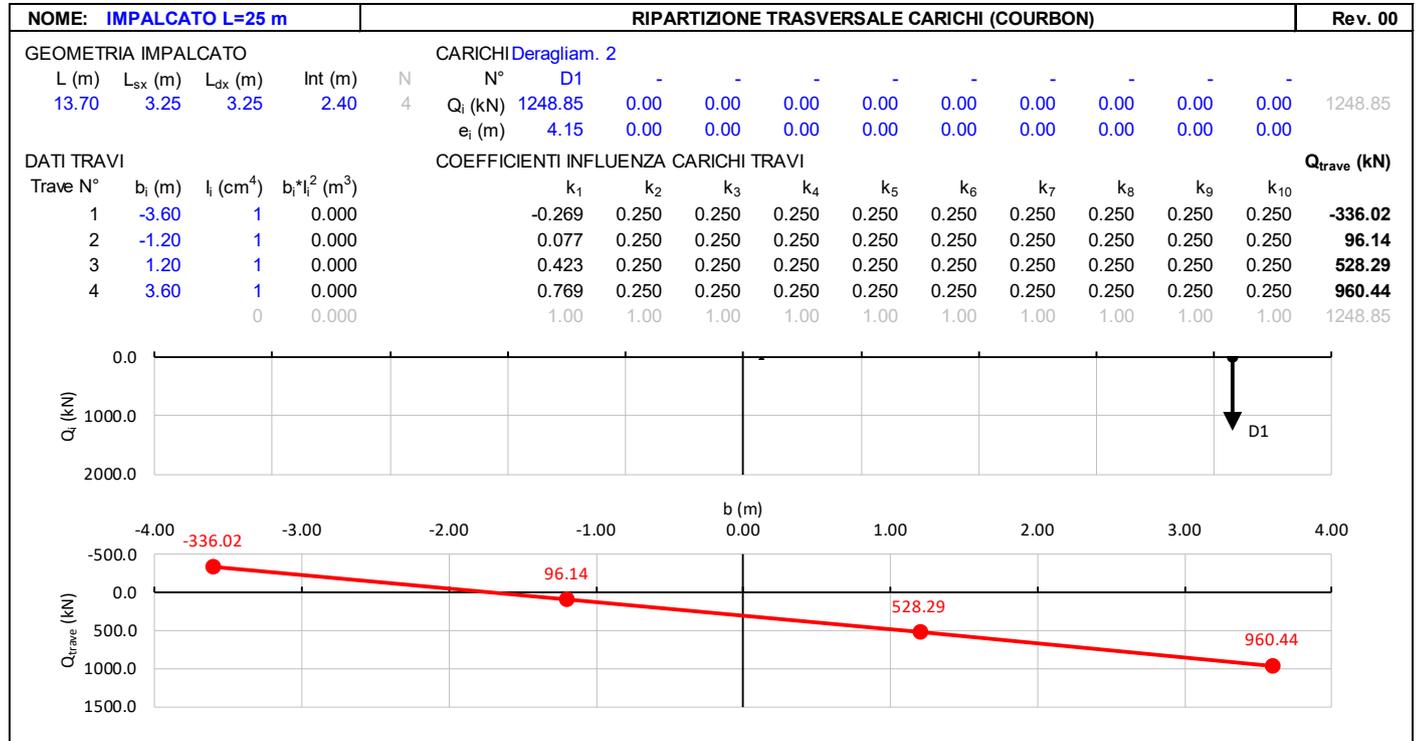
$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 1248.8 / (22.60/2) = 110.5 \text{ kN/m} \quad \text{Carico equivalente tagliante}$$

$$Q_1 = q'_v * L/2 = 110.5 * 22.60/2 = 1248.8 \text{ kN}$$

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	47



7.6.1.1.3 Effetti sulla sottostruttura

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	48

7.7 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI (Q)

7.7.1 Azioni da traffico ferroviario (Q₁)

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

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

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

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

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

lunghezza longitudinale interessata dai carichi

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

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

larghezza trasversale transitabile (larghezza spalla)

Spalla S1

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

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

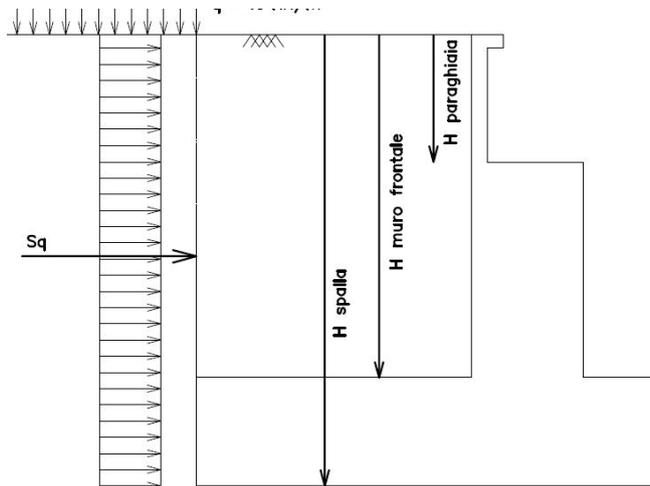


Figura 19: Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	49

7.7.1.1 Azione da traffico ferroviario sul muro paraghiaia

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

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

laddove si sono considerate le seguenti caratteristiche geometriche:

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

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

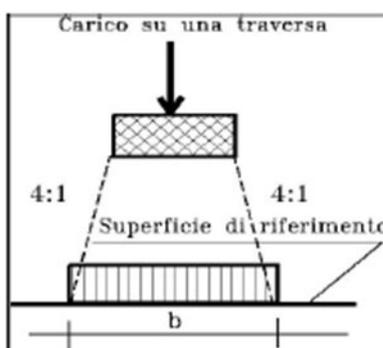


Fig. 5.2.4 - Distribuzione longitudinale dei carichi attraverso il ballast

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

TRENO SW/2

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

Valore amplificato del carico longitudinale q_{vk}

L'eccentricità non è da considerarsi per il caso di treno di carico SW/2, per il quale quindi si effettua la ripartizione semplicemente dividendo il valore 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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.T.F.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	50

7.7.2 Forza centrifuga (Q₄)

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

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

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

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

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

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

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

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

V velocità di progetto, espressa in km/h

f fattore di riduzione

R raggio di curvatura, espresso in m

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

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

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

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	51

NOME: IMPALCATO L=25 m

CALCOLO FORZA CENTRIFUGA

Rev. 00

DATI DEL PROGETTO

V (km/h)	200	Velocità di progetto	Distanza PF/appoggi (m)	3,30
R (m)	2200	Raggio di curvatura		
L _f (m)	12,50	Lunghezza di binario carico		

TRENO LM71 e SW/0

TRENO SW/2

Q _{vk} (kN)	1405,0		Q _{vk} (kN)	1695,0	Carichi verticali ferroviari caratteristico
Caso 1	Caso 2		Caso 1		
V (km/h)	200	120	V (km/h)	100	Velocità di progetto
α (-)	1,00	1,10	α (-)	1,00	Coefficiente di adattamento
f (-)	0,758	1,000	f (-)	1,00	Fattore di riduzione
q _{tk} (kN/m)	152,45	79,65			

Q_{4,c} (kN) **152,4**

Q_{4,c} (kN) **60,7**

Forza centrifuga caratt. trasversale

M_{4,c} (kNm) **503,1**

M_{4,c} (kNm) **200,2**

Momento torcente forza centrifuga caratt.

Nota: i valori iniziale di Q_{vk} sono caratteristici verticali (non amplificati per α o per Φ)

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

NOME: IMPALCATO L=25 m

RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)

Rev. 00

GEOMETRIA IMPALCATO

CARICHI Q4 B1-SW2 (centr)

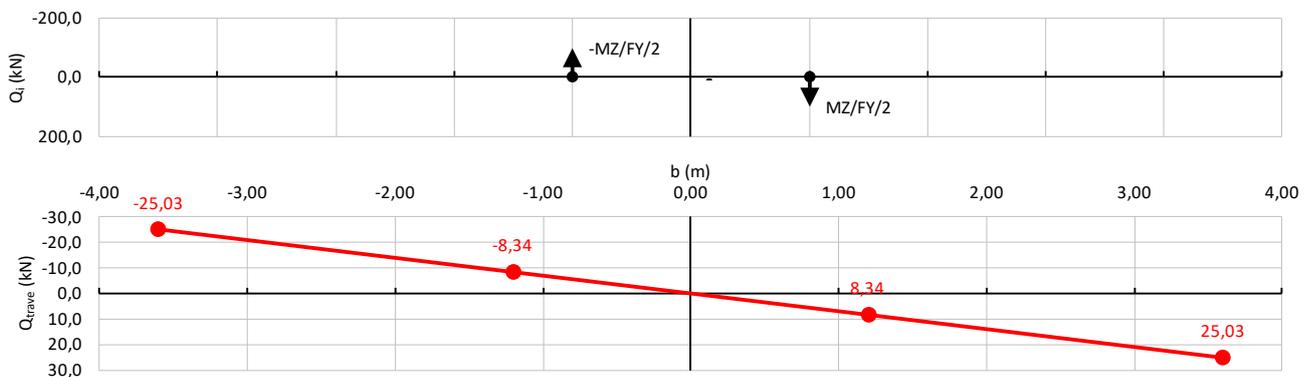
L (m)	L _{sx} (m)	L _{dx} (m)	Int (m)	N	N°	-MZ/FY/2	MZ/FY/2	-	-	-	-	-	-	-	-	Q _{trave} (kN)	
13,70	3,25	3,25	2,40	4	N°	-100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
					e _i (m)	-1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

DATI TRAVI

COEFFICIENTI INFLUENZA CARICHI TRAVI

Q_{trave} (kN)

Trave N°	b _i (m)	I _i (cm ⁴)	b _i *I _i ² (m ³)	k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	k ₆	k ₇	k ₈	k ₉	k ₁₀	Q _{trave} (kN)
1	-3,60	1	0,000	0,375	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	-25,03
2	-1,20	1	0,000	0,292	0,208	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	-8,34
3	1,20	1	0,000	0,208	0,292	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	8,34
4	3,60	1	0,000	0,125	0,375	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	25,03
		0	0,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00

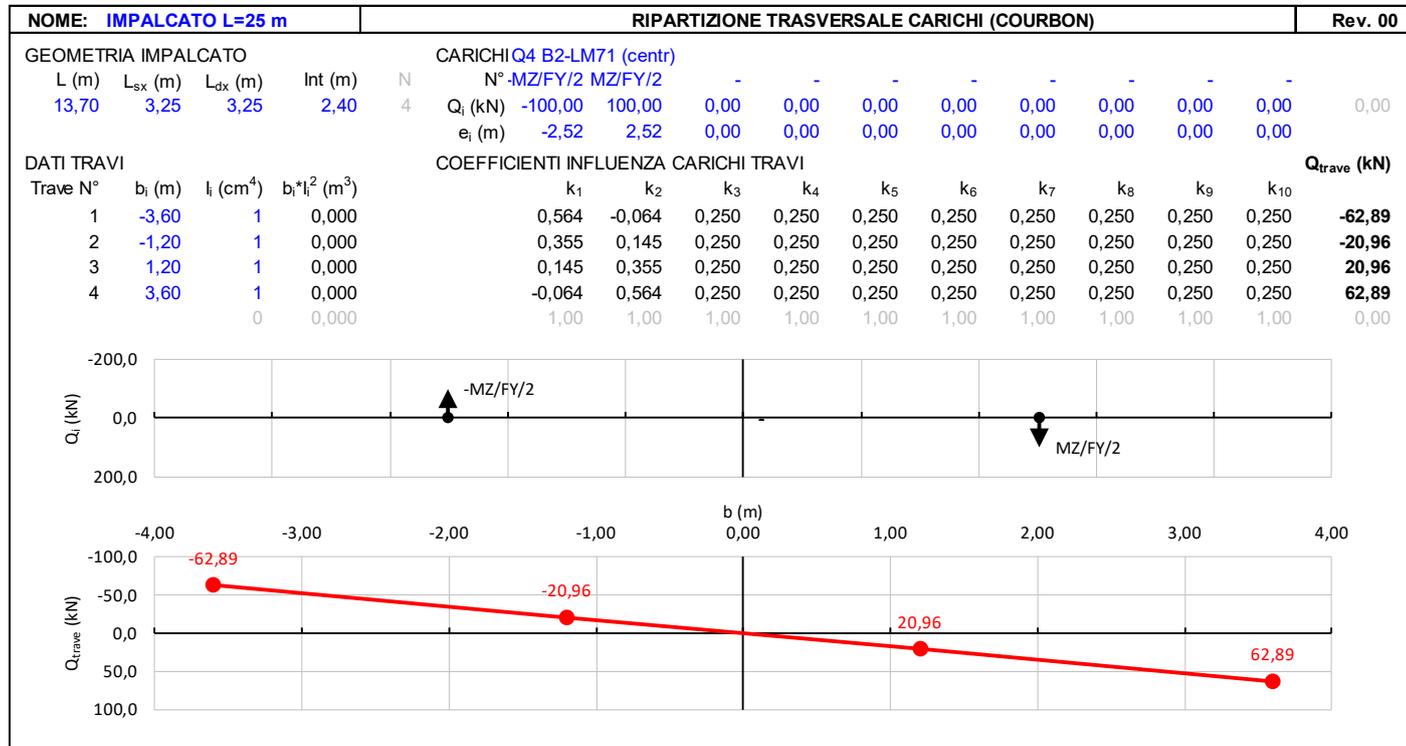
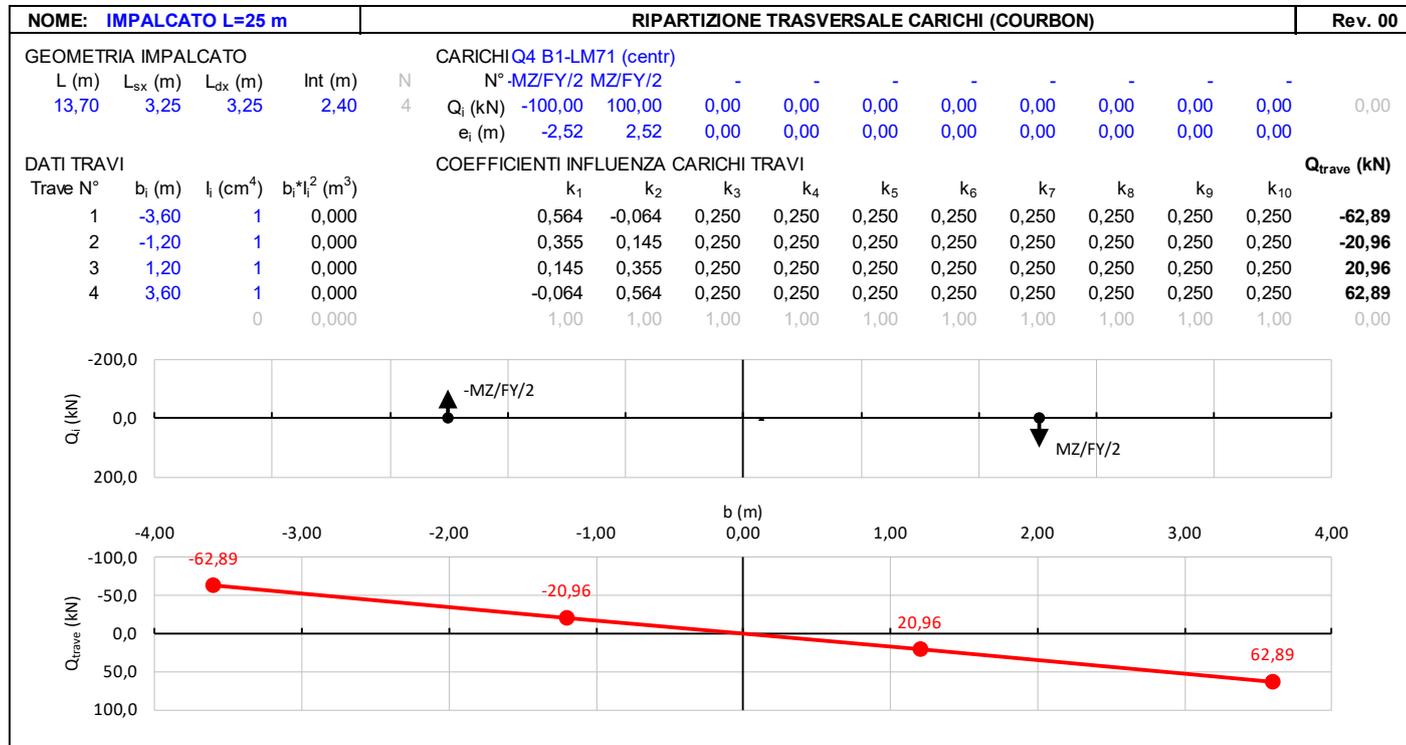


LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	52



MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	53

7.7.3 Azione laterale serpeggio (Q_5)

Nome	Tipo	Y_Q (F_{av} / S_{fav})	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
SERPEGGIO	Variabili da traffico ferroviario	0.0 / 1.45	0.80	0.50	0.00

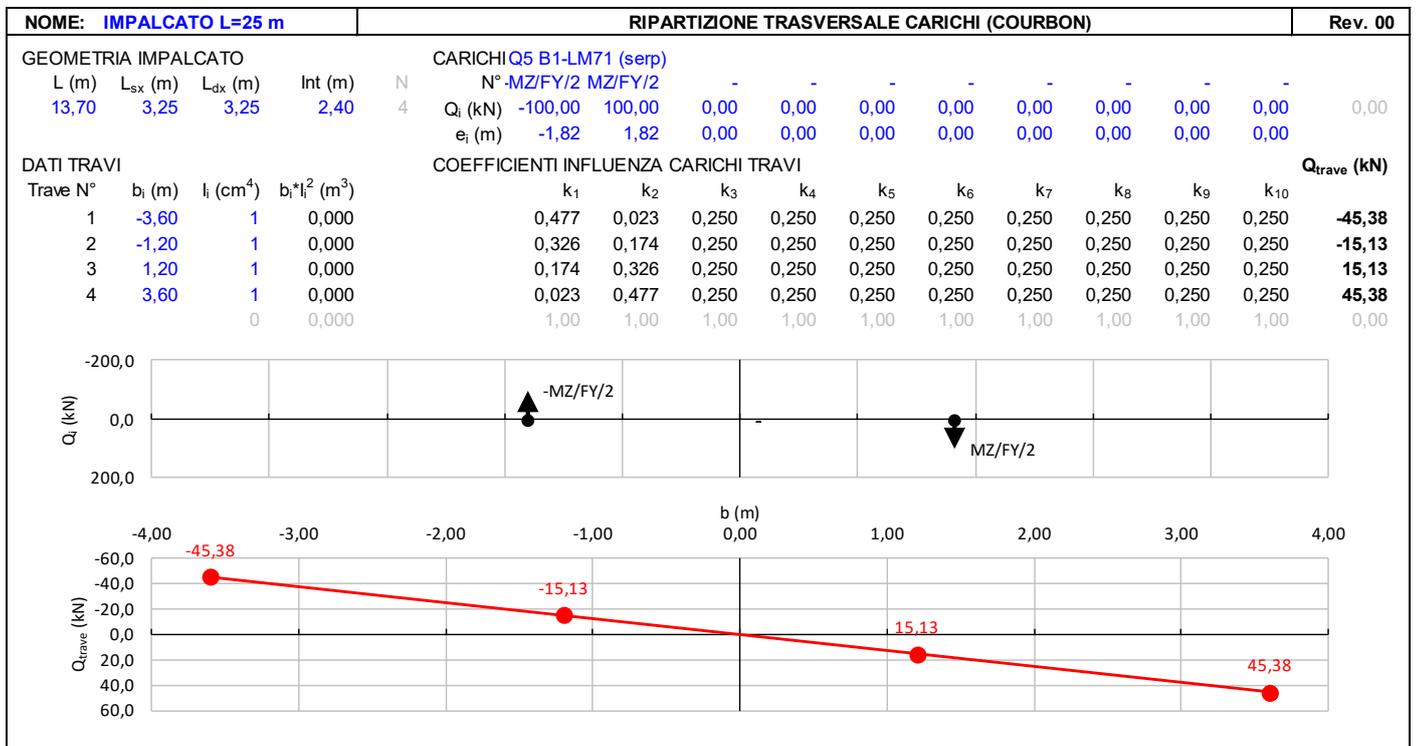
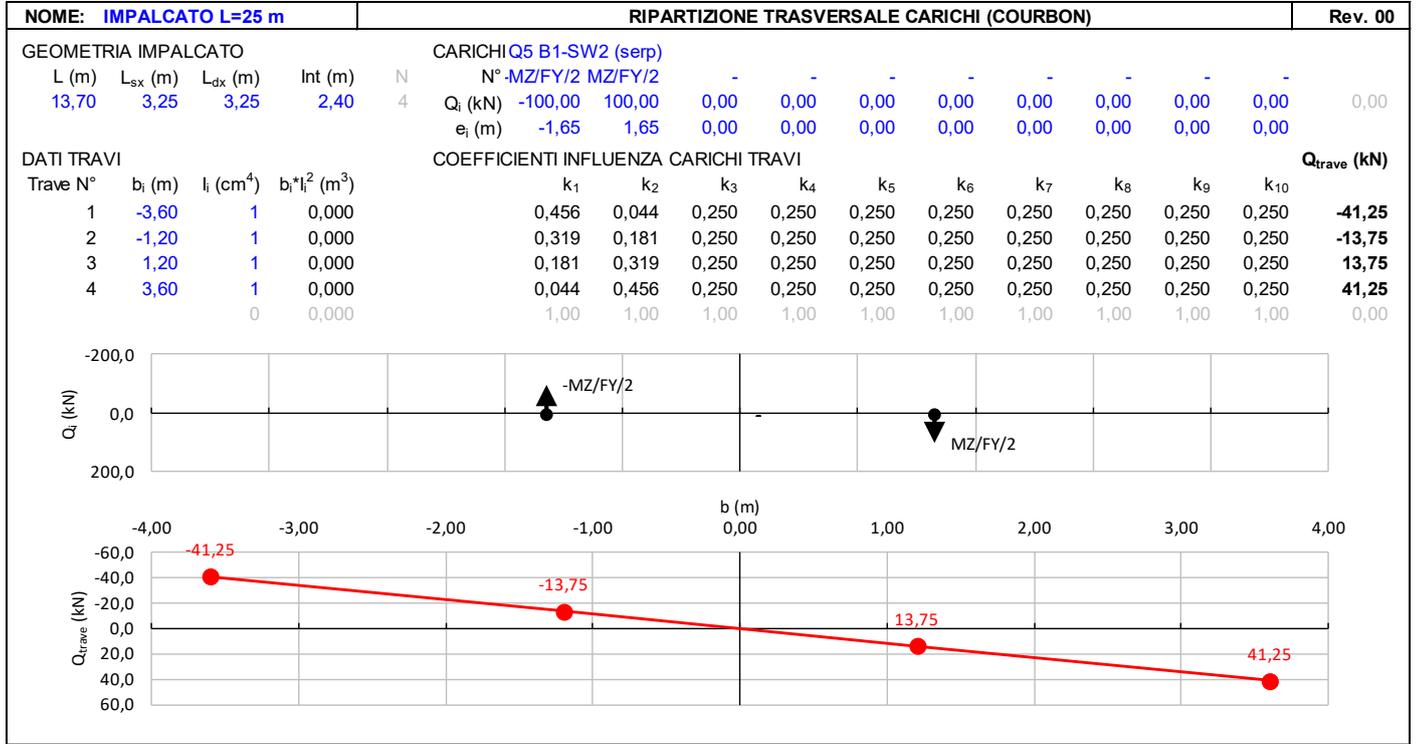
L'azione laterale associata al serpeggio è definita al par. 1.4.3.2 delle Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari, che riprende il par. 5.2.2.4.2 delle NTC 2008, ed equivale ad una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente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

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

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	54



LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	55

NOME: IMPALCATO L=25 m				RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)										Rev. 00		
GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI Q5 B2-LM71 (serp)												
L (m)	L _{sx} (m)	L _{dx} (m)	Int (m)	N	N° -MZ/FY/2	MZ/FY/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13,70	3,25	3,25	2,40	4	Q _i (kN)	-100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
					e _i (m)	-1,82	1,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DATI TRAVI				COEFFICIENTI INFLUENZA CARICHI TRAVI												
Trave N°	b _i (m)	I _i (cm ⁴)	b _i *I _i ² (m ³)		k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	k ₆	k ₇	k ₈	k ₉	k ₁₀	Q_{trave} (kN)	
1	-3,60	1	0,000		0,477	0,023	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	-45,38
2	-1,20	1	0,000		0,326	0,174	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	-15,13
3	1,20	1	0,000		0,174	0,326	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	15,13
4	3,60	1	0,000		0,023	0,477	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	45,38
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00

The diagram consists of two parts. The top part is a schematic of the bridge cross-section showing the transverse distribution of loads. It features a central downward load labeled 'MZ/FY/2' and an upward load labeled '-MZ/FY/2'. The bottom part is a graph showing the resulting influence coefficients (Q_{trave}) for each track. The x-axis represents the track width (b) in meters, ranging from -4,00 to 4,00. The y-axis represents the influence coefficient (Q_{trave}) in kN, ranging from -60,0 to 60,0. The graph shows a linear distribution of influence coefficients across the four tracks, with values of -45,38 kN, -15,13 kN, 15,13 kN, and 45,38 kN.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	56

7.7.4 Azioni di avviamento e frenatura (Q₃)

L'azione orizzontale associata all'avviamento e alla frenatura dei treni è definita al par. 1.4.3.2 delle Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari, che riprende il par. 5.2.2.4.2 delle NTC 2008, ed equivale ad una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, parallelamente all'asse del binario.

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

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

Avviamento

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

Frenatura

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

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

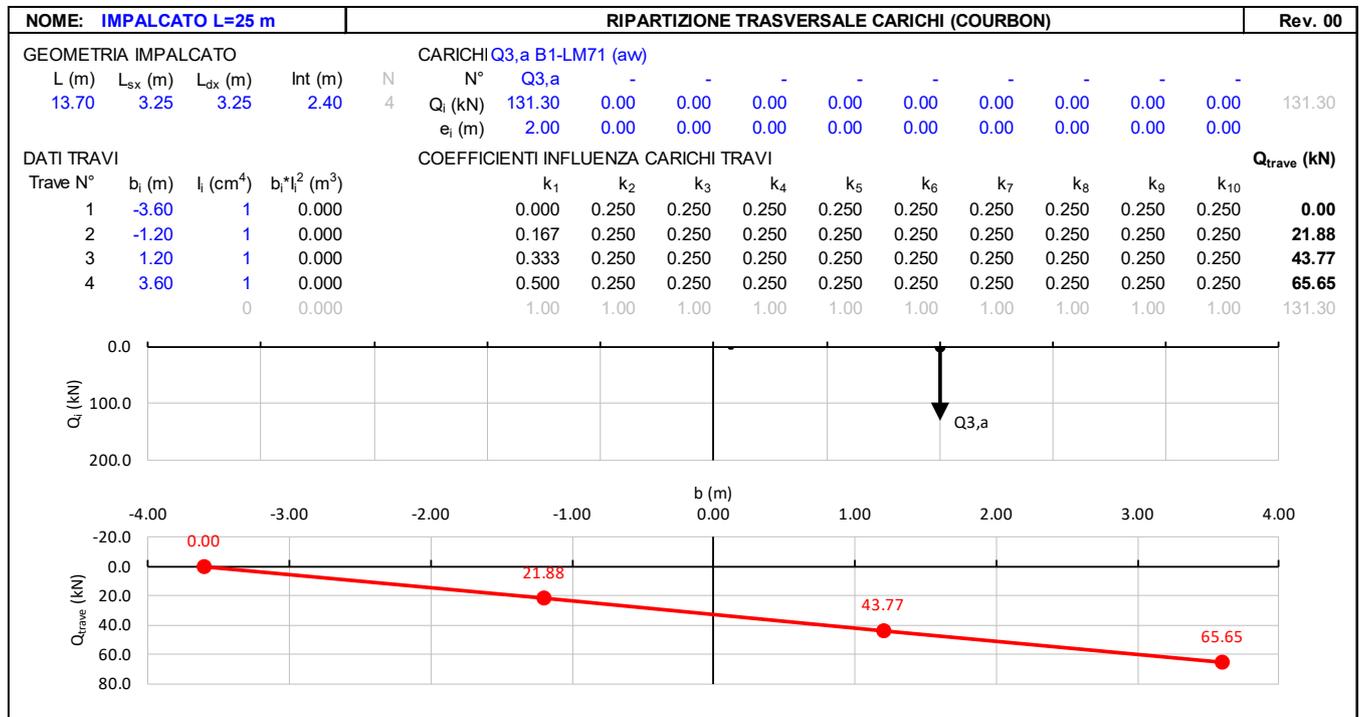
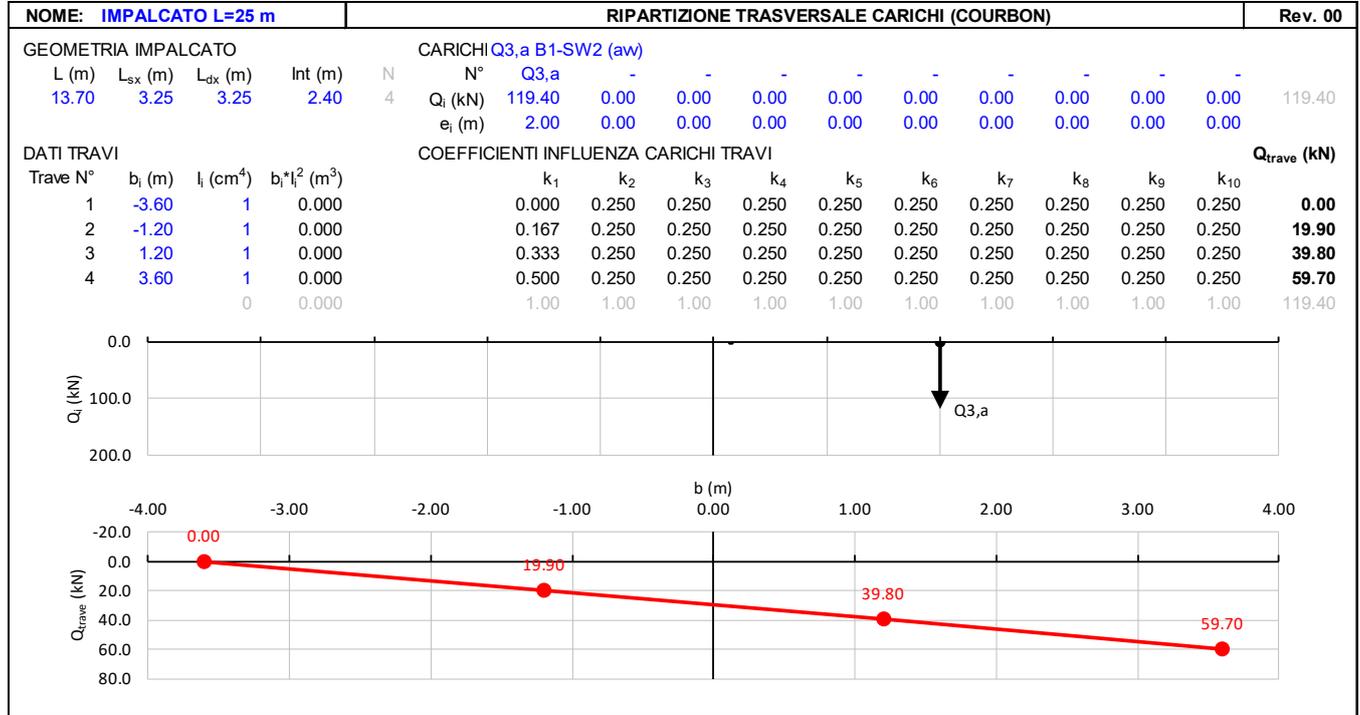
Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento, l'altro in fase di frenatura; pertanto, per ogni binario (B1 o B2) si può avere:

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

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

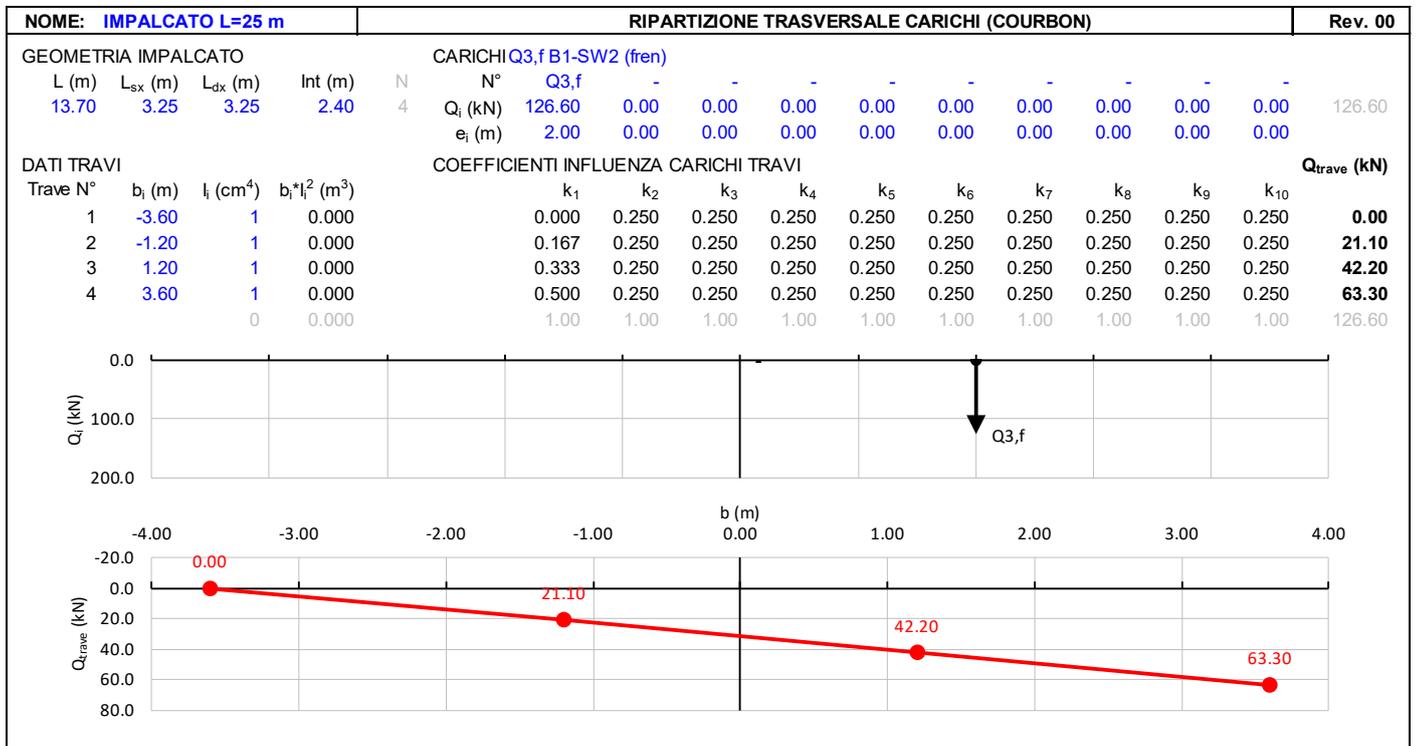
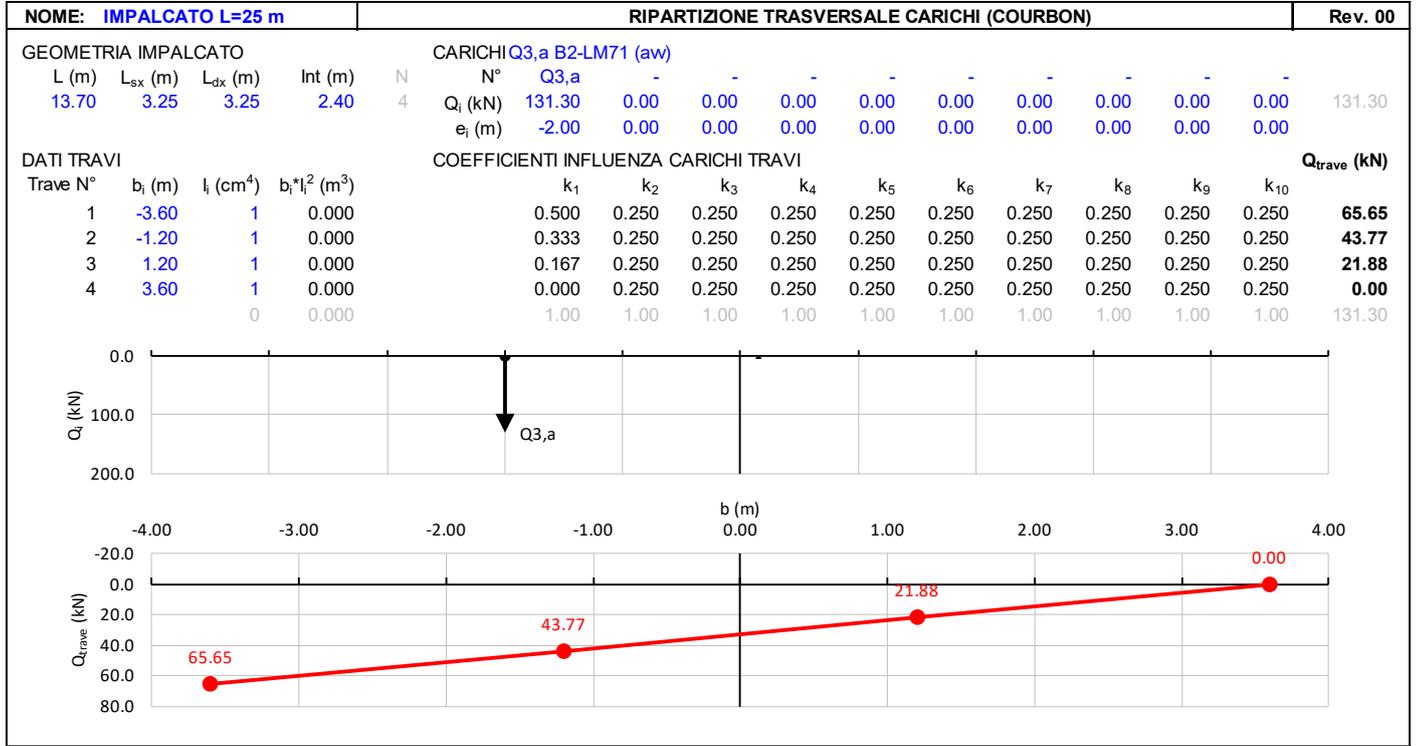
**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	57



VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	58



MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	60

7.8 AZIONE DEL VENTO (Q₆)

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

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

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

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

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

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

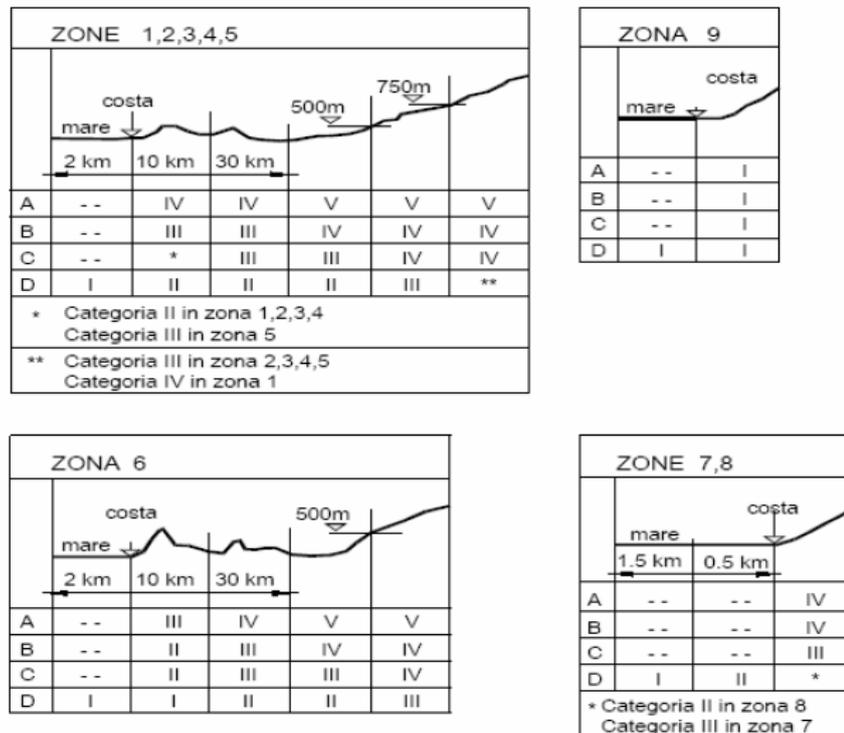


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	61

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

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

Tabella 11 - Criterio di assegnazione della categoria di esposizione per le diverse zone italiane

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

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

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

Tabella 12 - Classi di rugosità del terreno

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.p.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	62

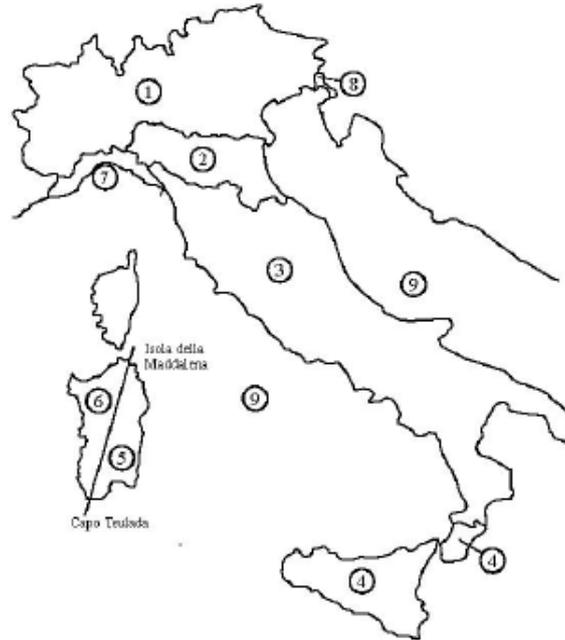


Fig. 3.3.1 - Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Figura 20 - Zone caratterizzate da diversi valori della velocità di riferimento

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

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

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	63

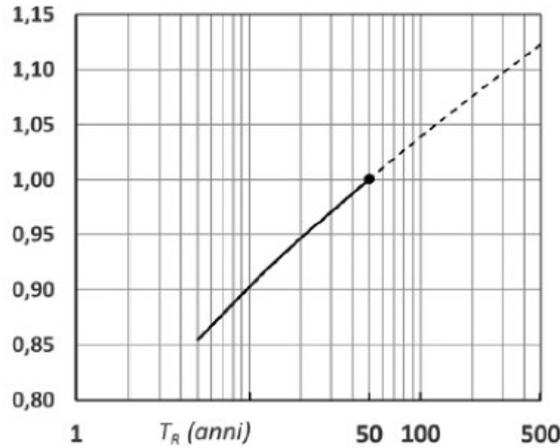


Figura C3.3.1 – Valori del coefficiente α_R in funzione del periodo di ritorno T_R (asse in scala logaritmica),

Figura 21 - Diagramma del coefficiente di ritorno α_r in funzione del periodo di ritorno TR

7.8.1 Azione del vento impalcato

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

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

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

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	64

NOME: IMPALCATO L=25 m				RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)											Rev. 00			
GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI Q6 (vento)														
L (m)	L _{sx} (m)	L _{dx} (m)	Int (m)	N	N°	-MZ/FY/2	MZ/FY/2	FY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13,70	3,25	3,25	2,40	4	Q _i (kN)	-206,32	206,32	206,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	206,32
					e _i (m)	-1,56	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
DATI TRAVI				COEFFICIENTI INFLUENZA CARICHI TRAVI												Q_{trave} (kN)		
Trave N°	b _i (m)	I _i (cm ⁴)	b _i *I _i ² (m ³)	k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	k ₆	k ₇	k ₈	k ₉	k ₁₀					
1	-3,60	1	0,000	0,446	0,054	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	-29,12				
2	-1,20	1	0,000	0,315	0,185	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	24,68				
3	1,20	1	0,000	0,185	0,315	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	78,48				
4	3,60	1	0,000	0,054	0,446	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	132,28				
				0	0,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	206,32				

7.8.2 Azioni del vento muro d'ala

Per la valutazione delle azioni agenti sul muro d'ala, si considera la risultante dell'azione del vento su una barriera alta 5m. Inoltre, questa azione comprende le azioni aerodinamiche, per la cui si fa riferimento all'analisi dei carichi impalcato, che sono ricavate del modello locale usato per l'analisi della soletta, riportate sulla relazione di calcolo dell'impalcato in c.a.p. di luce L=25 m, in cui è stata considerata una pressione totale di 1.99 kN/m².

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	65

7.9 AZIONE SISMICA (E)

Nome	Tipo	γ_E (F_{av} / S_{fav})	ψ_0	ψ_1	ψ_2
SISMA	Sismiche	EQU 0.00 / 1.00 (A1) 0.00 / 1.00 (A2) 0.00 / 1.00	-	-	-

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

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

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

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

7.9.1 Stati limite di progetto sismici

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	66

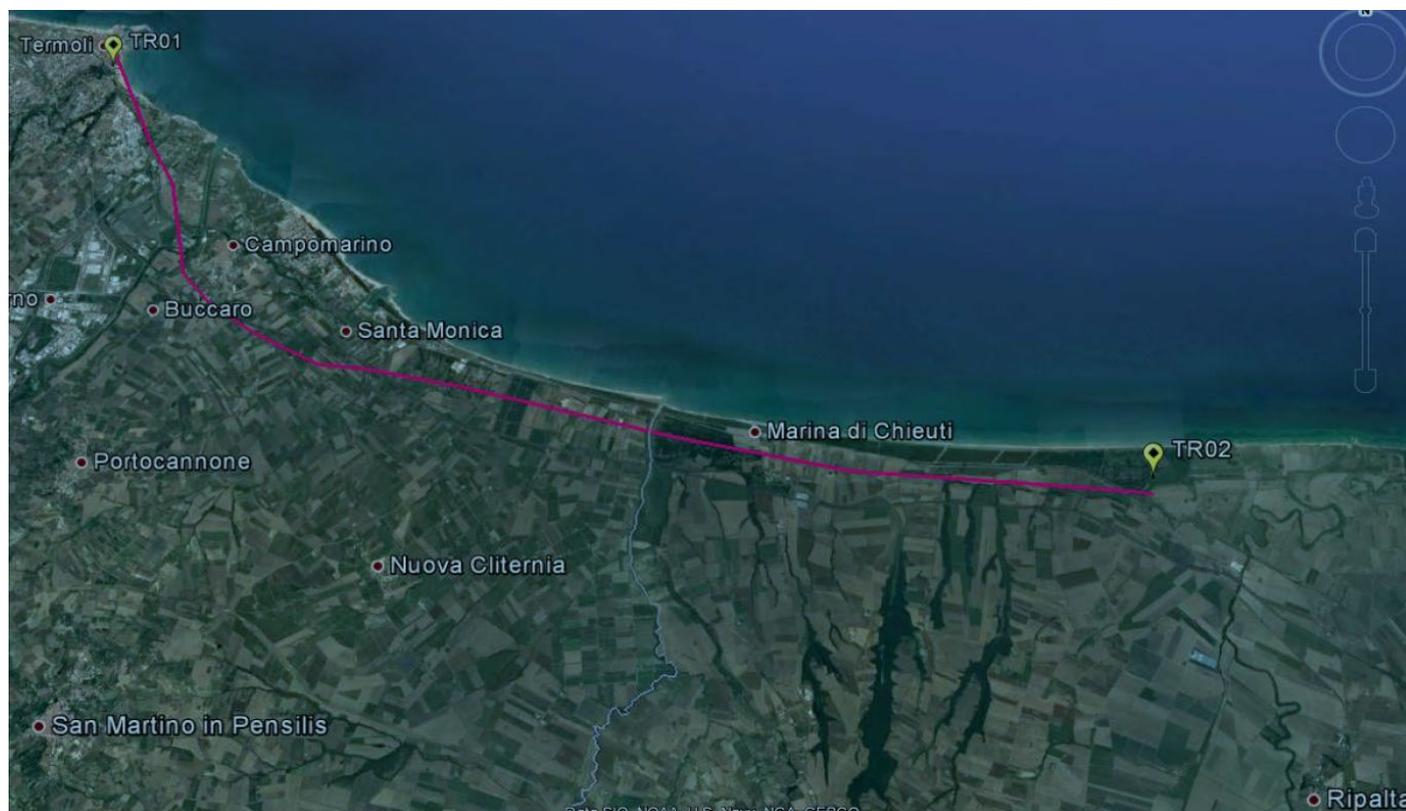


Figura 22- Configurazione planimetrica tracciato

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

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

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

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	67

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

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

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	68	0,066	2,494	0,324
SLD	113	0,082	2,548	0,332
SLV	1068	0,195	2,532	0,375
SLC	2193	0,253	2,507	0,382

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

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

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

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

Probabilità di superamento

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

Tempo di ritorno

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

- *Stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	68

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

Probabilità di superamento

$$P_{VR} = 10\%$$

Tempo di ritorno

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

7.9.2 Spettri di risposta

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

Categoria sottosuolo

“B”

Rocce tenere e depositi di terreni a gran grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s

Categoria topografica

“T1”

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

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

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

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

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

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

T periodo di vibrazione orizzontale [s]

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

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

S_S coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi tabella seguente)

S_T coefficiente di amplificazione topografica (vedi tabella seguente)

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

ξ coefficiente di smorzamento viscoso [%]

F_0 fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima

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

C_c coefficiente definito nella tabella seguente

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

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

Categoria sottosuolo	S_S	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.0 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	69

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

Tabella 16 - Coefficienti di amplificazione stratigrafica orizzontale

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

Tabella 17 - Coefficienti di amplificazione topografica

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

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

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

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

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

T periodo di vibrazione verticale [s]

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

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

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

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

Tabella 18 - Coefficienti di amplificazione stratigrafica verticale

Le capacità dissipative della struttura possono essere considerate nella fase di analisi attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovrarresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare è lo spettro elastico ridotto sostituendo nelle formule corrispondenti η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. Si assume comunque $S_d(T) \geq 0,2a_g$.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	70

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

$$q = q_0 \cdot K_R$$

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

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

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

7.9.2.1 Pile e spalle da ponte

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

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

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

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

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

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

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

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	71

$$\alpha = L/H$$

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 $q_0 = 1.50$.

VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	72

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,242 g
F_0	2,452
T_C	0,346 s
S_S	1,163
C_C	1,360
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,163
η	1,000
T_B	0,157 s
T_C	0,470 s
T_D	2,567 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,281
T_B	0,157	0,689
T_C	0,470	0,689
	0,570	0,568
	0,670	0,484
	0,770	0,421
	0,869	0,373
	0,969	0,334
	1,069	0,303
	1,169	0,277
	1,269	0,255
	1,369	0,237
	1,468	0,221
	1,568	0,207
	1,668	0,194
	1,768	0,183
	1,868	0,173
	1,968	0,165
	2,067	0,157
	2,167	0,149
	2,267	0,143
	2,367	0,137
	2,467	0,131
T_D	2,567	0,126
	2,635	0,120
	2,703	0,114
	2,771	0,108
	2,840	0,103
	2,908	0,098
	2,976	0,094
	3,044	0,090
	3,113	0,086
	3,181	0,082
	3,249	0,079
	3,317	0,076
	3,386	0,073
	3,454	0,070
	3,522	0,067
	3,590	0,064
	3,659	0,062
	3,727	0,060
	3,795	0,058
	3,863	0,056
	3,932	0,054
	4,000	0,052

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

VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	73

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{TV}	0,160 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	1,627
S	1,000
η	1,000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,160
$T_B \leftarrow$	0,050	0,393
$T_C \leftarrow$	0,150	0,393
	0,235	0,251
	0,320	0,184
	0,405	0,146
	0,490	0,120
	0,575	0,103
	0,660	0,089
	0,745	0,079
	0,830	0,071
	0,915	0,064
$T_D \leftarrow$	1,000	0,059
	1,094	0,049
	1,188	0,042
	1,281	0,036
	1,375	0,031
	1,469	0,027
	1,563	0,024
	1,656	0,021
	1,750	0,019
	1,844	0,017
	1,938	0,016
	2,031	0,014
	2,125	0,013
	2,219	0,012
	2,313	0,011
	2,406	0,010
	2,500	0,009
	2,594	0,009
	2,688	0,008
	2,781	0,008
	2,875	0,007
	2,969	0,007
	3,063	0,006
	3,156	0,006
	3,250	0,006
	3,344	0,005
	3,438	0,005
	3,531	0,005
	3,625	0,004
	3,719	0,004
	3,813	0,004
	3,906	0,004
	4,000	0,004

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	74

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

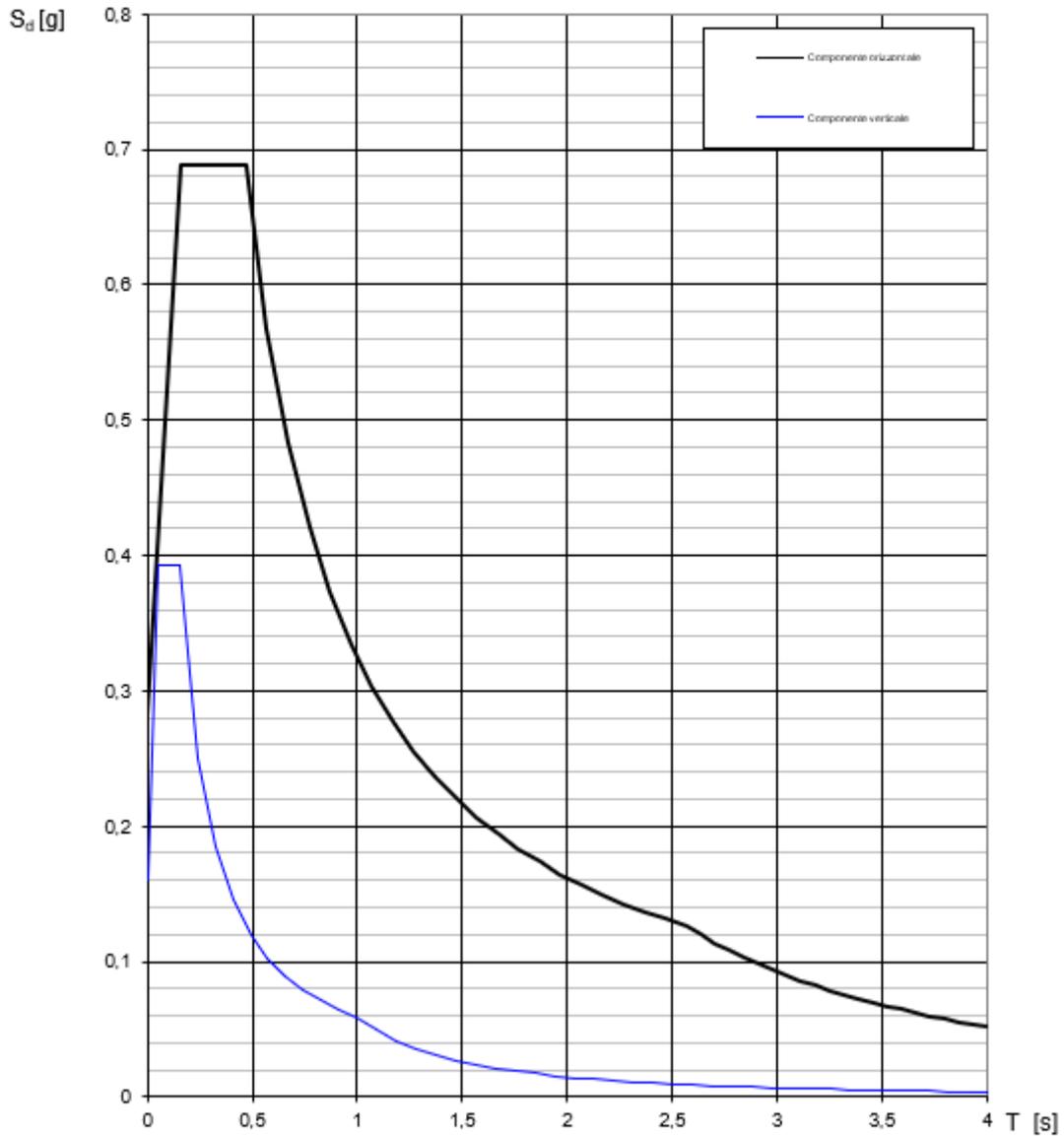


Figura 23- Spettri di risposta elastici (componente orizzontale e verticale)

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.

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	75

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

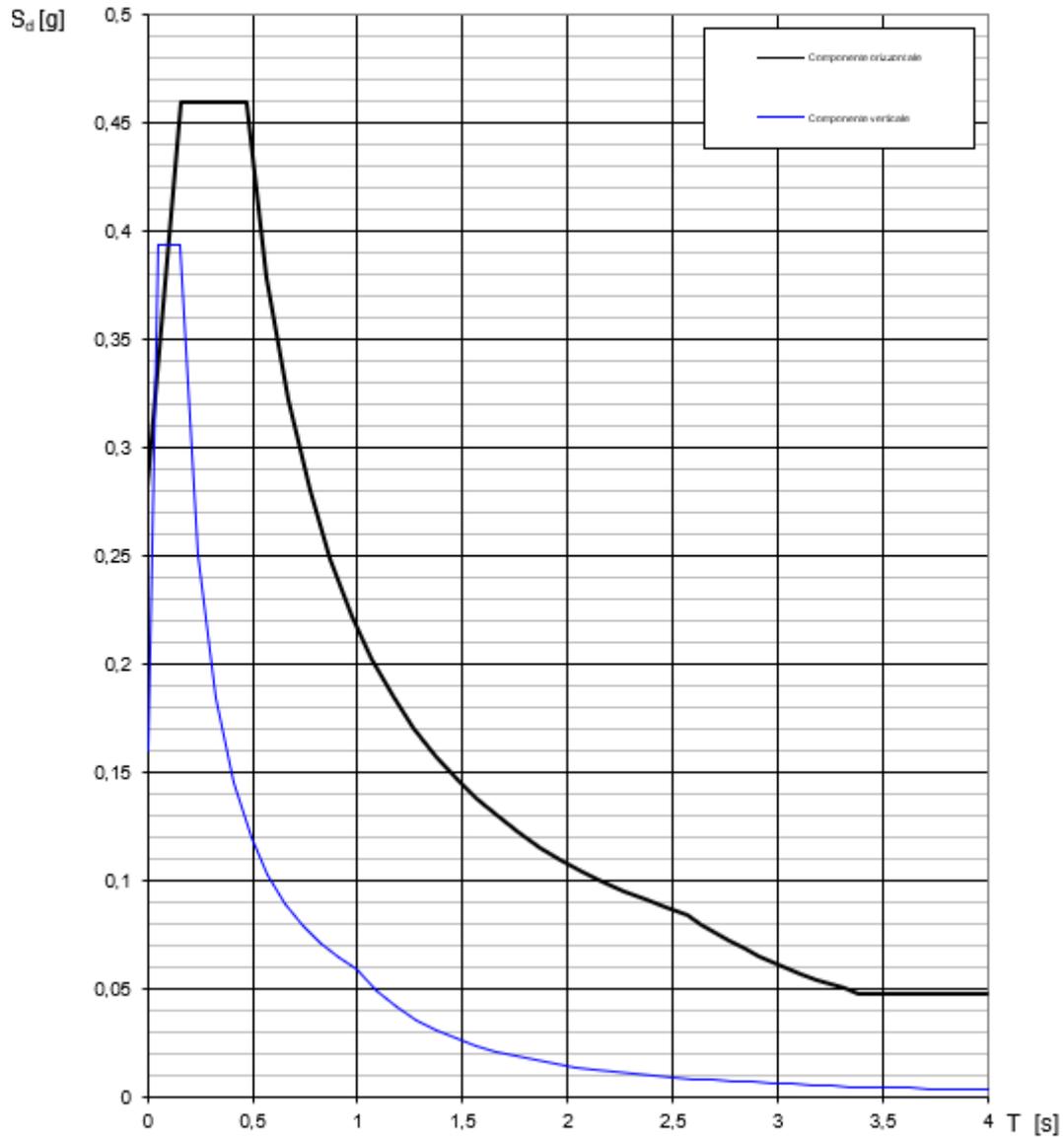


Figura 24- Spettri di risposta di progetto (componente orizzontale e verticale)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	76

7.9.3 Amplificazione sismica di progetto

7.9.3.1 Metodo pseudostatico per muri

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

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

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

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

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

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

7.9.3.2 Azioni inerziali masse

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

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

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

$$G = G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	77

$\Psi_{2j} = 0.2$ 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.

Secondo quanto esposto nelle RdC delle fondazioni, in condizione sismica si sono valutati i seguenti spostamenti alla base:

$$v_{a, \text{fond}} = 20 \text{ mm}$$

$$\varphi_{\text{fond}} = 0.2 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

Considerando un'altezza complessiva della spalla pari a $H_{\text{tot}} = H_{\text{fond}} + H_{\text{elev}} + H_{\text{parag}} = 11.1 \text{ m}$, restano individuati i seguenti spostamenti in testa:

$$v_{a,01} = v_{a, \text{fond}} = 20 \text{ mm}$$

$$v_{a,02} = H_{\text{tot}} \cdot \tan(\varphi_{\text{fond}}) = 2.22 \text{ mm}$$

$$v_{a, \text{tot}} = v_{a,01} + v_{a,02} = 22.22 \text{ mm}$$

Si evince come il diagramma di spostamento sia approssimabile a quello rettangolare indicato al punto b) della tabella C.1 dell'EC7 in.

Considerando che il rapporto tra $v_{a, \text{tot}}/H_{\text{tot}} = 0.18\%$, in condizione di terreno denso, è maggiore dei valori minimi offerti da EC7, si afferma che la spinta attiva efficace del terreno è completamente mobilitata.

Sulla base di queste considerazioni ne deriva che la massa di terreno spingente sul corpo spalla imprime un regime di spostamento durante l'evento sismico tale da mobilitare le condizioni di spinta attiva, da cui l'applicabilità del metodo di Mononobe-Okabe.

7.9.4.1 Azioni inerziali masse

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

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

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

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

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

$$K_a \quad \text{coefficiente di spinta attiva statico}$$

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	78

$$H^* = H + \Delta H$$

$$\Delta H = 0$$

$$\gamma^*(z)$$

$$\varphi$$

$$\delta$$

$$\psi = 90^\circ$$

$$\beta$$

$$k_h$$

$$k_v$$

$$\Theta = \arctan(k_h / (1 \pm k_v))$$

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

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

altezza della parete di spinta dal fondo scavo

incremento dell'altezza della parete di spinta dal fondo scavo

peso specifico del terreno

angolo attrito del terreno

attrito tra terreno e parete

angolo tra parete di spinta e piano orizzontale

angolo inclinazione tra profilo e piano orizzontale

coefficiente di amplificazione orizzontale

coefficiente di amplificazione verticale

terreni sopra falda $\gamma^* = \gamma_{sat}$

terreni sotto falda $\gamma^* = \gamma'$

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

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

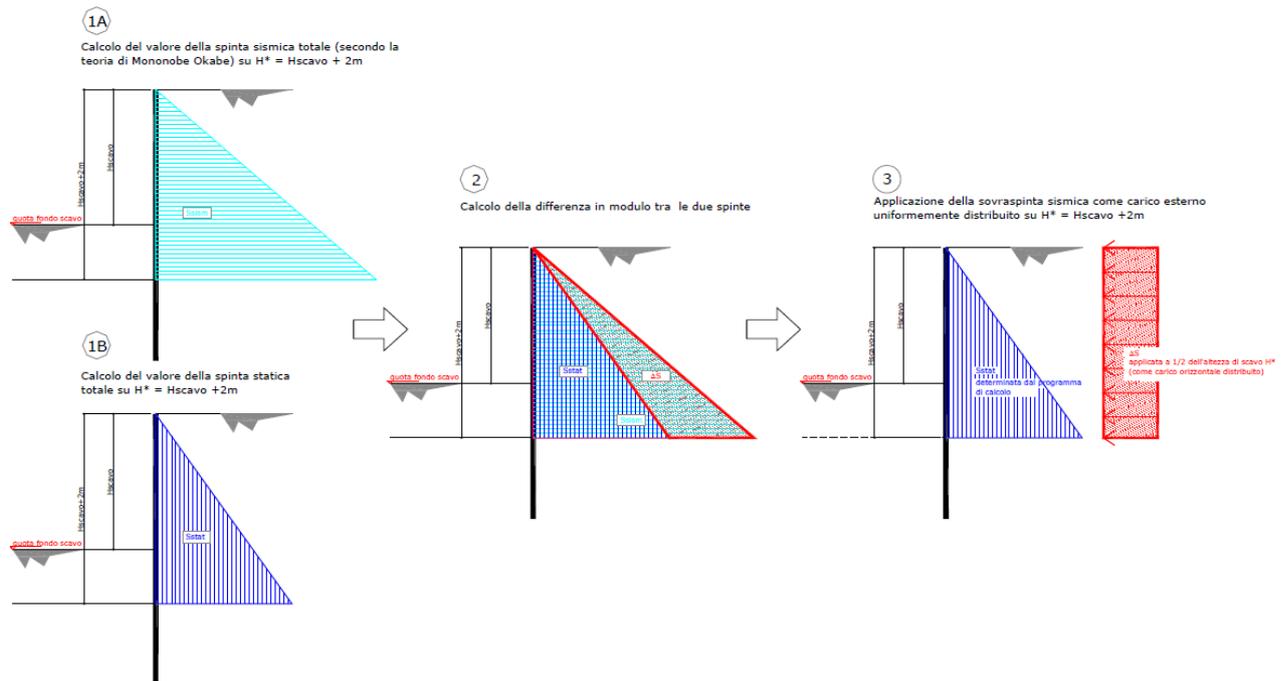


Figura 25 - Schema di calcolo sovraspinte dinamiche terreno

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.T.F.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 04			PROGR 001

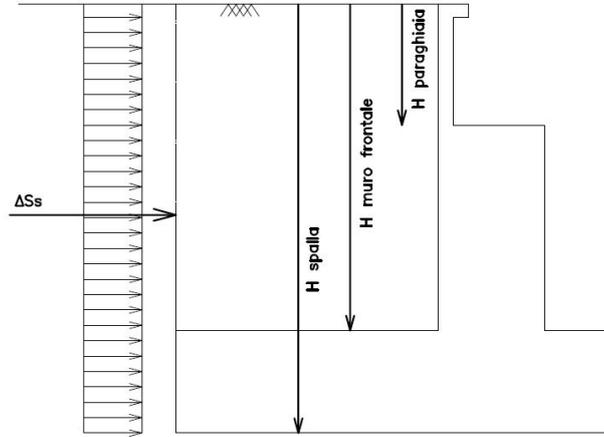


Figura 26: Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica

7.9.4.2 Spinta attiva in Excel®

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	80

7.10 VARIAZIONI TERMICHE (Q₇)

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

La variazione termica è definita secondo quanto riportato nel § 2.5.1.4.4.1 del “Manuale di progettazione delle opere civili parte II - sezione 2- ponti e strutture” che riprende il § 5.2.2.5.2 delle NTC08.

La variazione termica uniforme volumetrica da considerare per l’impalcato risulta $\pm 15^\circ$, ai fini della valutazione delle escursioni dei giunti e degli appoggi mobili viene incrementata del 50% per una variazione totale di calcolo di $\pm 22.5^\circ\text{C}$.

7.11 ATTRITO (Q₈)

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

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

$$Q8 F_{a,G} = f \cdot (\sum V_{G,i})$$

$$Q8 F_{a,Q} = f \cdot (\sum V_{Q,i})$$

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 04			PROGR 001

7.12 SCARICHI AGLI APPOGGI

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

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

IMPALCATO CAP L=25m	Lato Appoggi Fissi											
	Appoggio 1 (M)			Appoggio 2 (F)			Appoggio 3 (F)			Appoggio 4 (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	-3,62	-0,60	0,00	-1,21	-0,60	0,00	1,21	-0,60	0,00	3,62	-0,60
	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Permanenti												
G1 (peso proprio)	0	0	1075	0	0	475	0	0	475	0	0	1075
Ballast												
G2,1 (ballast)	0	0	325	0	0	500	0	0	500	0	0	325
Perm. non strutturali												
G2,2 (velette)	0	0	225	0	0	-138	0	0	-138	0	0	225
G2,3 (arredi)	0	0	425	0	0	-225	0	0	-225	0	0	425
G2,4 (barriere)	0	0	575	0	0	-325	0	0	-325	0	0	575
Q8 Fa,G (attrito)	79	0	0	9	0	0	9	0	0	79	0	0
Accidentali da traffico												
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-15	0	0	253	0	0	520	0	0	788
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	0	0	520	0	0	253	0	0	-15
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	0	0	283	0	0	565	0	0	848
Q3,a B1-SW2 (avv)	0	0	0	-275	0	-20	1100	0	-40	0	0	-60
Q3,a B1-LM71 (avv)	0	0	0	-303	0	-22	1210	0	-44	0	0	-66
Q3,a B2-LM71 (avv)	0	0	-66	1210	0	-44	-303	0	-22	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	-292	0	-21	1167	0	-42	0	0	-63
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-183	0	-13	733	0	-27	0	0	-40
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-40	733	0	-27	-183	0	-13	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-25	0	30	-8	0	30	8	0	0	25
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-63	0	76	-21	0	76	21	0	0	63
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-63	0	76	-21	0	76	21	0	0	63
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	0	50	-14	0	50	14	0	0	41
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	0	55	-15	0	55	15	0	0	45
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	0	55	-15	0	55	15	0	0	45
Q8 Fa,Q (attrito)	24	0	0	16	0	0	17	0	0	25	0	0
Effetti ambientali												
Q6 (vento)	0	0	-29	0	117	25	0	117	78	0	0	132

Tabella 21 – Scarichi caratteristici agli appoggi della spalla fissa

VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	82

SPALLA S1

SPALLA S2

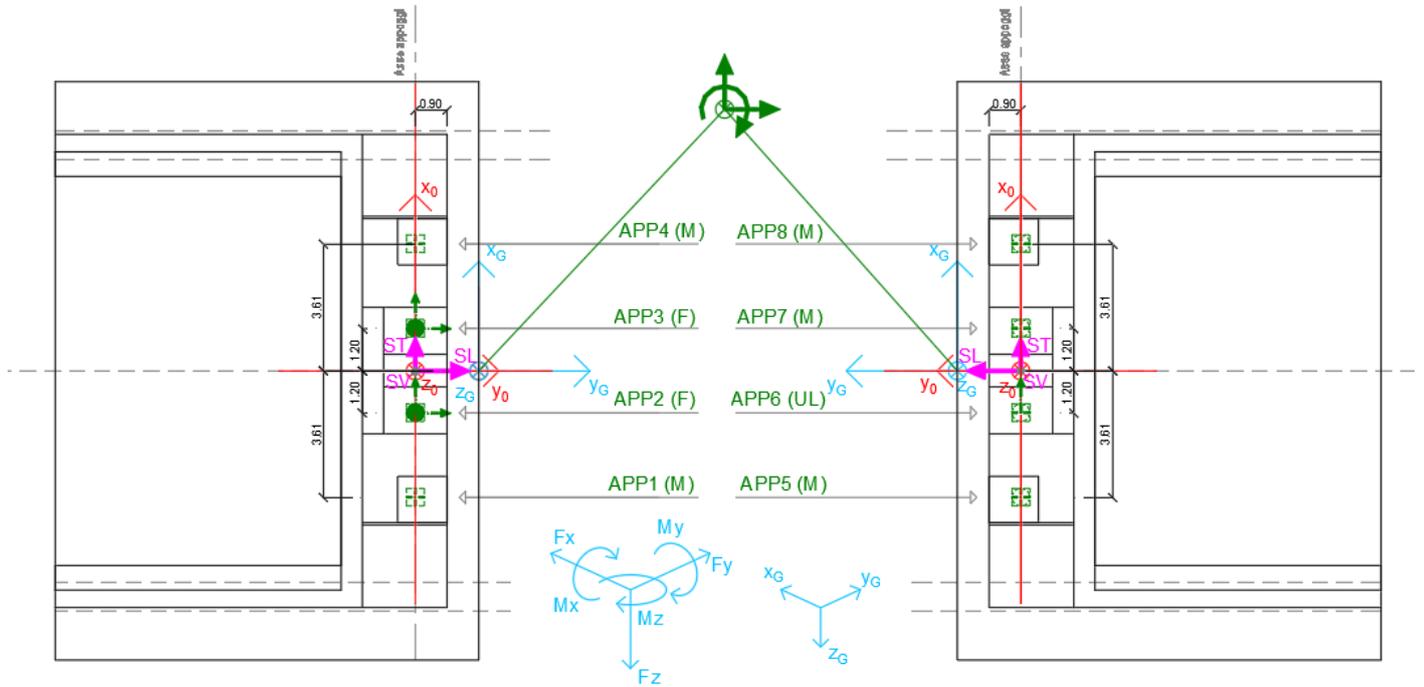


Figura 27- - Schema dei vincoli a terra impalcato

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	83

8. COMBINAZIONI DI CARICO

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

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

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	gr ₁	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	0,0
Gruppi di carico	gr ₂	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	-
	gr ₃	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	0,0
	gr ₄	1,00	1,00 ⁽²⁾	0,0
Azioni del vento	F _{wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0
Azioni termiche	T _k	0,60	0,60	0,50

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

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

Tabella 22 – Combinazioni di carico

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	84

8.1 COMBINAZIONI DI CARICO ADOTTATE

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

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

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

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

Nella figura successiva vengono esplicitate le tipologie di combinazioni utilizzate:

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

Figura 28 - Tipologie di combinazioni di carico

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	85

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2v-Perm. non str. vari	Gk3a-Traffico 1	Gk3a-Traffico 2	Gk3a-Traffico 3	Gk3f-Traffico 1	Gk3f-Traffico 2	Gk3f-Traffico 3	Gk4-Traffico 1	Gk4-Traffico 2	Gk4-Traffico 3	Gk5-Traffico 1	Gk5-Traffico 2	Gk5-Traffico 3	Gk6 vento-Q6 (vento)	Gk1-Traffico 1	Gk1-Traffico 2	Gk1-Traffico 3	Gk2g attrito-Q8 Fa,G (attrito)	Gk2q attrito-Q8 Fa,Q (attrito)
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,35	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,35	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	1	3	SLU3	1,35	1,50	1,35	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	2	4	SLU4	1,35	1,50	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	1	5	SLU5	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	2	6	SLU6	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	3	7	SLU7	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	4	8	SLU8	1,00	1,00	1,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	3	9	SLU9	1,00	1,00	1,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	4	10	SLU10	1,00	1,00	1,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	3	11	SLU11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	4	12	SLU12	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	5	13	SLU13	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
SLU	5	14	SLU14	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLU	5	15	SLU15	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
SLU	5	16	SLU16	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLU	6	17	SLU17	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,73
SLU	6	18	SLU18	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	-0,73
SLE RA	7	19	RA1	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	8	20	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	7	21	RA3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	8	22	RA4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	7	23	RA5	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50
SLE RA	8	24	RA6	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,60	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50
SLE RA	7	25	RA7	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	8	26	RA8	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	7	27	RA9	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	8	28	RA10	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	7	29	RA11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	1,00	-1,00	-0,50
SLE RA	8	30	RA12	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,60	0,00	0,00	1,00	-1,00	-0,50
SLE RA	9	31	RA13	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLE RA	9	32	RA14	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLE RA	9	33	RA15	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
SLE QP	10	34	QP1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	11	35	QP2	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLE QP	11	36	QP3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00

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

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	86

9. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

9.1 ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO

9.1.1 Stati Limite Ultimi strutturali (SLU STR)

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

$$E_d \leq R_d$$

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

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

$Y_F \cdot F_k$ Azioni di progetto

X_k / Y_M Proprietà del materiale di progetto

a_d Geometria di progetto

Y_M Coefficiente parziale di sicurezza del materiale

9.1.1.1 Verifica a presso/tenso flessione

Come previsto al §4.1.2.1.2.4 delle [12] con riferimento alla generica sezione, la verifica di resistenza allo SLU si esegue controllando che:

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

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

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

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

9.1.1.2 Verifica a taglio

Secondo quanto previsto §4.1.2.1.3 delle [12], indicato con V_{Ed} il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente allo SLU, si verifica in generale che risulti:

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

Elementi senza armature resistenti a taglio

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

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

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

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

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

d Altezza utile della sezione (mm)

b_w Larghezza minima della sezione (mm)

Elementi provvisti di armature resistenti a taglio

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	87

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

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

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

$$\theta$$

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

α

A_{sw}

s

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

α_c

Resistenza di calcolo a taglio

Resistenza a taglio-trazione

Resistenza a taglio-compressione

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

Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto asse elemento

Area dell'armatura trasversale

Interasse tra due armature trasversali consecutive

Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

Coefficienti maggiorativi pari a:

1 per membrature non compresse

$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$ per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 \cdot f_{cd}$

1.25 per $0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} < 0.50 \cdot f_{cd}$

$2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$ per $0.50 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} < f_{cd}$

9.1.1.3 Verifica a punzonamento

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

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

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

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

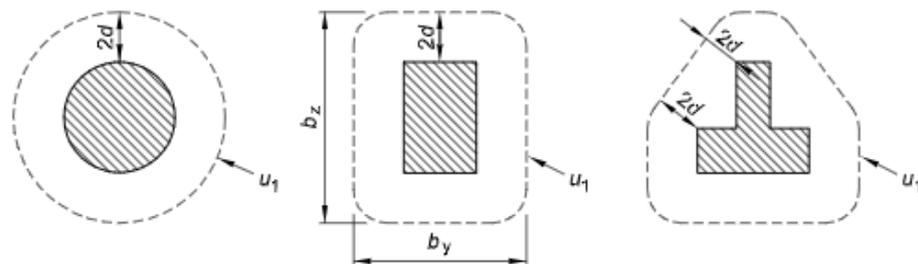
V_{Ed} azione sollecitante di progetto

u_i perimetro della sezione di verifica

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

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

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



VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	88

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

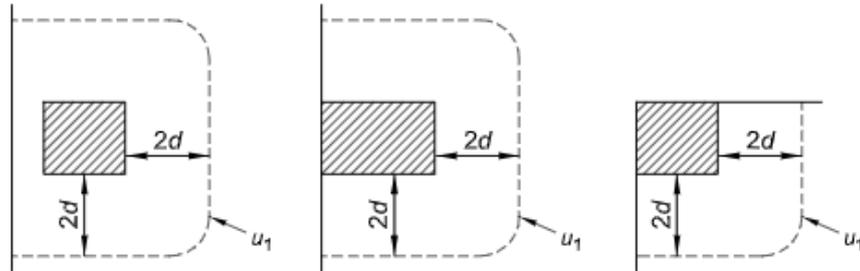


Figura 29 - Schemi aree di carico per diverse geometrie

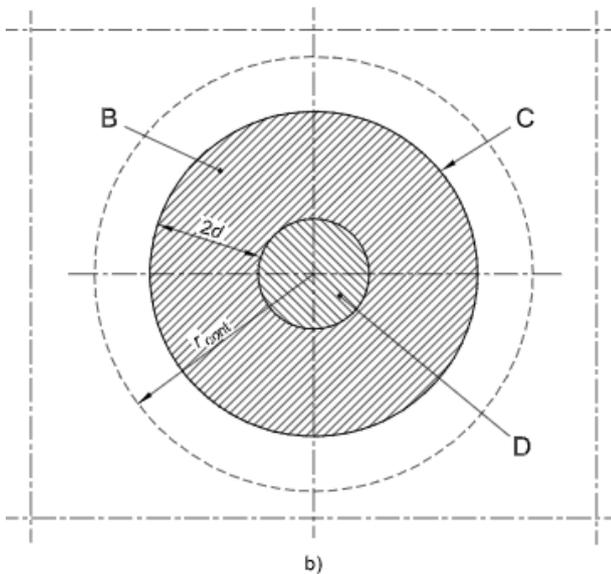
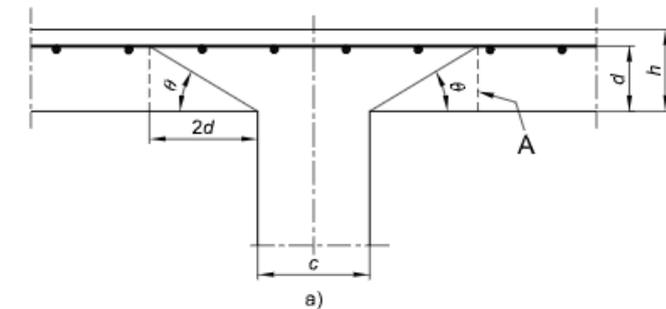


figura 6.12 Modello di verifica a punzonamento allo stato limite ultimo

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 30 – Modello di verifica a punzonamento SLU

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

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	89

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

valore massimo assoluto

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

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

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

ρ_{1y}, ρ_{1z}

percentuale di armatura longitudinale nelle due direzioni principali

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

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

tensioni normali nelle due direzioni principali

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

azioni normali nelle due direzioni principali

A_{cy}, A_{cz}

aree delle due direzioni principali

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

$$k_1 = 0.1$$

(annesso italiano all'Eurocodice)

s_r

passo radiale perimetri di armatura a taglio-punzonamento

A_{sw}

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

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

resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento

α

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

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

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

$$u_0 = \begin{cases} \text{sviluppo del perimetro pilastro} & \text{pilastro interno} \\ = c_2 + 3d \leq c_2 + 2 \cdot c_1 & \text{pilastro di bordo} \\ = 3d \leq c_1 + c_2 & \text{pilastro d'angolo} \end{cases}$$

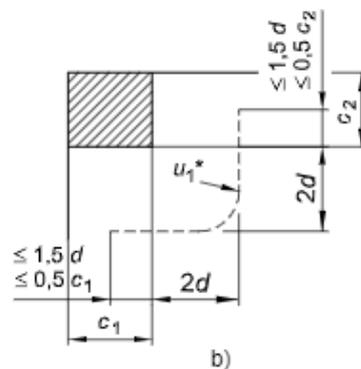
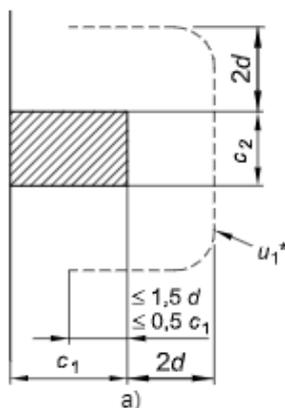


figura 6.20

Perimetro di verifica equivalente u_1 .

Legenda

- a) Pilastro di bordo
- b) Pilastro d'angolo

Figura 31 – 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:

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

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

<p>MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small></p> <p>MANDANTI HYpro S.P.A.</p>	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>																						
<p>VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:</p> <p>Relazione di calcolo Spalla S1</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC</th> <th colspan="3">OPERA 7 DISCIPLINA</th> <th>PROGR</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> <tr> <td>LI0B</td> <td>02</td> <td>E</td> <td>ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI</td> <td>15</td> <td>04</td> <td>001</td> <td>C</td> <td>90</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	90
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO													
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	90													

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

9.1.2.1 Limiti tensionali in esercizio

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

$$E_d \leq C_d$$

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

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

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

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

9.1.2.2 Verifiche agli Stati Limite di Fessurazione

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

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

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	91

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

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

Tabella 25 - Stati limite di fessurazione secondo NTC 2008

Il calcolo, condotto con riferimento alla procedura analitica prevista al §C4.1.2.2.4 del [15], prevede i seguenti passaggi:

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

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

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

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

Tabella 26 – Riepilogo stati limite di fessurazione di verifica

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	92

10. MODELLO DI CALCOLO

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

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

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

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

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

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

Tabella 27 – Parametri geotecnici terreno di riempimento

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

10.1.1 Condizioni statiche

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

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

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

10.1.2 Condizioni sismiche

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	93

11. ANALISI SPALLA FISSA S1

11.1 AZIONE IMPALCATI

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

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

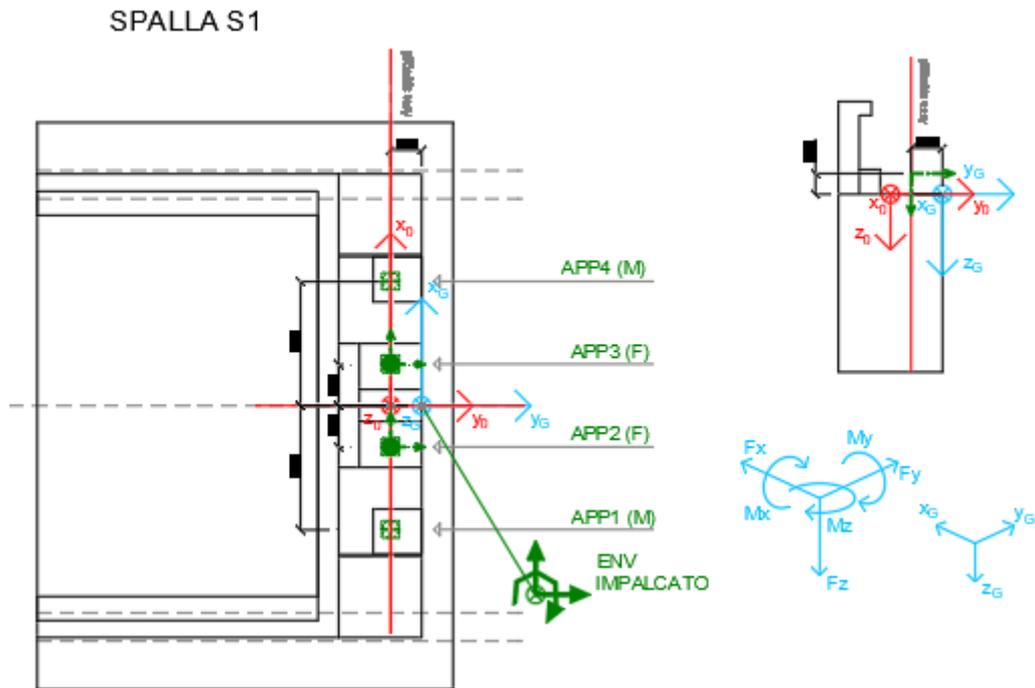


Figura 32 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	94

NOME: SPALLA 1		CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO													
LATO APPOGGI FISSI (IMPALCATO CAP L=25m)															
APPOGGIO 5 (M)	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	1075	-3,62	0,00	-0,60	0	3887	0	0	0	1075	-968	3887	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	-3,62	0,00	-0,60	0	1175	0	0	0	325	-293	1175	0
G2,2 (velette)	0	0	225	-3,62	0,00	-0,60	0	813	0	0	0	225	-203	813	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	-3,62	0,00	-0,60	0	1536	0	0	0	425	-383	1536	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	-3,62	0,00	-0,60	0	2079	0	0	0	575	-518	2079	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	0	-3,62	0,00	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	0	-3,62	0,00	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-66	-3,62	0,00	-0,60	0	-237	0	0	0	-66	59	-237	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	-3,62	0,00	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-3,62	0,00	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-40	-3,62	0,00	-0,60	0	-144	0	0	0	-40	36	-144	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-25	-3,62	0,00	-0,60	0	-90	0	0	0	-25	23	-90	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-63	-3,62	0,00	-0,60	0	-227	0	0	0	-63	57	-227	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-63	-3,62	0,00	-0,60	0	-227	0	0	0	-63	57	-227	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	-3,62	0,00	-0,60	0	-149	0	0	0	-41	37	-149	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	0,00	-0,60	0	-164	0	0	0	-45	41	-164	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	0,00	-0,60	0	-164	0	0	0	-45	41	-164	0
Q6 (vento)	0	0	-29	-3,62	0,00	-0,60	0	-106	0	0	0	-29	26	-106	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-15	-3,62	0,00	-0,60	0	-56	0	0	0	-15	14	-56	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	-3,62	0,00	-0,60	0	2850	0	0	0	788	-709	2850	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	-3,62	0,00	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	-3,62	0,00	-0,60	47	0	-285	0	79	0	47	0	-285
Q8 Fa,Q (attrito)	0	24	0	-3,62	0,00	-0,60	14	0	-85	0	24	0	14	0	-85
APPOGGIO 6 (UL)	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	475	-1,21	0,00	-0,60	0	573	0	0	0	475	-428	573	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	-1,21	0,00	-0,60	0	603	0	0	0	500	-450	603	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	-1,21	0,00	-0,60	0	-166	0	0	0	-138	124	-166	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	-1,21	0,00	-0,60	0	-271	0	0	0	-225	203	-271	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	-1,21	0,00	-0,60	0	-392	0	0	0	-325	293	-392	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	-275	-20	-1,21	0,00	-0,60	-165	-24	331	0	-275	-20	-147	-24	331
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	-303	-22	-1,21	0,00	-0,60	-182	-26	365	0	-303	-22	-162	-26	365
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	1210	-44	-1,21	0,00	-0,60	726	-53	-1458	0	1210	-44	765	-53	-1458
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	-292	-21	-1,21	0,00	-0,60	-175	-25	351	0	-292	-21	-156	-25	351
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	-183	-13	-1,21	0,00	-0,60	-110	-16	221	0	-183	-13	-98	-16	221
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	733	-27	-1,21	0,00	-0,60	440	-32	-884	0	733	-27	464	-32	-884
Q4 B1-SW2 (centr)	30	0	-8	-1,21	0,00	-0,60	0	-28	0	30	0	-8	8	-28	27
Q4 B1-LM71 (centr)	76	0	-21	-1,21	0,00	-0,60	0	-71	0	76	0	-21	19	-71	69
Q4 B2-LM71 (centr)	76	0	-21	-1,21	0,00	-0,60	0	-71	0	76	0	-21	19	-71	69
Q5 B1-SW2 (serp)	50	0	-14	-1,21	0,00	-0,60	0	-47	0	50	0	-14	12	-47	45
Q5 B1-LM71 (serp)	55	0	-15	-1,21	0,00	-0,60	0	-51	0	55	0	-15	14	-51	50
Q5 B2-LM71 (serp)	55	0	-15	-1,21	0,00	-0,60	0	-51	0	55	0	-15	14	-51	50
Q6 (vento)	117	0	25	-1,21	0,00	-0,60	0	-40	0	117	0	25	-22	-40	105
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	253	-1,21	0,00	-0,60	0	304	0	0	0	253	-227	304	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	520	-1,21	0,00	-0,60	0	627	0	0	0	520	-468	627	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	283	-1,21	0,00	-0,60	0	340	0	0	0	283	-254	340	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	-1,21	0,00	-0,60	5	0	-10	0	9	0	5	0	-10
Q8 Fa,Q (attrito)	0	16	0	-1,21	0,00	-0,60	9	0	-19	0	16	0	9	0	-19
APPOGGIO 7 (M)	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	475	1,21	0,00	-0,60	0	-573	0	0	0	475	-428	-573	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	1,21	0,00	-0,60	0	-603	0	0	0	500	-450	-603	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	1,21	0,00	-0,60	0	166	0	0	0	-138	124	166	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	1,21	0,00	-0,60	0	271	0	0	0	-225	203	271	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	1,21	0,00	-0,60	0	392	0	0	0	-325	293	392	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	1100	-40	1,21	0,00	-0,60	660	48	1326	0	1100	-40	696	48	1326
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	1210	-44	1,21	0,00	-0,60	726	53	1458	0	1210	-44	765	53	1458
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	-303	-22	1,21	0,00	-0,60	-182	26	-365	0	-303	-22	-162	26	-365
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	1167	-42	1,21	0,00	-0,60	700	51	1406	0	1167	-42	738	51	1406
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	733	-27	1,21	0,00	-0,60	440	32	884	0	733	-27	464	32	884
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	-183	-13	1,21	0,00	-0,60	-110	16	-221	0	-183	-13	-98	16	-221
Q4 B1-SW2 (centr)	30	0	8	1,21	0,00	-0,60	0	-28	0	30	0	8	-8	-28	27
Q4 B1-LM71 (centr)	76	0	21	1,21	0,00	-0,60	0	-71	0	76	0	21	-19	-71	69
Q4 B2-LM71 (centr)	76	0	21	1,21	0,00	-0,60	0	-71	0	76	0	21	-19	-71	69
Q5 B1-SW2 (serp)	50	0	14	1,21	0,00	-0,60	0	-47	0	50	0	14	-12	-47	45
Q5 B1-LM71 (serp)	55	0	15	1,21	0,00	-0,60	0	-51	0	55	0	15	-14	-51	50
Q5 B2-LM71 (serp)	55	0	15	1,21	0,00	-0,60	0	-51	0	55	0	15	-14	-51	50
Q6 (vento)	117	0	78	1,21	0,00	-0,60	0	-165	0	117	0	78	-71	-165	105
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	520	1,21	0,00	-0,60	0	-627	0	0	0	520	-468	-627	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	253	1,21	0,00	-0,60	0	-304	0	0	0	253	-227	-304	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	565	1,21	0,00	-0,60	0	-681	0	0	0	565	-509	-681	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	1,21	0,00	-0,60	5	0	10	0	9	0	5	0	10
Q8 Fa,Q (attrito)	0	17	0	1,21	0,00	-0,60	10	0	20	0	17	0	10	0	20

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	95

APPOGGIO 8 (M)	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	1075	3,62	0,00	-0,60	0	-3887	0	0	0	1075	-968	-3887	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	3,62	0,00	-0,60	0	-1175	0	0	0	325	-293	-1175	0
G2,2 (velette)	0	0	225	3,62	0,00	-0,60	0	-813	0	0	0	225	-203	-813	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	3,62	0,00	-0,60	0	-1536	0	0	0	425	-383	-1536	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	3,62	0,00	-0,60	0	-2079	0	0	0	575	-518	-2079	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-60	3,62	0,00	-0,60	0	216	0	0	0	-60	54	216	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-66	3,62	0,00	-0,60	0	237	0	0	0	-66	59	237	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	0	3,62	0,00	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-63	3,62	0,00	-0,60	0	229	0	0	0	-63	57	229	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-40	3,62	0,00	-0,60	0	144	0	0	0	-40	36	144	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	0	3,62	0,00	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	25	3,62	0,00	-0,60	0	-90	0	0	0	25	-23	-90	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	63	3,62	0,00	-0,60	0	-227	0	0	0	63	-57	-227	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	63	3,62	0,00	-0,60	0	-227	0	0	0	63	-57	-227	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	41	3,62	0,00	-0,60	0	-149	0	0	0	41	-37	-149	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	0,00	-0,60	0	-164	0	0	0	45	-41	-164	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	0,00	-0,60	0	-164	0	0	0	45	-41	-164	0
Q6 (vento)	0	0	132	3,62	0,00	-0,60	0	-478	0	0	0	132	-119	-478	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	788	3,62	0,00	-0,60	0	-2850	0	0	0	788	-709	-2850	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	-15	3,62	0,00	-0,60	0	56	0	0	0	-15	14	56	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	848	3,62	0,00	-0,60	0	-3064	0	0	0	848	-763	-3064	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	3,62	0,00	-0,60	47	0	285	0	79	0	47	0	285
Q8 Fa,Q (attrito)	0	25	0	3,62	0,00	-0,60	15	0	92	0	25	0	15	0	92

Tabella 28 - Riepilogo azioni elementari derivanti dagli scarichi degli impalcati

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trav}			M _{long}			M _{trav}			M _{torc}		
		F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	3101	-2791	0	0	0	0	0	0	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	0	1650	-1485	0	0	0	0	0	0	0	0
Gk2v	G2,2 (arredi vari)	0	0	1075	-968	0	0	0	0	0	0	0	0
Qk3a Avviamento	Traffico 1	0	908	-131	663	264	1823	0	0	0	0	0	0
	Traffico 2	0	825	-119	602	240	1657	0	0	0	0	0	0
	Traffico 3	0	825	-119	602	240	1657	0	0	0	0	0	0
Qk3f Frenatura	Traffico 1	0	550	-80	402	-160	-1105	0	0	0	0	0	0
	Traffico 2	0	550	-80	402	-160	-1105	0	0	0	0	0	0
	Traffico 3	0	875	-127	639	254	1757	0	0	0	0	0	0
Qk4 Centrifuga	Traffico 1	305	0	0	0	-1193	274	0	0	0	0	0	0
	Traffico 2	213	0	0	0	-834	192	0	0	0	0	0	0
	Traffico 3	61	0	0	0	-237	55	0	0	0	0	0	0
Qk5 Serpeggio	Traffico 1	220	0	0	0	-861	198	0	0	0	0	0	0
	Traffico 2	210	0	0	0	-822	189	0	0	0	0	0	0
	Traffico 3	100	0	0	0	-391	90	0	0	0	0	0	0
Qk6 vento	Q6 (vento)	234	0	206	-186	-789	211	0	0	0	0	0	0
Qk1 Treno	Traffico 1	0	0	3092	-2783	0	0	0	0	0	0	0	0
	Traffico 2	0	0	3241	-2917	-176	0	0	0	0	0	0	0
	Traffico 3	0	0	1695	-1526	-3404	0	0	0	0	0	0	0
Qk2g attrito	Q8 Fa,G (attrito)	0	175	0	105	0	0	0	0	0	0	0	0
Qk2q attrito	Q8 Fa,Q (attrito)	0	82	0	49	0	8	0	0	0	0	0	0

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	96

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2, 1 (ballast)	Gk2v-Perm. non str. vari	Gk3a-Traffico 1	Gk3a-Traffico 2	Gk3a-Traffico 3	Gk3f-Traffico 1	Gk3f-Traffico 2	Gk3f-Traffico 3	Gk4-Traffico 1	Gk4-Traffico 2	Gk4-Traffico 3	Gk5-Traffico 1	Gk5-Traffico 2	Gk5-Traffico 3	Gk6 vento-Q6 (vento)	Gk1-Traffico 1	Gk1-Traffico 2	Gk1-Traffico 3	Gk2g attrito-Q8 Fa,G (attrito)	Gk2q attrito-Q8 Fa,Q (attrito)
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,35	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,35	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	1	3	SLU3	1,35	1,50	1,35	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	2	4	SLU4	1,35	1,50	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	1	5	SLU5	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	2	6	SLU6	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	3	7	SLU7	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	4	8	SLU8	1,00	1,00	1,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	3	9	SLU9	1,00	1,00	1,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	4	10	SLU10	1,00	1,00	1,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	3	11	SLU11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	4	12	SLU12	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	5	13	SLU13	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
SLU	5	14	SLU14	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLU	5	15	SLU15	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
SLU	5	16	SLU16	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLU	6	17	SLU17	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,73
SLU	6	18	SLU18	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	-0,73
SLE RA	7	19	RA1	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	8	20	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	7	21	RA3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	8	22	RA4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	7	23	RA5	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50
SLE RA	8	24	RA6	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,60	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50
SLE RA	7	25	RA7	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	8	26	RA8	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	7	27	RA9	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	8	28	RA10	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	7	29	RA11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	1,00	-1,00	-0,50
SLE RA	8	30	RA12	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,60	0,00	0,00	1,00	-1,00	-0,50
SLE RA	9	31	RA13	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLE RA	9	32	RA14	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLE RA	9	33	RA15	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
SLE QP	10	34	QP1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	11	35	QP2	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLE QP	11	36	QP3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00

Tabella 30 – Combinazioni di carico adottate

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	97

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLU3	12853	824	-3308	1351	-10757	1154
N _{vert} Min	SLU15	5517	-351	1184	175	-4860	-316
V _{trasv} Max	SLU7	10342	972	-3614	1411	-8461	1407
V _{trasv} Min	SLU16	5517	-351	1184	-175	-5070	-316
M _{trasv} Max	SLU15	5517	-351	1184	175	-4860	-316
M _{trasv} Min	SLU5	10578	444	-6200	1587	-8568	2886
V _{long} Max	SLU12	8113	327	-5386	2819	-5610	5257
V _{long} Min	SLU18	5826	0	0	-234	-5384	-6
M _{long} Max	SLU15	5517	-351	1184	175	-4860	-316
M _{long} Min	SLU3	12853	824	-3308	1351	-10757	1154
M _{torc} Max	SLU12	8113	327	-5386	2819	-5610	5257
M _{torc} Min	SLU16	5517	-351	1184	-175	-5070	-316

Tabella 31 – ENV SLU - Azioni totali inviluppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	RA3	9031	564	-2241	1356	-7314	957
N _{vert} Min	RA14	5620	-234	789	-175	-5163	-211
V _{trasv} Max	RA1	8873	665	-2445	1422	-7132	1181
V _{trasv} Min	RA14	5620	-234	789	-175	-5163	-211
M _{trasv} Max	RA14	5620	-234	789	-175	-5163	-211
M _{trasv} Min	RA11	7448	301	-4111	1144	-6017	2998
V _{long} Max	RA6	7399	269	-3887	1916	-5510	3660
V _{long} Min	RA14	5620	-234	789	-175	-5163	-211
M _{long} Max	RA15	5826	0	0	256	-5090	8
M _{long} Min	RA9	9031	564	-2241	844	-7622	941
M _{torc} Max	RA6	7399	269	-3887	1916	-5510	3660
M _{torc} Min	RA14	5620	-234	789	-175	-5163	-211
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	QP3	5826	0	0	175	-5139	0
N _{vert} Min	QP2	5826	0	0	-175	-5348	0
V _{trasv} Max	QP3	5826	0	0	175	-5139	0
V _{trasv} Min	QP2	5826	0	0	-175	-5348	0
M _{trasv} Max	QP3	5826	0	0	175	-5139	0
M _{trasv} Min	QP2	5826	0	0	-175	-5348	0

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	98

V _{long} Max	QP3	5826	0	0	175	-5139	0
V _{long} Min	QP2	5826	0	0	-175	-5348	0
M _{long} Max	QP3	5826	0	0	175	-5139	0
M _{long} Min	QP2	5826	0	0	-175	-5348	0
M _{torc} Max	QP3	5826	0	0	175	-5139	0
M _{torc} Min	QP2	5826	0	0	-175	-5348	0

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	99

11.2 SOLLECITAZIONI ELEVAZIONE

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

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

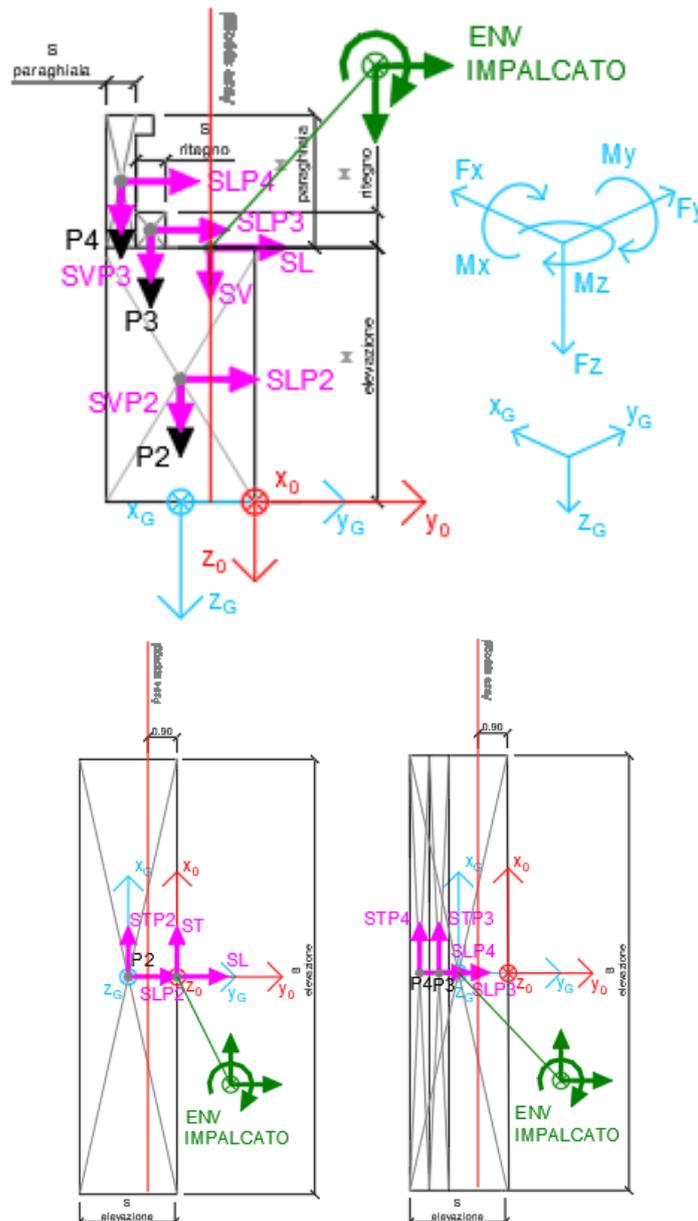


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 04			PROGR 001

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

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

NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO															
PGA orizzontale a _g (g)		0,242		Coeff. sismico orizz. k _h					0,2814			Coeff. spinta attiva sismica k _{aE}					0,3878		
Coeff. stratigrafico S _s		1,163		Coeff. sismico vert. k _v					0,1407										
NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA															
	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)				
Sisma long	SLP2	0	1567	0	0,00	-1,50	-2,75	4310	0	0									
	SLP3	0	52	0	0,00	-2,10	-5,96	313	0	0									
	SLP4	0	177	0	0,00	-2,70	-7,05	1246	0	0									
		0	1796	0			5868	0	0	0	1796	0	0	5868	0				
Sisma trasv	STP2	1567	0	0	0,00	-1,50	-2,75	0	-4310	2351									
	STP3	52	0	0	0,00	-2,10	-5,96	0	-313	110									
	STP4	177	0	0	0,00	-2,70	-7,05	0	-1246	477									
		1796	0	0			0	-5868	2938	1796	0	0	0	-5868	243				
Sisma vert	SVP2	0	0	784	0,00	-1,50	-2,75	-1175	0	0									
	SVP3	0	0	26	0,00	-2,10	-5,96	-55	0	0									
	SVP4	0	0	88	0,00	-2,70	-7,05	-239	0	0									
		0	0	898			-1469	0	0	0	0	898	-122	0	0				
Sisma ballast	SGBH	0	231	0	0,00	-3,00	-4,30	992	0	0									
long		0	231	0			992	0	0	0	231	0	992	0	0				
Sisma terreno	STHL	0	2042	0	0,00	-3,00	-4,30	8779	0	0									
long		0	2042	0			8779	0	0	0	2042	0	8779	0	0				
Sisma impalcato	SL	0	2552	0	0,00	0,00	-5,50	14035	0	0									
long		0	2552	0			14035	0	0	0	2552	0	14035	0	0				
Sisma impalcato	ST	2552	0	0	0,00	0,00	-5,50	0	-14035	0									
trasv		2552	0	0			0	-14035	0	2552	0	0	0	-14035	-3828				
Sisma impalcato	SV	0	0	1276	0,00	0,00	-5,50	0	0	0									
vert		0	0	1276			0	0	0	0	0	1276	1914	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**

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	101

NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				PARAMETRI DI CALCOLO ELEVAZIONE												
H paraghiaia (m)	3,10	H elevazione (m)	5,50	Peso terreno (kN/m3)	20,00			Carico variab. Q LM71 (kPa)			23,15					
S paraghiaia (m)	0,60	S elevazione (m)	3,00	Angolo di attrito terreno (°)	38,00			YG elevazione			0,00					
H ritegno (m)	0,92	B elevazione (m)	13,50	Coeff. spinta attiva statica ka	0,2379			YG elevazione			-1,50					
S ritegno (m)	0,60	Carico perm. Gb ballast (kPa)	9,72	Coeff. spinta riposo statica k0	0,3843			ZG elevazione			0,00					
NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA												
		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
Peso proprio	P2	0	0	5569	0,00	-1,50	-2,75	-8353	0	0						
	P3	0	0	186	0,00	-2,10	-5,96	-391	0	0						
	P4	0	0	628	0,00	-2,70	-7,05	-1695	0	0						
		0	0	6383				-10439	0	0	0	0	6383	-865	0	0
Ballast	GBH	0	434	0	0,00	-3,00	-4,30	1865	0	0						
		0	434	0				1865	0	0	0	434	0	1865	0	0
Spinta terreno	THL	0	3837	0	0,00	-3,00	-2,87	11001	0	0						
		0	3837	0				11001	0	0	0	3837	0	11001	0	0
Sovraccarico long	Q1	0	1033	0	0,00	-3,00	-4,30	4442	0	0						
		0	1033	0				4442	0	0	0	1033	0	4442	0	0
NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO												
		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
ENV	Nvert Max	824	1351	12853	0,00	0,00	-5,50	-10757	-3308	1154	824	1351	12853	15954	-7841	-82
SLU	Nvert Min	-351	175	5517	0,00	0,00	-5,50	-4860	1184	-316	-351	175	5517	4376	3115	211
	Vtrasv Max	972	1411	10342	0,00	0,00	-5,50	-8461	-3614	1407	972	1411	10342	14812	-8958	-51
	Vtrasv Min	-351	-175	5517	0,00	0,00	-5,50	-5070	1184	-316	-351	-175	5517	2244	3115	211
	Mlong Max	-351	175	5517	0,00	0,00	-5,50	-4860	1184	-316	-351	175	5517	4376	3115	211
	Mlong Min	824	1351	12853	0,00	0,00	-5,50	-10757	-3308	1154	824	1351	12853	15954	-7841	-82
	Vlong Max	327	2819	8113	0,00	0,00	-5,50	-5610	-5386	5257	327	2819	8113	22065	-7185	4766
	Vlong Min	0	-234	5826	0,00	0,00	-5,50	-5384	0	-6	0	-234	5826	2068	0	-6
	Mtrasv Max	-351	175	5517	0,00	0,00	-5,50	-4860	1184	-316	-351	175	5517	4376	3115	211
	Mtrasv Min	444	1587	10578	0,00	0,00	-5,50	-8568	-6200	2886	444	1587	10578	16026	-8640	2221
	Mtorc Max	327	2819	8113	0,00	0,00	-5,50	-5610	-5386	5257	327	2819	8113	22065	-7185	4766
	Mtorc Min	-351	-175	5517	0,00	0,00	-5,50	-5070	1184	-316	-351	-175	5517	2244	3115	211
ENV	Nvert Max	564	1356	9031	0,00	0,00	-5,50	-7314	-2241	957	564	1356	9031	13693	-5341	112
SLA RA	Nvert Min	-234	-175	5620	0,00	0,00	-5,50	-5163	789	-211	-234	-175	5620	2306	2077	140
	Vtrasv Max	665	1422	8873	0,00	0,00	-5,50	-7132	-2445	1181	665	1422	8873	14000	-6104	183
	Vtrasv Min	-234	-175	5620	0,00	0,00	-5,50	-5163	789	-211	-234	-175	5620	2306	2077	140
	Mtrasv Max	-234	-175	5620	0,00	0,00	-5,50	-5163	789	-211	-234	-175	5620	2306	2077	140
	Mtrasv Min	301	1144	7448	0,00	0,00	-5,50	-6017	-4111	2998	301	1144	7448	11450	-5768	2547
	Vlong Max	269	1916	7399	0,00	0,00	-5,50	-5510	-3887	3660	269	1916	7399	16124	-5366	3257
	Vlong Min	-234	-175	5620	0,00	0,00	-5,50	-5163	789	-211	-234	-175	5620	2306	2077	140
	Mlong Max	0	256	5826	0,00	0,00	-5,50	-5090	0	8	0	256	5826	5060	0	8
	Mlong Min	564	844	9031	0,00	0,00	-5,50	-7622	-2241	941	564	844	9031	10565	-5341	96
	Mtorc Max	269	1916	7399	0,00	0,00	-5,50	-5510	-3887	3660	269	1916	7399	16124	-5366	3257
	Mtorc Min	-234	-175	5620	0,00	0,00	-5,50	-5163	789	-211	-234	-175	5620	2306	2077	140
ENV	Nvert Max	0	175	5826	0,00	0,00	-5,50	-5139	0	0	0	175	5826	4562	0	0
SLE QP	Nvert Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-5,50	-5348	0	0	0	-175	5826	2429	0	0
	Vtrasv Max	0	175	5826	0,00	0,00	-5,50	-5139	0	0	0	175	5826	4562	0	0
	Vtrasv Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-5,50	-5348	0	0	0	-175	5826	2429	0	0
	Mtrasv Max	0	175	5826	0,00	0,00	-5,50	-5139	0	0	0	175	5826	4562	0	0
	Mtrasv Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-5,50	-5348	0	0	0	-175	5826	2429	0	0
	Vlong Max	0	175	5826	0,00	0,00	-5,50	-5139	0	0	0	175	5826	4562	0	0
	Vlong Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-5,50	-5348	0	0	0	-175	5826	2429	0	0
	Mlong Max	0	175	5826	0,00	0,00	-5,50	-5139	0	0	0	175	5826	4562	0	0
	Mlong Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-5,50	-5348	0	0	0	-175	5826	2429	0	0
	Mtorc Max	0	175	5826	0,00	0,00	-5,50	-5139	0	0	0	175	5826	4562	0	0
	Mtorc Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-5,50	-5348	0	0	0	-175	5826	2429	0	0

Tabella 34 – Riepilogo azioni elementari statiche

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	102

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv}	V _{long}	N _{vert}	M _{long}	M _{trasv}	M _{torc}
		F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	6383	-865	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	434	0	1865	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	3837	0	11001	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	824	1351	12853	15954	-7841	-82
	Nvert Min	-351	175	5517	4376	3115	211
	Vtrasv Max	972	1411	10342	14812	-8958	-51
	Vtrasv Min	-351	-175	5517	2244	3115	211
	Mtrasv Max	-351	175	5517	4376	3115	211
	Mtrasv Min	824	1351	12853	15954	-7841	-82
	Vlong Max	327	2819	8113	22065	-7185	4766
	Vlong Min	0	-234	5826	2068	0	-6
	Mlong Max	-351	175	5517	4376	3115	211
	Mlong Min	444	1587	10578	16026	-8640	2221
	Mtorc Max	327	2819	8113	22065	-7185	4766
	Mtorc Min	-351	-175	5517	2244	3115	211
SLE RA Impalcato	Nvert Max	564	1356	9031	13693	-5341	112
	Nvert Min	-234	-175	5620	2306	2077	140
	Vtrasv Max	665	1422	8873	14000	-6104	183
	Vtrasv Min	-234	-175	5620	2306	2077	140
	Mtrasv Max	-234	-175	5620	2306	2077	140
	Mtrasv Min	301	1144	7448	11450	-5768	2547
	Vlong Max	269	1916	7399	16124	-5366	3257
	Vlong Min	-234	-175	5620	2306	2077	140
	Mlong Max	0	256	5826	5060	0	8
	Mlong Min	564	844	9031	10565	-5341	96
	Mtorc Max	269	1916	7399	16124	-5366	3257
	Mtorc Min	-234	-175	5620	2306	2077	140
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	175	5826	4562	0	0
	Nvert Min	0	-175	5826	2429	0	0
	Vtrasv Max	0	175	5826	4562	0	0
	Vtrasv Min	0	-175	5826	2429	0	0
	Mtrasv Max	0	175	5826	4562	0	0
	Mtrasv Min	0	-175	5826	2429	0	0
	Vlong Max	0	175	5826	4562	0	0
	Vlong Min	0	-175	5826	2429	0	0
	Mlong Max	0	175	5826	4562	0	0
	Mlong Min	0	-175	5826	2429	0	0
	Mtorc Max	0	175	5826	4562	0	0
	Mtorc Min	0	-175	5826	2429	0	0

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	103

Qk1	Q (acc. Traffico)	0	1033	0	4442	0	0
E	Sisma long	0	6621	0	29674	0	0
Sisma	Sisma trasv	4348	0	0	0	-19903	-3584
	Sisma vert	0	0	2174	1792	0	0

Tabella 35 – Risultanti azioni elementari al centro dell'elevazione G (quota estradosso fondazione)

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	105

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLU6	21470	824	-7841	9256	40525	-82
N _{vert} Min	SLU24	11899	-351	3115	5594	20684	211
V _{trasv} Max	SLU3	18958	972	-8958	9315	39383	-51
V _{trasv} Min	SLU24	11899	-351	3115	5594	20684	211
M _{trasv} Max	SLU2	14133	-351	3115	8079	28947	211
M _{trasv} Min	SLU15	16724	972	-8958	7180	33253	-51
V _{long} Max	SLU7	16729	327	-7185	10724	46636	4766
V _{long} Min	SLU20	12209	0	0	5535	20509	-6
M _{long} Max	SLU7	16729	327	-7185	10724	46636	4766
M _{long} Min	SLU20	12209	0	0	5535	20509	-6
M _{torc} Max	SLU7	16729	327	-7185	10724	46636	4766
M _{torc} Min	SLU13	19236	824	-7841	7120	34395	-82
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLV5	14383	4348	-19903	6432	27256	-3584
N _{vert} Min	SLV6	10035	4348	-19903	6432	23672	-3584
V _{trasv} Max	SLV5	14383	4348	-19903	6432	27256	-3584
V _{trasv} Min	SLV2	11557	1304	-5971	11066	45699	-1075
M _{trasv} Max	SLV1	12861	1304	-5971	11066	46774	-1075
M _{trasv} Min	SLV6	10035	4348	-19903	6432	23672	-3584
V _{long} Max	SLV1	12861	1304	-5971	11066	46774	-1075
V _{long} Min	SLV6	10035	4348	-19903	6432	23672	-3584
M _{long} Max	SLV1	12861	1304	-5971	11066	46774	-1075
M _{long} Min	SLV6	10035	4348	-19903	6432	23672	-3584
M _{torc} Max	SLV1	12861	1304	-5971	11066	46774	-1075
M _{torc} Min	SLV6	10035	4348	-19903	6432	23672	-3584

Tabella 37 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	106

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	RA1	15414	564	-5341	6660	30135	112
N _{vert} Min	RA12	12003	-234	2077	5129	18748	140
V _{trasv} Max	RA3	15256	665	-6104	6726	30442	183
V _{trasv} Min	RA12	12003	-234	2077	5129	18748	140
M _{trasv} Max	RA12	12003	-234	2077	5129	18748	140
M _{trasv} Min	RA3	15256	665	-6104	6726	30442	183
V _{long} Max	RA7	13782	269	-5366	7220	32566	3257
V _{long} Min	RA12	12003	-234	2077	5129	18748	140
M _{long} Max	RA7	13782	269	-5366	7220	32566	3257
M _{long} Min	RA12	12003	-234	2077	5129	18748	140
M _{torc} Max	RA7	13782	269	-5366	7220	32566	3257
M _{torc} Min	RA9	12209	0	0	5560	21502	8
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	QP1	12209	0	0	4446	16562	0
N _{vert} Min	QP12	12209	0	0	4096	14430	0
V _{trasv} Max	QP1	12209	0	0	4446	16562	0
V _{trasv} Min	QP12	12209	0	0	4096	14430	0
M _{trasv} Max	QP1	12209	0	0	4446	16562	0
M _{trasv} Min	QP12	12209	0	0	4096	14430	0
V _{long} Max	QP1	12209	0	0	4446	16562	0
V _{long} Min	QP12	12209	0	0	4096	14430	0
M _{long} Max	QP1	12209	0	0	4446	16562	0
M _{long} Min	QP12	12209	0	0	4096	14430	0
M _{torc} Max	QP1	12209	0	0	4446	16562	0
M _{torc} Min	QP12	12209	0	0	4096	14430	0

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

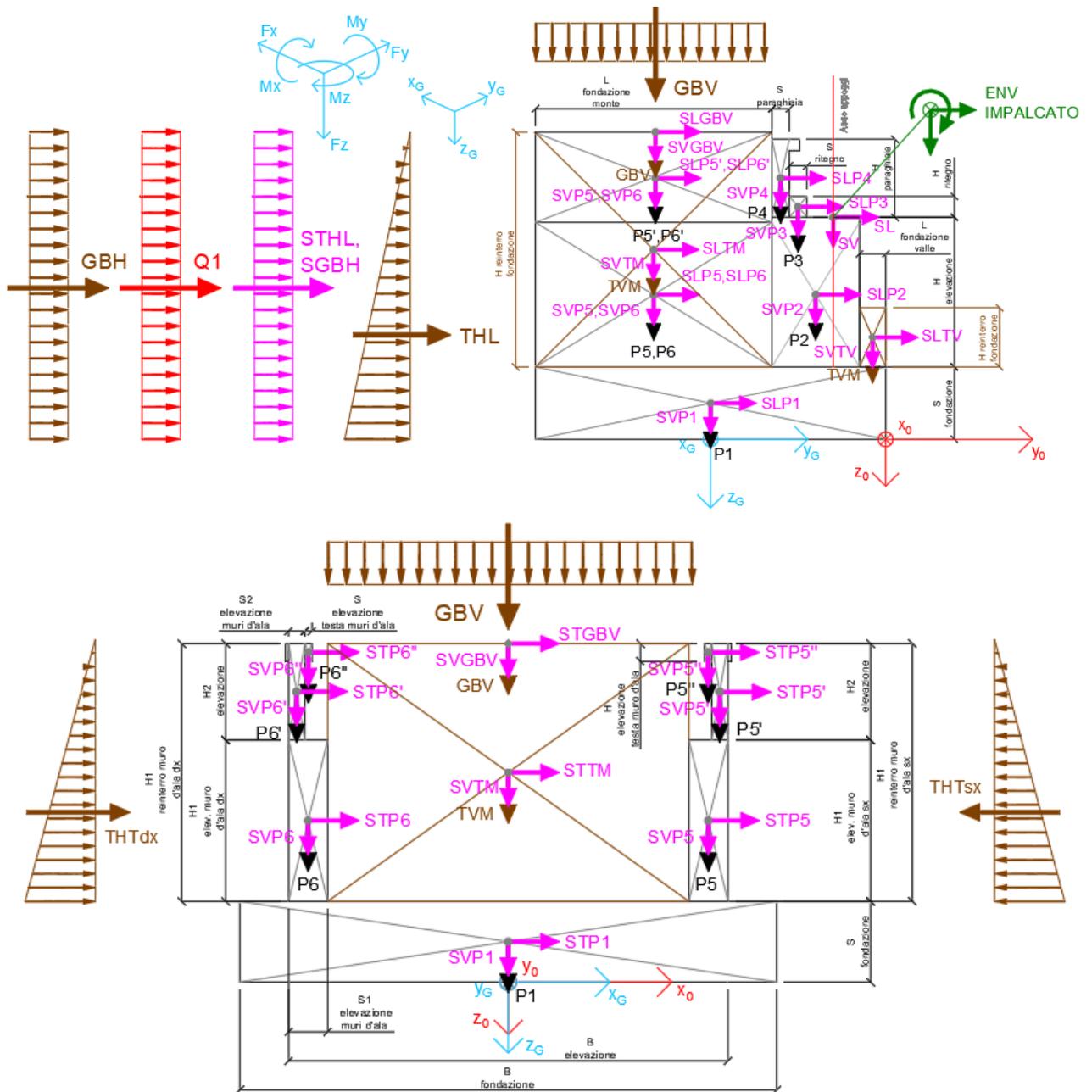
**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	107

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 inviluppi di azioni totali ricavate a testa elevazione.

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



**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	108

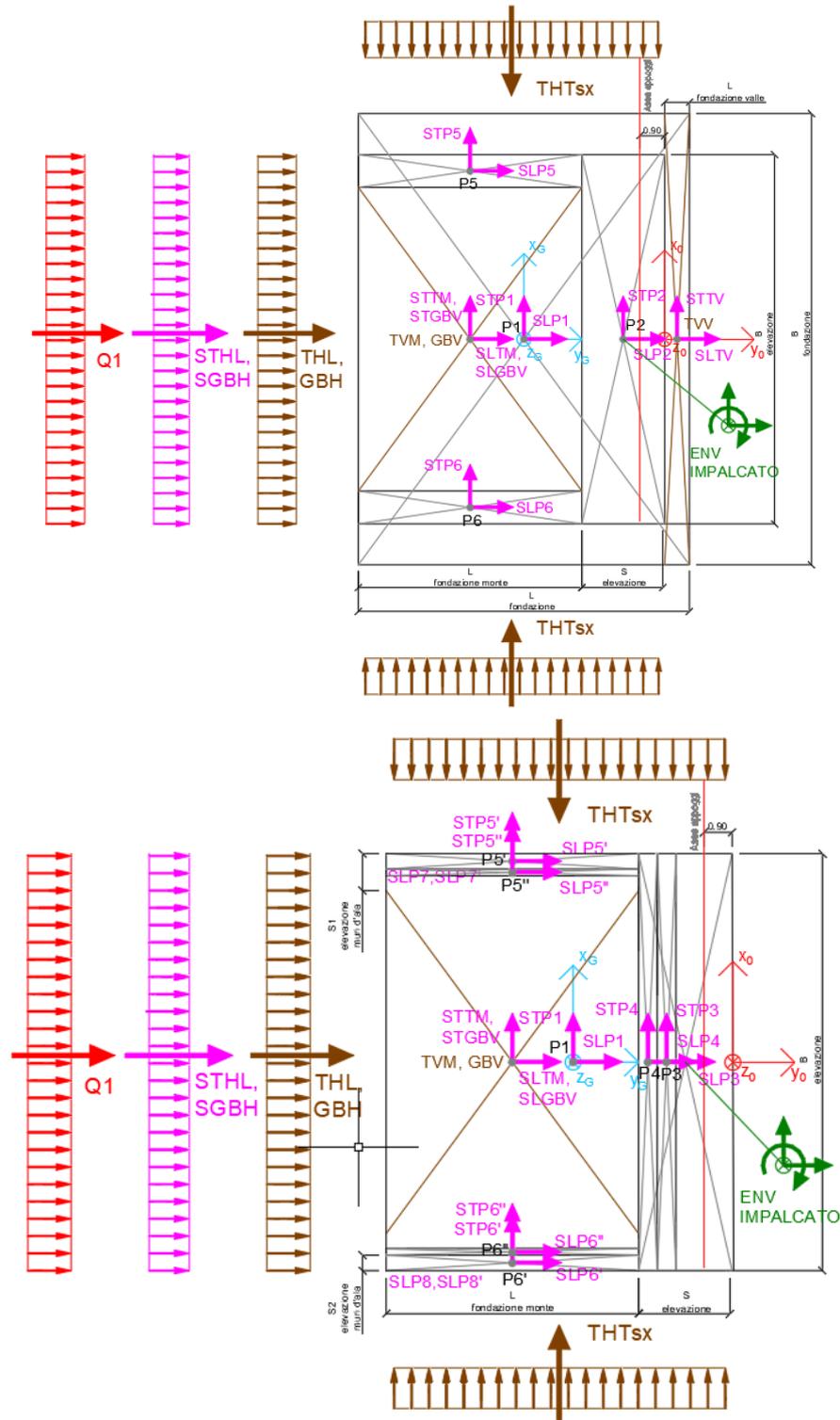


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	109

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.

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	110

NOME: FONDAZIONE SPALLA 1		CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO															
PGA orizzontale a _g (g)		0,242		Coeff. sismico orizz. k _h				0,2814		Coeff. spinta attiva sismica k _{aE}			0,3878				
Coeff. stratigrafico SS		1,163		Coeff. sismico vert. k _v				0,1407									
NOME: FONDAZIONE SPALLA 1		CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA															
		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)	
Sisma long	SLP1	0	3483	0	0,00	-6,00	-1,25	4354	0	0							
	SLP2	0	1567	0	0,00	-2,40	-5,25	8228	0	0							
	SLP3	0	52	0	0,00	-3,00	-8,46	444	0	0							
	SLP4	0	177	0	0,00	-3,60	-9,55	1687	0	0							
	SLP5	0	376	0	6,15	-7,95	-5,25	1975	0	2313							
	SLP5'	0	95	0	6,50	-7,95	-9,66	914	0	615							
	SLP5*	0	7	0	6,36	-7,95	-11,05	76	0	44							
	SLP6	0	376	0	-6,15	-7,95	-5,25	1975	0	-2313							
	SLP6'	0	95	0	-6,50	-7,95	-9,66	914	0	-615							
	SLP6*	0	7	0	-6,36	-7,95	-11,05	76	0	-44							
	SLP7	0	0	0	6,50	-12,00	-11,32	0	0	0							
	SLP7'	0	0	0	6,50	-12,00	-11,32	0	0	0							
	SLP8	0	0	0	-6,50	-12,00	-11,32	0	0	0							
	SLP8'	0	0	0	-6,50	-12,00	-11,32	0	0	0							
			0	6235	0				20643	0	0	0	6235	0	20643	0	0
	Sisma trasv	STP1	3483	0	0	0,00	-6,00	-1,25	0	-4354	20897						
STP2		1567	0	0	0,00	-2,40	-5,25	0	-8228	3762							
STP3		52	0	0	0,00	-3,00	-8,46	0	-444	157							
STP4		177	0	0	0,00	-3,60	-9,55	0	-1687	636							
STP5		376	0	0	6,15	-7,95	-5,25	0	-1975	2990							
STP5'		95	0	0	6,50	-7,95	-9,66	0	-914	752							
STP5*		7	0	0	6,36	-7,95	-11,05	0	-76	55							
STP6		376	0	0	-6,15	-7,95	-5,25	0	-1975	2990							
STP6'		95	0	0	-6,50	-7,95	-9,66	0	-914	752							
STP6*		7	0	0	-6,36	-7,95	-11,05	0	-76	55							
STP7		0	0	0	6,50	-12,00	-11,32	0	0	0							
STP7'		0	0	0	6,50	-12,00	-11,32	0	0	0							
STP8		0	0	0	-6,50	-12,00	-11,32	0	0	0							
STP8'		0	0	0	-6,50	-12,00	-11,32	0	0	0							
			6235	0	0				0	-20643	33047	6235	0	0	0	-20643	-4361
Sisma vert		SVP1	0	0	1741	0,00	-6,00	-1,25	-10449	0	0						
	SVP2	0	0	784	0,00	-2,40	-5,25	-1881	0	0							
	SVP3	0	0	26	0,00	-3,00	-8,46	-79	0	0							
	SVP4	0	0	88	0,00	-3,60	-9,55	-318	0	0							
	SVP5	0	0	188	6,15	-7,95	-5,25	-1495	-1157	0							
	SVP5'	0	0	47	6,50	-7,95	-9,66	-376	-307	0							
	SVP5*	0	0	3	6,36	-7,95	-11,05	-27	-22	0							
	SVP6	0	0	188	-6,15	-7,95	-5,25	-1495	1157	0							
	SVP6'	0	0	47	-6,50	-7,95	-9,66	-376	307	0							
	SVP6*	0	0	3	-6,36	-7,95	-11,05	-27	22	0							
	SVP7	0	0	0	6,50	-12,00	-11,32	0	0	0							
	SVP7'	0	0	0	6,50	-12,00	-11,32	0	0	0							
	SVP8	0	0	0	-6,50	-12,00	-11,32	0	0	0							
	SVP8'	0	0	0	-6,50	-12,00	-11,32	0	0	0							
			0	0	3117				-16523	0	0	0	0	3117	2180	0	0
	Sisma ballast long	SLGBV	0	299	0	0,00	-7,95	-11,32	3386	0	0						
SGBH		0	298	0	0,00	-12,00	-5,55	1653	0	0							
		0	597	0				5038	0	0	0	597	0	5038	0	0	
Sisma ballast trasv	STGBV	299	0	0	0,00	-7,95	-11,32	0	-3386	2378							
		299	0	0				0	-3386	2378	299	0	0	0	-3386	583	
Sisma ballast vert	SVGBV	0	0	150	0,00	-7,95	-11,32	-1189	0	0							
		0	0	150				-1189	0	0	0	0	150	-292	0	0	
Sisma terreno long	SLVM	0	4352	0	0,00	-7,95	-6,80	29597	0	0							
	SLVV	0	84	0	0,00	-0,45	-3,00	251	0	0							
	STHL	0	3401	0	0,00	-12,00	-3,70	12584	0	0							
		0	7837	0				42431	0	0	0	7837	0	42431	0	0	
Sisma terreno trasv	STTM	4352	0	0	0,00	-7,95	-6,80	0	-29597	34602							
	STTV	84	0	0	0,00	-0,45	-3,00	0	-251	38							
		4436	0	0				0	-29847	34639	4436	0	0	0	-29847	8023	
Sisma terreno vert	SVTM	0	0	2176	0,00	-7,95	-6,80	-17301	0	0							
	SVTV	0	0	42	0,00	-0,45	-3,00	-19	0	0							
		0	0	2218				-17320	0	0	0	0	2218	-4012	0	0	
Sisma impalcato long	SL	0	2552	0	0,00	-0,90	-8,00	20415	0	0							
		0	2552	0				20415	0	0	0	2552	0	20415	0	0	
Sisma impalcato trasv	ST	2552	0	0	0,00	-0,90	-8,00	0	-20415	2297							
		2552	0	0				0	-20415	2297	2552	0	0	0	-20415	-13014	
Sisma impalcato vert	SV	0	0	1276	0,00	-0,90	-8,00	-1148	0	0							
		0	0	1276				-1148	0	0	0	0	1276	6507	0	0	

Tabella 39 – Riepilogo azioni elementari sismiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	111

NOME: FONDAZIONE SPALLA 1				PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE											
H paragonata (m)	3,10	S fondazione (m)	2,50	S2 elevazione muri d'ala (m)	0,50	H elev. testa muro d'ala (m)	0,55	Carico variabile (kPa)	23,15						
S paragonata (m)	0,60	L fondazione monte (m)	8,10	H1 elev. muro d'ala sx (m)	5,50	H1 orecchia (m)	0,00	Carico ballast (kPa)	9,72						
H ritengo (m)	0,92	L fondazione valle (m)	0,90	H1 elev. muro d'ala dx (m)	5,50	H2 orecchia (m)	0,00								
S ritengo (m)	0,60	L fondazione (m)	12,00	H reintro muro d'ala sx (m)	8,82	S orecchia (m)	0,00								
H elevazione (m)	5,50	B fondazione (m)	16,50	H reintro muro d'ala dx (m)	8,82	Peso terreno (kN/m ³)	20,00	X _G fondazione	0,00						
S elevazione (m)	3,00	H reintro fondaz. valle (m)	1,00	H2 elev. muro d'ala (m)	3,32	Coeff. spinta attiva statica k _a	0,2379	Y _G fondazione	-6,00						
B elevazione (m)	13,50	S1 elevazione muri d'ala (m)	1,20	S elev. testa muri d'ala (m)	0,22	Coeff. spinta riposo statica k ₀	0,3843	Z _G fondazione	0,00						
NOME: FONDAZIONE SPALLA 1				CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA											
	F _{X0} (kN)	F _{Y0} (kN)	F _{Z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{X0} (kNm)	M _{Y0} (kNm)	M _{Z0} (kNm)	F _{XG} (m)	F _{YG} (m)	F _{ZG} (m)	M _{XG} (kNm)	M _{YG} (kNm)	M _{ZG} (kNm)
Peso proprio	P1	0	0	12375	0,00	-6,00	-1,25	-74250	0	0					
	P2	0	0	5569	0,00	-2,40	-5,25	-13365	0	0					
	P3	0	0	186	0,00	-3,00	-8,46	-559	0	0					
	P4	0	0	628	0,00	-3,60	-9,55	-2260	0	0					
	P5	0	0	1337	6,15	-7,95	-5,25	-10625	-8219	0					
	P5*	0	0	336	6,50	-7,95	-9,66	-2672	-2185	0					
	P6*	0	0	25	6,36	-7,95	-11,05	-195	-156	0					
	P6	0	0	1337	-6,15	-7,95	-5,25	-10625	8219	0					
	P6*	0	0	336	-6,50	-7,95	-9,66	-2672	2185	0					
	P6*	0	0	25	-6,36	-7,95	-11,05	-195	156	0					
	P7	0	0	0	6,50	-12,00	-11,32	0	0	0					
	P7*	0	0	0	6,50	-12,00	-11,32	0	0	0					
	P8	0	0	0	-6,50	-12,00	-11,32	0	0	0					
	P8*	0	0	0	-6,50	-12,00	-11,32	0	0	0					
		0	0	22152				-117419	0	0	0	0	22152	15494	0
Ballast	GBV	0	0	1063	0,00	-7,95	-11,32	-8449	0	0	0	0	1063	1034	0
	GBH	0	560	0	0,00	-12,00	-5,55	3106	0	0					
		0	560	1063				-5342	0	0	0	560	1063	1034	0
Spinta terreno	THL	0	6393	0	0,00	-12,00	-3,70	23653	0	0					
	THTsx	5467	0	0	6,75	-6,45	-3,77	0	-20628	35261					
	THTdx	-5467	0	0	-6,75	-6,45	-3,77	0	20628	-35261					
	TVM	0	0	15465	0,00	-7,95	-6,80	-122943	0	0					
	TVV	0	0	297	0,00	-0,45	-3,00	-134	0	0					
		0	6393	15762				-99423	0	0	0	6393	15762	-4854	0
Sovraccarico long	Q1	0	1333	0	0,00	-12,00	-5,55	7399	0	0					
		0	1333	0				7399	0	0	0	1333	0	7399	0
NOME: FONDAZIONE SPALLA 1				CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO											
	F _{X0} (kN)	F _{Y0} (kN)	F _{Z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{X0} (kNm)	M _{Y0} (kNm)	M _{Z0} (kNm)	F _{XG} (m)	F _{YG} (m)	F _{ZG} (m)	M _{XG} (kNm)	M _{YG} (kNm)	M _{ZG} (kNm)
ENV SLU	Nvert Max	824	1351	12853	0,00	-0,90	-8,00	-10757	-3308	1154	824	1351	12853	65604	-9902
	Nvert Min	-351	175	5517	0,00	-0,90	-8,00	-4860	1184	-316	-351	175	5517	24673	3993
	Vtrasv Max	972	1411	10342	0,00	-0,90	-8,00	-8461	-3614	1407	972	1411	10342	55570	-11387
	Vtrasv Min	-351	-175	5517	0,00	-0,90	-8,00	-5070	1184	-316	-351	-175	5517	21667	3993
	Mlong Max	-351	175	5517	0,00	-0,90	-8,00	-4860	1184	-316	-351	175	5517	24673	3993
	Mlong Min	824	1351	12853	0,00	-0,90	-8,00	-10757	-3308	1154	824	1351	12853	65604	-9902
	Vlong Max	327	2819	8113	0,00	-0,90	-8,00	-5610	-5386	5257	327	2819	8113	58319	-8003
	Vlong Min	0	-234	5826	0,00	-0,90	-8,00	-5384	0	-6	0	-234	5826	22457	0
	Mtrasv Max	-351	175	5517	0,00	-0,90	-8,00	-4860	1184	-316	-351	175	5517	24673	3993
	Mtrasv Min	444	1587	10578	0,00	-0,90	-8,00	-8568	-6200	2886	444	1587	10578	58073	-9749
	Mtorc Max	327	2819	8113	0,00	-0,90	-8,00	-5610	-5386	5257	327	2819	8113	58319	-8003
	Mtorc Min	-351	-175	5517	0,00	-0,90	-8,00	-5070	1184	-316	-351	-175	5517	21667	3993
ENV SLE RA	Nvert Max	564	1356	9031	0,00	-0,90	-8,00	-7314	-2241	957	564	1356	9031	49597	-6750
	Nvert Min	-234	-175	5620	0,00	-0,90	-8,00	-5163	789	-211	-234	-175	5620	22100	2662
	Vtrasv Max	665	1422	8873	0,00	-0,90	-8,00	-7132	-2445	1181	665	1422	8873	49498	-7767
	Vtrasv Min	-234	-175	5620	0,00	-0,90	-8,00	-5163	789	-211	-234	-175	5620	22100	2662
	Mtrasv Max	-234	-175	5620	0,00	-0,90	-8,00	-5163	789	-211	-234	-175	5620	22100	2662
	Mtrasv Min	301	1144	7448	0,00	-0,90	-8,00	-6017	-4111	2998	301	1144	7448	41123	-6520
	Vlong Max	269	1916	7399	0,00	-0,90	-8,00	-5510	-3887	3660	269	1916	7399	47549	-6039
	Vlong Min	-234	-175	5620	0,00	-0,90	-8,00	-5163	789	-211	-234	-175	5620	22100	2662
	Mlong Max	0	256	5826	0,00	-0,90	-8,00	-5090	0	8	0	256	5826	26674	0
	Mlong Min	564	844	9031	0,00	-0,90	-8,00	-7622	-2241	941	564	844	9031	45187	-6750
	Mtorc Max	269	1916	7399	0,00	-0,90	-8,00	-5510	-3887	3660	269	1916	7399	47549	-6039
	Mtorc Min	-234	-175	5620	0,00	-0,90	-8,00	-5163	789	-211	-234	-175	5620	22100	2662
ENV SLE QP	Nvert Max	0	175	5826	0,00	-0,90	-8,00	-5139	0	0	0	175	5826	25972	0
	Nvert Min	0	-175	5826	0,00	-0,90	-8,00	-5348	0	0	0	-175	5826	22966	0
	Vtrasv Max	0	175	5826	0,00	-0,90	-8,00	-5139	0	0	0	175	5826	25972	0
	Vtrasv Min	0	-175	5826	0,00	-0,90	-8,00	-5348	0	0	0	-175	5826	22966	0
	Mtrasv Max	0	175	5826	0,00	-0,90	-8,00	-5139	0	0	0	175	5826	25972	0
	Mtrasv Min	0	-175	5826	0,00	-0,90	-8,00	-5348	0	0	0	-175	5826	22966	0
	Vlong Max	0	175	5826	0,00	-0,90	-8,00	-5139	0	0	0	175	5826	25972	0
	Vlong Min	0	-175	5826	0,00	-0,90	-8,00	-5348	0	0	0	-175	5826	22966	0
	Mlong Max	0	175	5826	0,00	-0,90	-8,00	-5139	0	0	0	175	5826	25972	0
	Mlong Min	0	-175	5826	0,00	-0,90	-8,00	-5348	0	0	0	-175	5826	22966	0
	Mtorc Max	0	175	5826	0,00	-0,90	-8,00	-5139	0	0	0	175	5826	25972	0
	Mtorc Min	0	-175	5826	0,00	-0,90	-8,00	-5348	0	0	0	-175	5826	22966	0

Tabella 40 – Riepilogo azioni elementari statiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	112

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv} F _x [kN]	V _{long} F _y [kN]	N _{vert} F _z [kN]	M _{long} M _x [kNm]	M _{trasv} M _y [kNm]	M _{torc} M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	22152	15494	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	560	1063	1034	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	6393	15762	-4854	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	824	1351	12853	65604	-9902	-3050
	Nvert Min	-351	175	5517	24673	3993	1475
	Vtrasv Max	972	1411	10342	55570	-11387	-3549
	Vtrasv Min	-351	-175	5517	21667	3993	1475
	Mtrasv Max	-351	175	5517	24673	3993	1475
	Mtrasv Min	824	1351	12853	65604	-9902	-3050
	Vlong Max	327	2819	8113	58319	-8003	3588
	Vlong Min	0	-234	5826	22457	0	-6
	Mlong Max	-351	175	5517	24673	3993	1475
	Mlong Min	444	1587	10578	58073	-9749	623
	Mtorc Max	327	2819	8113	58319	-8003	3588
Mtorc Min	-351	-175	5517	21667	3993	1475	
SLE RA Impalcato	Nvert Max	564	1356	9031	49597	-6750	-1917
	Nvert Min	-234	-175	5620	22100	2662	983
	Vtrasv Max	665	1422	8873	49498	-7767	-2212
	Vtrasv Min	-234	-175	5620	22100	2662	983
	Mtrasv Max	-234	-175	5620	22100	2662	983
	Mtrasv Min	301	1144	7448	41123	-6520	1462
	Vlong Max	269	1916	7399	47549	-6039	2288
	Vlong Min	-234	-175	5620	22100	2662	983
	Mlong Max	0	256	5826	26674	0	8
	Mlong Min	564	844	9031	45187	-6750	-1933
	Mtorc Max	269	1916	7399	47549	-6039	2288
Mtorc Min	-234	-175	5620	22100	2662	983	
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	175	5826	25972	0	0
	Nvert Min	0	-175	5826	22966	0	0
	Vtrasv Max	0	175	5826	25972	0	0
	Vtrasv Min	0	-175	5826	22966	0	0
	Mtrasv Max	0	175	5826	25972	0	0
	Mtrasv Min	0	-175	5826	22966	0	0
	Vlong Max	0	175	5826	25972	0	0
	Vlong Min	0	-175	5826	22966	0	0
	Mlong Max	0	175	5826	25972	0	0
	Mlong Min	0	-175	5826	22966	0	0
	Mtorc Max	0	175	5826	25972	0	0
Mtorc Min	0	-175	5826	22966	0	0	

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	113

Qk1	Q (acc. Traffico)	0	1333	0	7399	0	0
E	Sisma long	0	17220	0	88527	0	0
Sisma	Sisma trasv	13522	0	0	0	-74290	-8769
	Sisma vert	0	0	6761	4384	0	0

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	115

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLU6	67995	824	-9902	13713	91520	-3050
N _{vert} Min	SLU24	44493	-351	3993	8711	44070	1475
V _{trasv} Max	SLU3	65483	972	-11387	13773	81486	-3549
V _{trasv} Min	SLU24	44493	-351	3993	8711	44070	1475
M _{trasv} Max	SLU6	60658	-351	3993	12537	50589	1475
M _{trasv} Min	SLU24	49318	972	-11387	10297	77973	-3549
V _{long} Max	SLU7	63254	327	-8003	15181	84235	3588
V _{long} Min	SLU20	44802	0	0	8652	44860	-6
M _{long} Max	SLU2	67995	824	-9902	13713	91520	-3050
M _{long} Min	SLU15	44493	-351	3993	8711	44070	1475
M _{torc} Max	SLU7	63254	327	-8003	15181	84235	3588
M _{torc} Min	SLU15	49318	972	-11387	10297	77973	-3549
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLV5	51563	4056	-22287	12293	68589	-2631
N _{vert} Min	SLV6	38042	4056	-22287	12293	59820	-2631
V _{trasv} Max	SLV3	46831	13522	-74290	12293	65520	-8769
V _{trasv} Min	SLV6	38042	4056	-22287	12293	59820	-2631
M _{trasv} Max	SLV1	46831	4056	-22287	24348	127489	-2631
M _{trasv} Min	SLV6	42774	13522	-74290	12293	62889	-8769
V _{long} Max	SLV1	46831	4056	-22287	24348	127489	-2631
V _{long} Min	SLV6	38042	4056	-22287	12293	59820	-2631
M _{long} Max	SLV1	46831	4056	-22287	24348	127489	-2631
M _{long} Min	SLV4	38042	4056	-22287	12293	59820	-2631
M _{torc} Max	SLV5	51563	4056	-22287	12293	68589	-2631
M _{torc} Min	SLV4	42774	13522	-74290	12293	62889	-8769

Tabella 43 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	116

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	RA1	48008	564	-6750	9642	68670	-1917
N _{vert} Min	RA12	44596	-234	2662	8111	41173	983
V _{trasv} Max	RA3	47849	665	-7767	9708	68572	-2212
V _{trasv} Min	RA12	44596	-234	2662	8111	41173	983
M _{trasv} Max	RA1	44596	-234	2662	8111	41173	983
M _{trasv} Min	RA12	47849	665	-7767	9708	68572	-2212
V _{long} Max	RA7	46375	269	-6039	10201	66622	2288
V _{long} Min	RA12	44596	-234	2662	8111	41173	983
M _{long} Max	RA12	48008	564	-6750	9642	68670	-1917
M _{long} Min	RA3	44596	-234	2662	8111	41173	983
M _{torc} Max	RA7	46375	269	-6039	10201	66622	2288
M _{torc} Min	RA3	47849	665	-7767	9708	68572	-2212
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	QP1	44802	0	0	7127	37647	0
N _{vert} Min	QP12	44802	0	0	6778	34640	0
V _{trasv} Max	QP1	44802	0	0	7127	37647	0
V _{trasv} Min	QP12	44802	0	0	6778	34640	0
M _{trasv} Max	QP1	44802	0	0	7127	37647	0
M _{trasv} Min	QP12	44802	0	0	6778	34640	0
V _{long} Max	QP1	44802	0	0	7127	37647	0
V _{long} Min	QP12	44802	0	0	6778	34640	0
M _{long} Max	QP1	44802	0	0	7127	37647	0
M _{long} Min	QP12	44802	0	0	6778	34640	0
M _{torc} Max	QP1	44802	0	0	7127	37647	0
M _{torc} Min	QP12	44802	0	0	6778	34640	0

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	117

11.4 SOLLECITAZIONI MURO PARAGHIAIA

In analogia con quanto svolto per gli scarichi di impalcato, sempre mediante foglio di calcolo, si sono valutate le singole azioni caratteristiche permanenti strutturali (G_{k1}), non strutturali (G_{k2}) e accidentali (Q_{ki}) applicate al muro paraghiaia della spalla, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi.

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

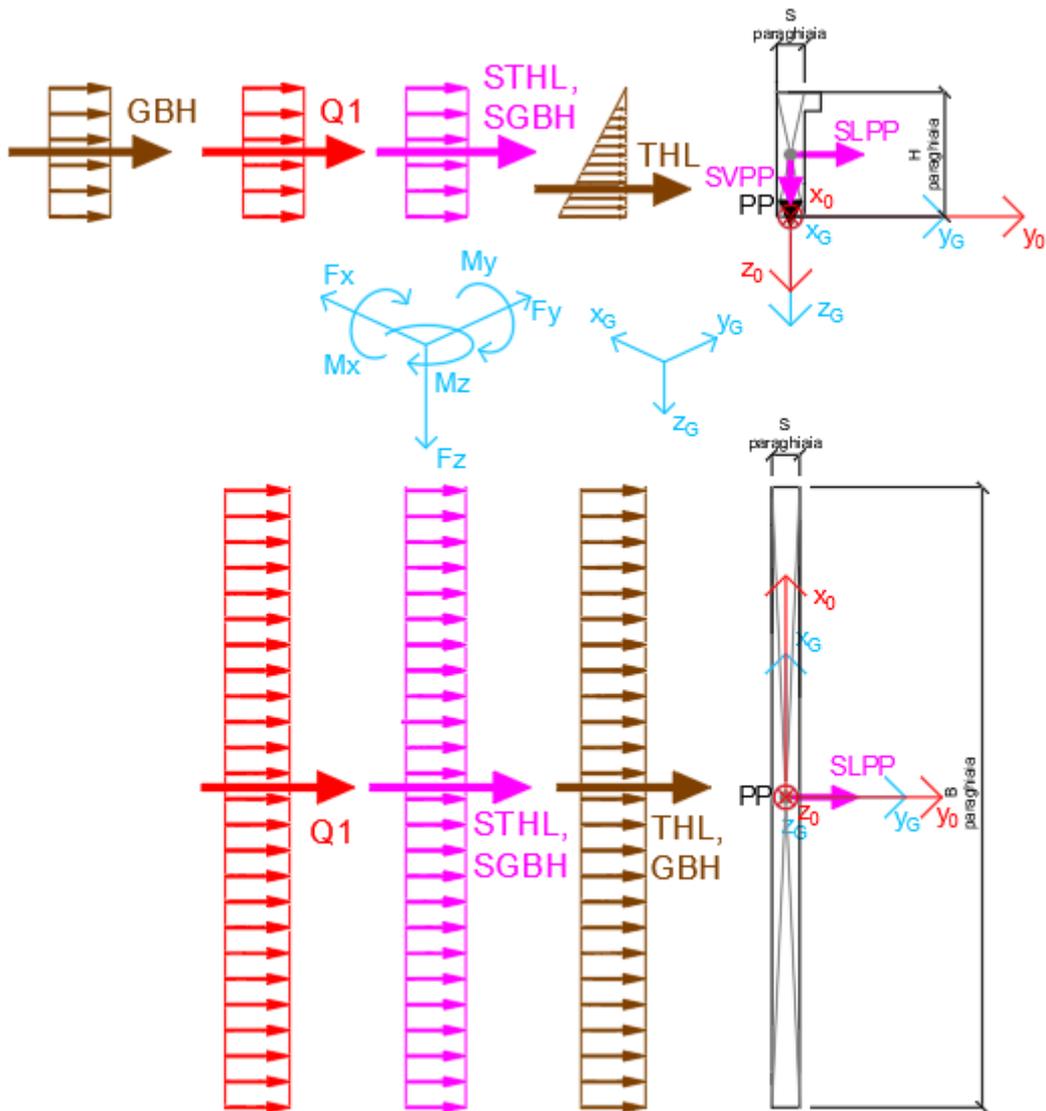


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	118

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

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

NOME: MURO PARAGHIAIA				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO												
PGA orizzontale a _g (g)	0,242	Coeff. sismico orizz. k _h		0,2814		Coeff. spinta attiva sismica k _{aE}		0,3878								
Coeff. stratigrafico S _s	1,163	Coeff. sismico vert. k _v		0,1407												
NOME: MURO PARAGHIAIA				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA												
		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
Sisma long	SLPP	0	177	0	0,00	0,00	-1,55	274	0	0	0	177	0	274	0	0
		0	177	0				274	0	0	0	177	0	274	0	0
Sisma vert	SVPP	0	0	88	0,00	0,00	-1,55	0	0	0	0	0	88	0	0	0
		0	0	88				0	0	0	0	0	88	0	0	0
Sisma ballast long	SGBH	0	83	0	0,00	-0,30	-1,55	129	0	0	0	83	0	129	0	0
		0	83	0				129	0	0	0	83	0	129	0	0
Sisma terreno long	STHL	0	265	0	0,00	-0,30	-1,55	411	0	0	0	265	0	411	0	0
		0	265	0				411	0	0	0	265	0	411	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)	3,10	Carico perm. Gb ballast (kPa)		9,72		Angolo di attrito terreno (°)		38,00		XG elevazione		0,00				
S paraghiaia (m)	0,60	Carico variab. Q LM71 (kPa)		56,18		Coeff. spinta attiva statica k _a		0,2379		YG elevazione		0,00				
B paraghiaia (m)	13,50	Peso terreno (kN/m ³)		20,00		Coeff. spinta riposo statica k ₀		0,3843		ZG elevazione		0,00				
NOME: MURO PARAGHIAIA				CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA												
		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
Peso proprio	PP	0	0	628	0,00	0,00	-1,55	0	0	0	0	0	628	0	0	0
		0	0	628				0	0	0	0	0	628	0	0	0
Ballast	GBH	0	156	0	0,00	-0,30	-1,55	242	0	0	0	156	0	242	0	0
		0	156	0				242	0	0	0	156	0	242	0	0
Spinta terreno	THL	0	499	0	0,00	-0,30	-1,03	515	0	0	0	499	0	515	0	0
		0	499	0				515	0	0	0	499	0	515	0	0
Sovraccarico long	Q1	0	904	0	0,00	-0,30	-1,55	1401	0	0	0	904	0	1401	0	0
		0	904	0				1401	0	0	0	904	0	1401	0	0

Tabella 46 – Riepilogo azioni elementari statiche

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv} F _x [kN]	V _{long} F _y [kN]	N _{vert} F _z [kN]	M _{long} M _x [kNm]	M _{trasv} M _y [kNm]	M _{torc} M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	628	0	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	156	0	242	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	499	0	515	0	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	0	904	0	1401	0	0
E Sisma	Sisma long	0	525	0	814	0	0
	Sisma vert	0	0	88	0	0	0
	-Sisma vert	0	0	-88	0	0	0

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	119

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**

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	120

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	SLU2	847	2293	3167
N _{vert} Min	SLU5	628	1310	2031
V _{long} Max	SLU2	847	2293	3167
V _{long} Min	SLU3	628	982	1136
M _{long} Max	SLU2	847	2293	3167
M _{long} Min	SLU3	628	982	1136
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	SLV3	716	812	1002
N _{vert} Min	SLV4	539	812	1002
V _{long} Max	SLV1	654	1180	1571
V _{long} Min	SLV4	539	812	1002
M _{long} Max	SLV1	654	1180	1571
M _{long} Min	SLV4	539	812	1002

Tabella 49 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	RA1	628	1559	2158
N _{vert} Min	RA2	628	655	758
V _{long} Max	RA1	628	1559	2158
V _{long} Min	RA2	628	655	758
M _{long} Max	RA1	628	1559	2158
M _{long} Min	RA2	628	655	758
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	QP1	628	655	758
N _{vert} Min	QP2	628	0	0
V _{long} Max	QP1	628	655	758
V _{long} Min	QP2	628	0	0
M _{long} Max	QP1	628	655	758
M _{long} Min	QP2	628	0	0

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	121

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.

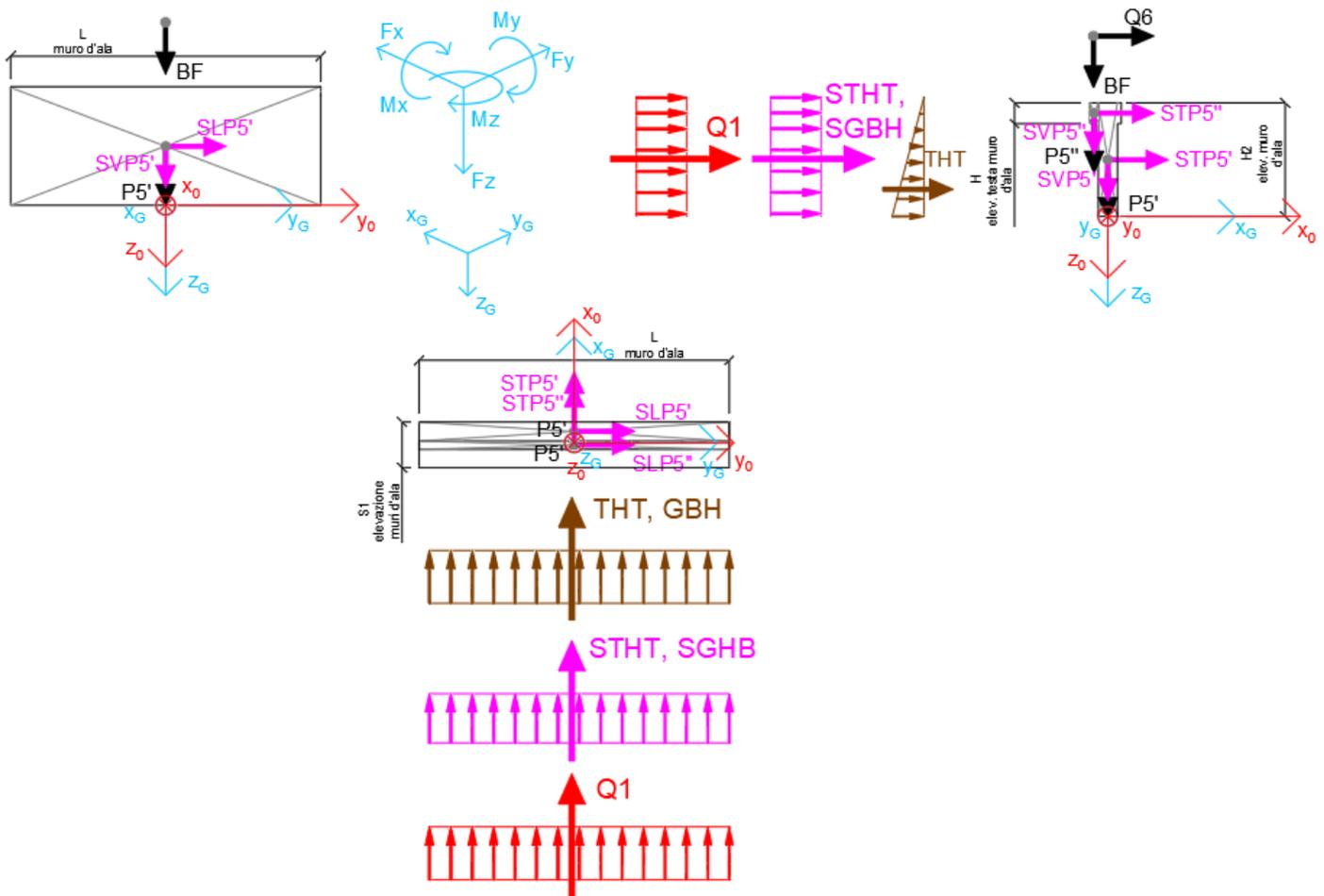


Figura 33 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	122

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

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

NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO													
PGA orizzontale a _g (g)		0,242		Coeff. sismico orizz. k _h				0,2814				Coeff. spinta attiva sismica k _{aE}				0,3878	
Coeff. stratigrafico SS		1,163		Coeff. sismico vert. k _v				0,1407									
NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA													
	F _{X0} (kN)	F _{Y0} (kN)	F _{Z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{X0} (kNm)	M _{Y0} (kNm)	M _{Z0} (kNm)	F _{XG} (m)	F _{YG} (m)	F _{ZG} (m)	M _{XG} (kNm)	M _{YG} (kNm)	M _{ZG} (kNm)		
Sisma trasv	STP5'	95	0	0	0,00	0,00	-1,66	0	-157	0							
	STP5"	7	0	0	0,49	0,00	-3,05	0	-21	0							
	STP7	0	0	0	0,00	-4,05	-3,32	0	0	0							
	STP7'	0	0	0	0,00	-4,05	-3,32	0	0	0							
	102	0	0					0	-178	0	102	0	0	0	-178		
Sisma vert	SVP5'	0	0	47	0,00	0,00	-1,66	0	0	0							
	SVP5"	0	0	3	0,49	0,00	-3,05	0	-2	0							
	SVP7	0	0	0	0,00	-4,05	-3,32	0	0	0							
	SVP7'	0	0	0	0,00	-4,05	-3,32	0	0	0							
	0	0	51					0	-2	0	0	0	51	0	-2		
Sisma ballast trasv	SGBH	53	0	0	-0,25	0,00	-1,66	0	-89	0							
		53	0	0				0	-89	0	53	0	0	0	-89		
Sisma terreno trasv	STHT	183	0	0	-0,25	0,00	-1,11	0	-202	0							
		183	0	0				0	-202	0	183	0	0	0	-202		

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

NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 1				PARAMETRI DI CALCOLO MURO D'ALA											
S1 elevazione muri d'ala (m)		1,20		L muro d'ala (m)		8,10		S orecchia (m)		0,00		Carico variab. Q LM71 (kPa)		23,15	
S2 elevazione muri d'ala (m)		0,50		S elev. testa muri d'ala (m)		0,22		Peso terreno (kN/m ³)		20,00		Carico ballast (kPa)		9,72	
H1 elev. muro d'ala sx (m)		5,50		H elev. testa muro d'ala (m)		0,55		Coeff. spinta attiva statica k _a		0,2379		X _G muro sx		0,00	
H2 elev. muro d'ala (m)		3,32		H1 orecchia (m)		0,00		Coeff. spinta riposo statica k ₀		0,3843		Y _G muro sx		0,00	
H reinterro muro d'ala sx (m)		8,82		H2 orecchia (m)		0,00						Z _G muro sx		0,00	
NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA											
	F _{X0} (kN)	F _{Y0} (kN)	F _{Z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{X0} (kNm)	M _{Y0} (kNm)	M _{Z0} (kNm)	F _{XG} (m)	F _{YG} (m)	F _{ZG} (m)	M _{XG} (kNm)	M _{YG} (kNm)	M _{ZG} (kNm)
Peso proprio	P5'	0	0	336	0,00	0,00	-1,66	0	0	0					
	P5"	0	0	25	0,49	0,00	-3,05	0	-12	0					
	P7	0	0	0	0,00	-4,05	-3,32	0	0	0					
	P7'	0	0	0	0,00	-4,05	-3,32	0	0	0					
	0	0	361					0	-12	0	0	0	361	0	-12
Barriera fonoassorbente	BF	0	0	162	-0,35	0,00	-5,82	0	57	0					
		0	0	162				0	57	0	0	0	162	0	57
Ballast	GBH	100	0	0	-0,25	0,00	-1,66	0	-167	0					
		100	0	0				0	-167	0	100	0	0	0	-167
Spinta terreno	THT	343	0	0	-0,25	0,00	-1,11	0	-380	0					
		343	0	0				0	-380	0	343	0	0	0	-380
Sovraccarico traffico	Q1	239	0	0	-0,25	0,00	-1,66	0	-397	0					
		239	0	0				0	-397	0	239	0	0	0	-397
Vento	Q6	81	0	0	-0,35	0,00	-5,82	0	-469	0					
		81	0	0				0	-469	0	81	0	0	0	-469

Tabella 52 – Riepilogo azioni elementari statiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	123

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv} F _x [kN]	V _{long} F _y [kN]	N _{vert} F _z [kN]	M _{long} M _x [kNm]	M _{trasv} M _y [kNm]	M _{torc} M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	361	0	-12	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	100	0	0	0	-167	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (barriera)	0	0	162	0	57	0
Gk2 Perm. Non Str. altri	G2,3 (terreno)	343	0	0	0	-380	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	239	0	0	0	-397	0
Qk6 Vento	Vento MAX	81	0	0	0	-469	0
	Vento MIN	-81	0	0	0	469	0
E Sisma	Sisma trasv	337	0	0	0	-469	0
	-Sisma trasv	-337	0	0	0	469	0
	Sisma vert	0	0	51	0	-2	0
	-Sisma vert	0	0	-51	0	2	0

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

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

Tabella 54 – Combinazioni di carico adottate

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	124

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLU3	730	940	-905
N _{vert} Min	SLU5	730	1012	-1327
V _{trasv} Max	SLU2	730	1085	-1749
V _{trasv} Min	SLU4	730	786	-1454
M _{trasv} Max	SLU5	730	940	-905
M _{trasv} Min	SLU4	730	1085	-1749
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLV14	573	302	-128
N _{vert} Min	SLV15	472	383	-594
V _{trasv} Max	SLV3	507	821	-1205
V _{trasv} Min	SLV10	538	66	201
M _{trasv} Max	SLV12	507	66	202
M _{trasv} Min	SLV1	538	821	-1206

Tabella 55 – ENV SLU, SLV - Azioni totali involuppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	RA4	523	554	-350
N _{vert} Min	RA3	523	716	-1289
V _{trasv} Max	RA1	523	731	-1180
V _{trasv} Min	RA4	523	554	-350
M _{trasv} Max	RA4	523	554	-350
M _{trasv} Min	RA3	523	716	-1289
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	QP3	523	403	-267
N _{vert} Min	QP2	523	484	-736
V _{trasv} Max	QP2	523	484	-736
V _{trasv} Min	QP3	523	403	-267
M _{trasv} Max	QP3	523	403	-267
M _{trasv} Min	QP2	523	484	-736

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

VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	125

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.

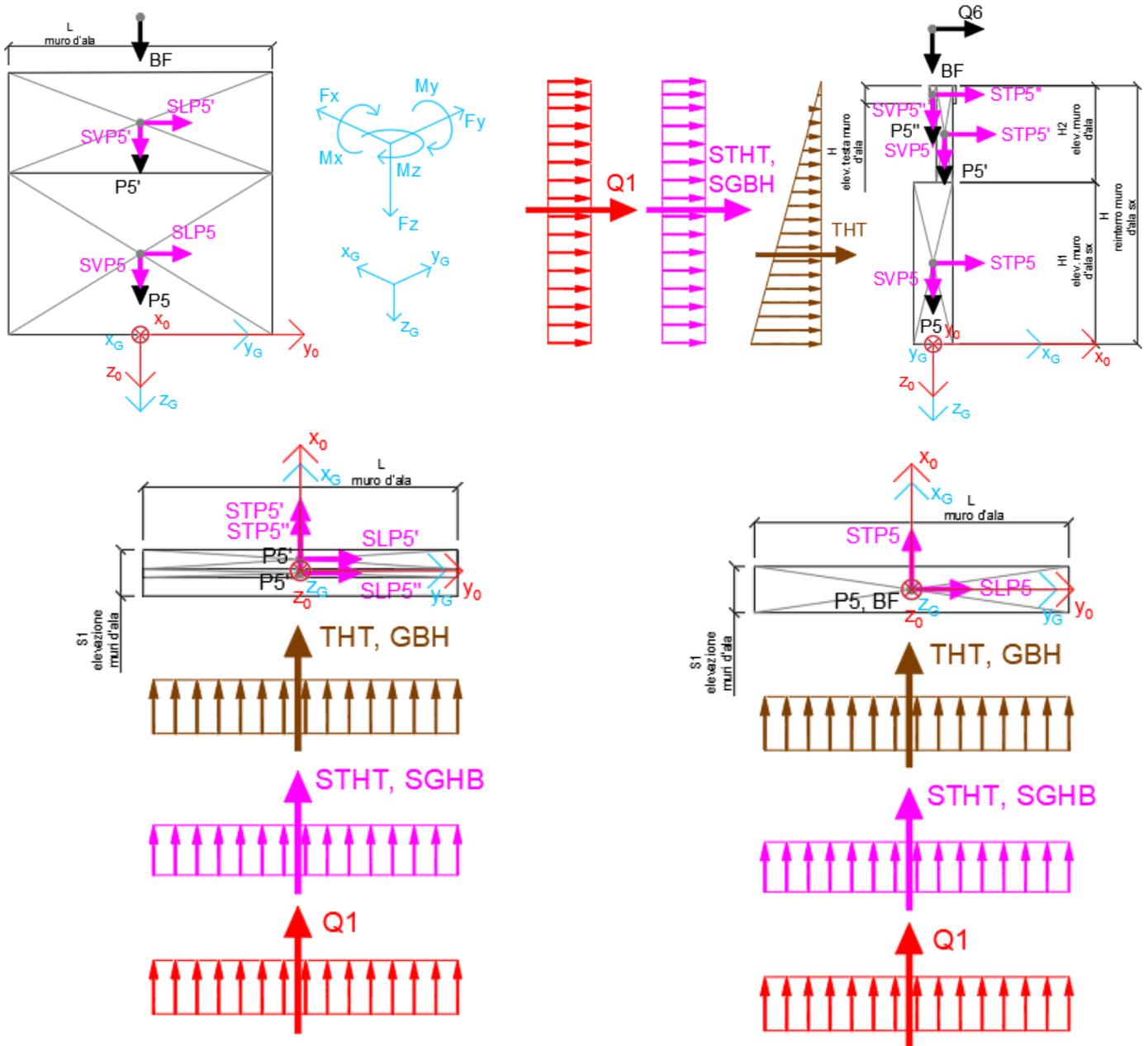


Figura 34 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	126

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

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

NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO															
PGA orizzontale a _g (g)		0,242		Coeff. sismico orizz. k _h				0,2814				Coeff. spinta attiva sismica k _{aE}				0,3878			
Coeff. stratigrafico SS		1,163		Coeff. sismico vert. k _v				0,1407											
NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA															
		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)			
Sisma trasv	STP5	376	0	0	0,00	0,00	-2,75	0	-1034	0									
	STP5'	95	0	0	0,35	0,00	-7,16	0	-677	0									
	STP5''	7	0	0	-0,01	0,00	-8,55	0	-59	0									
	STP7	0	0	0	0,35	-4,05	-8,82	0	0	0									
	STP7'	0	0	0	0,35	-4,05	-8,82	0	0	0									
		478	0	0				0	-1771	0	478	0	0	0	-1771	0			
Sisma vert	SVP5	0	0	188	0,00	0,00	-2,75	0	0	0									
	SVP5'	0	0	47	0,35	0,00	-7,16	0	-17	0									
	SVP5''	0	0	3	-0,01	0,00	-8,55	0	0	0									
	SVP7	0	0	0	0,35	-4,05	-8,82	0	0	0									
	SVP7'	0	0	0	0,35	-4,05	-8,82	0	0	0									
		0	0	239				0	-17	0	0	0	239	0	-17	0			
Sisma ballast trasv	SGBH	142	0	0	-0,60	0,00	-4,41	0	-626	0									
		142	0	0				0	-626	0	142	0	0	0	-626	0			
Sisma terreno trasv	STHT	1288	0	0	-0,60	0,00	-2,94	0	-3788	0									
		1288	0	0				0	-3788	0	1288	0	0	0	-3788	0			

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

NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 1				PARAMETRI DI CALCOLO MURO D'ALA													
S1 elevazione muri d'ala (m)		1,20		L muro d'ala (m)		8,10		S orecchia (m)		0,00		Carico variab. Q LM71 (kPa)				23,15	
S2 elevazione muri d'ala (m)		0,50		S elev. testa muri d'ala (m)		0,22		Peso terreno (kN/m ³)		20,00		Carico ballast (kPa)				9,72	
H1 elev. muro d'ala sx (m)		5,50		H elev. testa muro d'ala (m)		0,55		Coeff. spinta attiva statica k _a		0,2379		X _G muro sx				0,00	
H2 elev. muro d'ala (m)		3,32		H1 orecchia (m)		0,00		Coeff. spinta riposo statica k ₀		0,3843		Y _G muro sx				0,00	
H reinterro muro d'ala sx (m)		8,82		H2 orecchia (m)		0,00						Z _G muro sx				0,00	
NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA													
		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)	
Peso proprio	P5	0	0	1337	0,00	0,00	-2,75	0	0	0							
	P5'	0	0	336	0,35	0,00	-7,16	0	-118	0							
	P5''	0	0	25	-0,01	0,00	-8,55	0	0	0							
	P7	0	0	0	0,35	-4,05	-8,82	0	0	0							
	P7'	0	0	0	0,35	-4,05	-8,82	0	0	0							
		0	0	1697				0	-117	0	0	0	1697	0	-117	0	
Barriera foncoassorbente	BF	0	0	162	0,00	0,00	-11,32	0	0	0							
		0	0	162				0	0	0	0	0	162	0	0	0	
Ballast	GBH	267	0	0	-0,60	0,00	-4,41	0	-1177	0							
		267	0	0				0	-1177	0	267	0	0	0	-1177	0	
Spinta terreno	THT	2422	0	0	-0,60	0,00	-2,94	0	-7120	0							
		2422	0	0				0	-7120	0	2422	0	0	0	-7120	0	
Sovraccarico traffico	Q1	636	0	0	-0,60	0,00	-4,41	0	-2803	0							
		636	0	0				0	-2803	0	636	0	0	0	-2803	0	
Vento	Q6	81	0	0	0,00	0,00	-11,32	0	-912	0							
		81	0	0				0	-912	0	81	0	0	0	-912	0	

Tabella 58 – Riepilogo azioni elementari statiche

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	127

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trav} F _x [kN]	V _{long} F _y [kN]	N _{vert} F _z [kN]	M _{long} M _x [kNm]	M _{trav} M _y [kNm]	M _{torc} M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	1697	0	-117	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	267	0	0	0	-1177	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (barriera)	0	0	162	0	0	0
Gk2 Perm. Non Str. altri	G2,3 (terreno)	2422	0	0	0	-7120	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	636	0	0	0	-2803	0
Qk6 Vento	Vento MAX	81	0	0	0	-912	0
	Vento MIN	-81	0	0	0	912	0
E Sisma	Sisma trasv	1908	0	0	0	-6185	0
	-Sisma trasv	-1908	0	0	0	6185	0
	Sisma vert	0	0	239	0	-17	0
	-Sisma vert	0	0	-239	0	17	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

Tabella 60 – Combinazioni di carico adottate

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	128

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLU4	2534	4154	-13972
N _{vert} Min	SLU5	2534	4955	-16668
V _{trasv} Max	SLU2	2534	5027	-17489
V _{trasv} Min	SLU4	2534	4154	-13972
M _{trasv} Max	SLU5	2534	4154	-13972
M _{trasv} Min	SLU5	2534	5027	-17489
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLV14	2098	2076	-6119
N _{vert} Min	SLV15	1620	2157	-6998
V _{trasv} Max	SLV3	1788	4637	-15050
V _{trasv} Min	SLV10	1931	740	-1778
M _{trasv} Max	SLV12	1788	740	-1768
M _{trasv} Min	SLV1	1931	4637	-15060

Tabella 61 – ENV SLU, SLV - Azioni totali involuppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	RA4	1859	3117	-9744
N _{vert} Min	RA3	1859	3278	-11569
V _{trasv} Max	RA1	1859	3373	-11765
V _{trasv} Min	RA4	1859	3117	-9744
M _{trasv} Max	RA4	1859	3117	-9744
M _{trasv} Min	RA1	1859	3373	-11765
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	QP3	1859	2648	-7958
N _{vert} Min	QP2	1859	2729	-8870
V _{trasv} Max	QP2	1859	2729	-8870
V _{trasv} Min	QP3	1859	2648	-7958
M _{trasv} Max	QP3	1859	2648	-7958
M _{trasv} Min	QP2	1859	2729	-8870

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	129

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 pari a due strati di $\Phi 26/20$ e nel lato compresso di $\Phi 20/20$ come rappresentato nella figura seguente per un totale di 222 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.

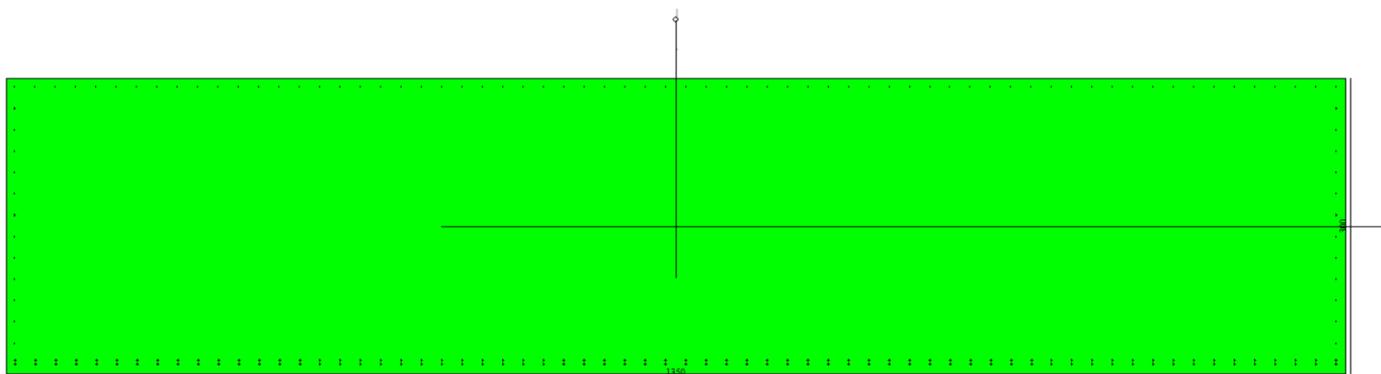


Figura 35 – Sezione trasversale spalla 1 e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE SPALLA S1

Tipo sezione: Rettangolare
 Base: 1350,0 [cm]
 Altezza: 300,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione: 405000,00 [cmq]
 Inerzia in direzione X: 61509375000,0 [cm⁴]
 Inerzia in direzione Y: 3037500000,0 [cm⁴]
 Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm⁴]
 Ascissa baricentro sezione: $X_G = 675,00$ [cm]
 Ordinata baricentro sezione: $Y_G = 150,00$ [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

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

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	130

N°	X	Y	d	ω
1	9,30	9,30	26	5,31
2	29,78	9,30	26	5,31
3	50,27	9,30	26	5,31
4	70,75	9,30	26	5,31
5	91,23	9,30	26	5,31
6	111,72	9,30	26	5,31
7	132,20	9,30	26	5,31
8	152,68	9,30	26	5,31
9	173,16	9,30	26	5,31
10	193,65	9,30	26	5,31
11	214,13	9,30	26	5,31
12	234,61	9,30	26	5,31
13	255,10	9,30	26	5,31
14	275,58	9,30	26	5,31
15	296,06	9,30	26	5,31
16	316,55	9,30	26	5,31
17	337,03	9,30	26	5,31
18	357,51	9,30	26	5,31
19	378,00	9,30	26	5,31
20	398,48	9,30	26	5,31
21	418,96	9,30	26	5,31
22	439,44	9,30	26	5,31
23	459,93	9,30	26	5,31
24	480,41	9,30	26	5,31
25	500,89	9,30	26	5,31
26	521,38	9,30	26	5,31
27	541,86	9,30	26	5,31
28	562,34	9,30	26	5,31
29	582,83	9,30	26	5,31
30	603,31	9,30	26	5,31
31	623,79	9,30	26	5,31
32	644,28	9,30	26	5,31
33	664,76	9,30	26	5,31
34	685,24	9,30	26	5,31
35	705,72	9,30	26	5,31
36	726,21	9,30	26	5,31
37	746,69	9,30	26	5,31
38	767,17	9,30	26	5,31
39	787,66	9,30	26	5,31
40	808,14	9,30	26	5,31
41	828,62	9,30	26	5,31
42	849,11	9,30	26	5,31
43	869,59	9,30	26	5,31
44	890,07	9,30	26	5,31
45	910,56	9,30	26	5,31
46	931,04	9,30	26	5,31
47	951,52	9,30	26	5,31
48	972,00	9,30	26	5,31
49	992,49	9,30	26	5,31
50	1012,97	9,30	26	5,31
51	1033,45	9,30	26	5,31
52	1053,94	9,30	26	5,31
53	1074,42	9,30	26	5,31
54	1094,90	9,30	26	5,31
55	1115,39	9,30	26	5,31
56	1135,87	9,30	26	5,31
57	1156,35	9,30	26	5,31
58	1176,84	9,30	26	5,31
59	1197,32	9,30	26	5,31

LINEA PESCARA – BARI

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

VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	131

60	1217,80	9,30	26	5,31
61	1238,28	9,30	26	5,31
62	1258,77	9,30	26	5,31
63	1279,25	9,30	26	5,31
64	1299,73	9,30	26	5,31
65	1320,22	9,30	26	5,31
66	1340,70	9,30	26	5,31
67	9,30	13,30	26	5,31
68	29,78	13,30	26	5,31
69	50,27	13,30	26	5,31
70	70,75	13,30	26	5,31
71	91,23	13,30	26	5,31
72	111,72	13,30	26	5,31
73	132,20	13,30	26	5,31
74	152,68	13,30	26	5,31
75	173,16	13,30	26	5,31
76	193,65	13,30	26	5,31
77	214,13	13,30	26	5,31
78	234,61	13,30	26	5,31
79	255,10	13,30	26	5,31
80	275,58	13,30	26	5,31
81	296,06	13,30	26	5,31
82	316,55	13,30	26	5,31
83	337,03	13,30	26	5,31
84	357,51	13,30	26	5,31
85	378,00	13,30	26	5,31
86	398,48	13,30	26	5,31
87	418,96	13,30	26	5,31
88	439,44	13,30	26	5,31
89	459,93	13,30	26	5,31
90	480,41	13,30	26	5,31
91	500,89	13,30	26	5,31
92	521,38	13,30	26	5,31
93	541,86	13,30	26	5,31
94	562,34	13,30	26	5,31
95	582,83	13,30	26	5,31
96	603,31	13,30	26	5,31
97	623,79	13,30	26	5,31
98	644,28	13,30	26	5,31
99	664,76	13,30	26	5,31
100	685,24	13,30	26	5,31
101	705,72	13,30	26	5,31
102	726,21	13,30	26	5,31
103	746,69	13,30	26	5,31
104	767,17	13,30	26	5,31
105	787,66	13,30	26	5,31
106	808,14	13,30	26	5,31
107	828,62	13,30	26	5,31
108	849,11	13,30	26	5,31
109	869,59	13,30	26	5,31
110	890,07	13,30	26	5,31
111	910,56	13,30	26	5,31
112	931,04	13,30	26	5,31
113	951,52	13,30	26	5,31
114	972,00	13,30	26	5,31
115	992,49	13,30	26	5,31
116	1012,97	13,30	26	5,31
117	1033,45	13,30	26	5,31
118	1053,94	13,30	26	5,31
119	1074,42	13,30	26	5,31

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	132

120	1094,90	13,30	26	5,31
121	1115,39	13,30	26	5,31
122	1135,87	13,30	26	5,31
123	1156,35	13,30	26	5,31
124	1176,84	13,30	26	5,31
125	1197,32	13,30	26	5,31
126	1217,80	13,30	26	5,31
127	1238,28	13,30	26	5,31
128	1258,77	13,30	26	5,31
129	1279,25	13,30	26	5,31
130	1299,73	13,30	26	5,31
131	1320,22	13,30	26	5,31
132	1340,70	13,30	26	5,31
133	1341,00	291,00	20	3,14
134	1320,51	291,00	20	3,14
135	1300,02	291,00	20	3,14
136	1279,52	291,00	20	3,14
137	1259,03	291,00	20	3,14
138	1238,54	291,00	20	3,14
139	1218,05	291,00	20	3,14
140	1197,55	291,00	20	3,14
141	1177,06	291,00	20	3,14
142	1156,57	291,00	20	3,14
143	1136,08	291,00	20	3,14
144	1115,58	291,00	20	3,14
145	1095,09	291,00	20	3,14
146	1074,60	291,00	20	3,14
147	1054,11	291,00	20	3,14
148	1033,62	291,00	20	3,14
149	1013,12	291,00	20	3,14
150	992,63	291,00	20	3,14
151	972,14	291,00	20	3,14
152	951,65	291,00	20	3,14
153	931,15	291,00	20	3,14
154	910,66	291,00	20	3,14
155	890,17	291,00	20	3,14
156	869,68	291,00	20	3,14
157	849,18	291,00	20	3,14
158	828,69	291,00	20	3,14
159	808,20	291,00	20	3,14
160	787,71	291,00	20	3,14
161	767,22	291,00	20	3,14
162	746,72	291,00	20	3,14
163	726,23	291,00	20	3,14
164	705,74	291,00	20	3,14
165	685,25	291,00	20	3,14
166	664,75	291,00	20	3,14
167	644,26	291,00	20	3,14
168	623,77	291,00	20	3,14
169	603,28	291,00	20	3,14
170	582,78	291,00	20	3,14
171	562,29	291,00	20	3,14
172	541,80	291,00	20	3,14
173	521,31	291,00	20	3,14
174	500,82	291,00	20	3,14
175	480,32	291,00	20	3,14
176	459,83	291,00	20	3,14
177	439,34	291,00	20	3,14
178	418,85	291,00	20	3,14
179	398,35	291,00	20	3,14

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	133

180	377,86	291,00	20	3,14
181	357,37	291,00	20	3,14
182	336,88	291,00	20	3,14
183	316,38	291,00	20	3,14
184	295,89	291,00	20	3,14
185	275,40	291,00	20	3,14
186	254,91	291,00	20	3,14
187	234,42	291,00	20	3,14
188	213,92	291,00	20	3,14
189	193,43	291,00	20	3,14
190	172,94	291,00	20	3,14
191	152,45	291,00	20	3,14
192	131,95	291,00	20	3,14
193	111,46	291,00	20	3,14
194	90,97	291,00	20	3,14
195	70,48	291,00	20	3,14
196	49,98	291,00	20	3,14
197	29,49	291,00	20	3,14
198	9,00	291,00	20	3,14
199	9,00	269,31	20	3,14
200	9,00	247,62	20	3,14
201	9,00	225,92	20	3,14
202	9,00	204,23	20	3,14
203	9,00	182,54	20	3,14
204	9,00	160,85	20	3,14
205	9,00	139,15	20	3,14
206	9,00	117,46	20	3,14
207	9,00	95,77	20	3,14
208	9,00	74,08	20	3,14
209	9,00	52,38	20	3,14
210	9,00	30,69	20	3,14
211	1341,00	30,69	20	3,14
212	1341,00	52,38	20	3,14
213	1341,00	74,08	20	3,14
214	1341,00	95,77	20	3,14
215	1341,00	117,46	20	3,14
216	1341,00	139,15	20	3,14
217	1341,00	160,85	20	3,14
218	1341,00	182,54	20	3,14
219	1341,00	204,23	20	3,14
220	1341,00	225,92	20	3,14
221	1341,00	247,62	20	3,14
222	1341,00	269,31	20	3,14

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

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

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	210000,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	134

Combinazioni

Simbologia adottata

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

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	21469,9500	40524,7600	-7841,3900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	11899,4300	20684,3900	3114,8300	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	14133,4100	28946,6600	3114,8300	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	16724,4600	33252,7600	-8957,7900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	16729,4600	46636,0300	-7185,2200	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	12208,8000	20508,9800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
7	14382,9200	-19903,2100	27256,4800	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
8	10034,6800	-19903,2100	23672,2200	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
9	12861,0400	-5970,9600	46773,8100	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
10	10034,6800	-19903,2100	23672,2200	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
11	12861,0400	-5970,9600	46773,8100	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
12	10034,6800	-19903,2100	23672,2200	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
13	15414,1900	-5340,9100	30134,8700	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
14	12002,5500	2076,5500	18747,5900	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
15	12002,5500	2076,5500	18747,5900	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
16	15255,5100	-6103,6700	30442,2700	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
17	13781,5500	-5366,1800	32566,3000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
18	12002,5500	2076,5500	18747,5900	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
19	12208,8000	0,0000	16562,1400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
20	12208,8000	0,0000	14429,8200	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
21	12208,8000	0,0000	16562,1400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
22	12208,8000	0,0000	14429,8200	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
23	12208,8000	0,0000	16562,1400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
24	12208,8000	0,0000	14429,8200	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	135

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

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

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
13	561,36	17,22	(1350,00; 587,72)	(-545,78; 0,00)
14	765,69	-22,21	(-675,60; 300,00)	(1350,00; -527,05)
15	765,69	-22,21	(-675,60; 300,00)	(1350,00; -527,05)
16	504,26	15,20	(1350,00; 522,55)	(-573,20; 0,00)
17	524,46	18,04	(1350,00; 551,59)	(-343,11; 0,00)
18	765,69	-22,21	(-675,60; 300,00)	(1350,00; -527,05)
19	1750,87	-70,86	(-503,35; 300,00)	(1350,00; -5039,09)
20	1883,49	-68,28	(-677,48; 300,00)	(1350,00; -4788,74)
21	1750,87	-70,86	(-503,35; 300,00)	(1350,00; -5039,09)
22	1883,49	-68,28	(-677,48; 300,00)	(1350,00; -4788,74)
23	1750,87	-70,86	(-503,35; 300,00)	(1350,00; -5039,09)
24	1883,49	-68,28	(-677,48; 300,00)	(1350,00; -4788,74)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

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

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
13	0,923	0,000	0,000	13,562	-2,804
14	0,593	0,000	0,000	8,754	-0,119
15	0,593	0,000	0,000	8,754	-0,119
16	0,969	0,000	0,000	14,208	-3,695
17	0,942	0,000	0,000	13,815	-4,516
18	0,593	0,000	0,000	8,754	-0,119
19	0,479	0,000	0,000	7,138	1,596
20	0,457	0,000	0,000	6,805	1,928
21	0,479	0,000	0,000	7,138	1,596
22	0,457	0,000	0,000	6,805	1,928
23	0,479	0,000	0,000	7,138	1,596
24	0,457	0,000	0,000	6,805	1,928

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
114507,0667	-41820,9902	216133,3118	5,33

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	136

<u>727480,6102</u>	<u>-265695,0380</u>	<u>40524,7600</u>	33,88
<u>114815,7264</u>	<u>-7841,3900</u>	<u>216715,9103</u>	5,35
<u>745409,0633</u>	<u>-7841,3900</u>	<u>40524,7600</u>	34,72
<u>21469,9500</u>	<u>-362214,8030</u>	<u>40524,7600</u>	46,19
<u>21469,9500</u>	<u>-21139,7923</u>	<u>109251,6774</u>	2,70
<u>21469,9500</u>	<u>-7841,3900</u>	<u>109307,6706</u>	2,70

Combinazione n° 2

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>135398,7305</u>	<u>35442,3723</u>	<u>235359,1850</u>	11,38
<u>750393,3262</u>	<u>196425,1770</u>	20684,3900	63,06
<u>135890,0983</u>	3114,8300	<u>236213,3136</u>	11,42
<u>762713,3806</u>	3114,8300	20684,3900	64,10
11899,4300	<u>309403,5862</u>	20684,3900	99,33
11899,4300	<u>14559,9219</u>	<u>96686,8509</u>	4,67
11899,4300	3114,8300	<u>96720,1728</u>	4,68

Combinazione n° 3

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>97097,9029</u>	<u>21399,1854</u>	<u>198866,3728</u>	6,87
<u>748026,9172</u>	<u>164855,9465</u>	28946,6600	52,93
<u>97192,0895</u>	3114,8300	<u>199059,2765</u>	6,88
<u>755608,1965</u>	3114,8300	28946,6600	53,46
14133,4100	<u>322150,7083</u>	28946,6600	103,42
14133,4100	<u>10724,2183</u>	<u>99662,0365</u>	3,44
14133,4100	3114,8300	<u>99682,1124</u>	3,44

Combinazione n° 4

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>102732,0317</u>	<u>-55024,3157</u>	<u>204259,1268</u>	6,14
<u>711412,4211</u>	<u>-381039,6911</u>	33252,7600	42,54
<u>103208,7935</u>	<u>-8957,7900</u>	<u>205207,0583</u>	6,17
<u>751776,0645</u>	<u>-8957,7900</u>	33252,7600	44,95
16724,4600	<u>-336604,0554</u>	33252,7600	37,58
16724,4600	<u>-27745,9702</u>	<u>102997,5124</u>	3,10
16724,4600	<u>-8957,7900</u>	<u>103086,6138</u>	3,10

Combinazione n° 5

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>53808,5385</u>	<u>-23110,5001</u>	<u>149999,8575</u>	3,22
<u>717055,1167</u>	<u>-307971,6121</u>	46636,0300	42,86
<u>53866,9564</u>	<u>-7185,2200</u>	<u>150162,7065</u>	3,22
<u>740002,6500</u>	<u>-7185,2200</u>	46636,0300	44,23
16729,4600	<u>-332834,0280</u>	46636,0300	46,32
16729,4600	<u>-15879,6509</u>	<u>103067,6691</u>	2,21
16729,4600	<u>-7185,2200</u>	<u>103098,3710</u>	2,21

Combinazione n° 6

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>145408,0271</u>	0,0000	<u>244263,9997</u>	11,91
<u>762899,6245</u>	0,0000	20508,9800	62,49
12208,8000	0,0000	<u>97136,2129</u>	4,74

Combinazione n° 7

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	137

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>137963,7819</u>	<u>261449,4874</u>	<u>-190915,4833</u>	9,59
<u>560865,1388</u>	<u>1062872,4513</u>	<u>-19903,2100</u>	39,00
<u>163238,7483</u>	<u>27256,4800</u>	<u>-225891,2021</u>	11,35
<u>794847,8494</u>	<u>27256,4800</u>	<u>-19903,2100</u>	55,26
<u>14382,9200</u>	<u>304412,8568</u>	<u>-19903,2100</u>	11,17
<u>14382,9200</u>	<u>64457,3607</u>	<u>-47068,0141</u>	2,36
<u>14382,9200</u>	<u>27256,4800</u>	<u>-47334,4051</u>	2,38

Combinazione n° 8

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>43053,4971</u>	<u>101564,9581</u>	<u>-85394,1325</u>	4,29
<u>508736,7819</u>	<u>1200130,8485</u>	<u>-19903,2100</u>	50,70
<u>44259,7701</u>	<u>23672,2200</u>	<u>-87786,7057</u>	4,41
<u>795130,3167</u>	<u>23672,2200</u>	<u>-19903,2100</u>	79,24
<u>10034,6800</u>	<u>277409,9419</u>	<u>-19903,2100</u>	11,72
<u>10034,6800</u>	<u>48973,7280</u>	<u>-41176,2983</u>	2,07
<u>10034,6800</u>	<u>23672,2200</u>	<u>-41321,8260</u>	2,08

Combinazione n° 9

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>297026,3258</u>	<u>1080243,3494</u>	<u>-137899,6030</u>	23,10
<u>376574,4648</u>	<u>1369548,8441</u>	<u>-5970,9600</u>	29,28
<u>564300,4881</u>	<u>46773,8100</u>	<u>-261986,2501</u>	43,88
<u>783839,4585</u>	<u>46773,8100</u>	<u>-5970,9600</u>	60,95
<u>12861,0400</u>	<u>306254,1629</u>	<u>-5970,9600</u>	6,55
<u>12861,0400</u>	<u>266382,7930</u>	<u>-34005,3761</u>	5,70
<u>12861,0400</u>	<u>46773,8100</u>	<u>-45114,0206</u>	7,56

Combinazione n° 10

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>43053,4971</u>	<u>101564,9581</u>	<u>-85394,1325</u>	4,29
<u>508736,7819</u>	<u>1200130,8485</u>	<u>-19903,2100</u>	50,70
<u>44259,7701</u>	<u>23672,2200</u>	<u>-87786,7057</u>	4,41
<u>795130,3167</u>	<u>23672,2200</u>	<u>-19903,2100</u>	79,24
<u>10034,6800</u>	<u>277409,9419</u>	<u>-19903,2100</u>	11,72
<u>10034,6800</u>	<u>48973,7280</u>	<u>-41176,2983</u>	2,07
<u>10034,6800</u>	<u>23672,2200</u>	<u>-41321,8260</u>	2,08

Combinazione n° 11

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>297026,3258</u>	<u>1080243,3494</u>	<u>-137899,6030</u>	23,10
<u>376574,4648</u>	<u>1369548,8441</u>	<u>-5970,9600</u>	29,28
<u>564300,4881</u>	<u>46773,8100</u>	<u>-261986,2501</u>	43,88
<u>783839,4585</u>	<u>46773,8100</u>	<u>-5970,9600</u>	60,95
<u>12861,0400</u>	<u>306254,1629</u>	<u>-5970,9600</u>	6,55
<u>12861,0400</u>	<u>266382,7930</u>	<u>-34005,3761</u>	5,70
<u>12861,0400</u>	<u>46773,8100</u>	<u>-45114,0206</u>	7,56

Combinazione n° 12

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>43053,4971</u>	<u>101564,9581</u>	<u>-85394,1325</u>	4,29
<u>508736,7819</u>	<u>1200130,8485</u>	<u>-19903,2100</u>	50,70
<u>44259,7701</u>	<u>23672,2200</u>	<u>-87786,7057</u>	4,41
<u>795130,3167</u>	<u>23672,2200</u>	<u>-19903,2100</u>	79,24

VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	138

10034,6800	277409,9419	-19903,2100	11,72
10034,6800	<u>48973,7280</u>	<u>-41176,2983</u>	2,07
10034,6800	23672,2200	<u>-41321,8260</u>	2,08

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

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

N°	M _x	M _y	σ _f	σ _c	A _{eff}	ε	S _{fm}	w
13	137619,8301	-24390,8511	-309,044	-21,085	105299,71	0,0000	0	0,0000
14	159120,1701	17624,7181	-257,970	-17,453	138129,12	0,0000	0	0,0000
15	159120,1701	17624,7181	-257,970	-17,453	138129,12	0,0000	0	0,0000
16	129956,3858	-26056,2334	-310,051	-21,184	102931,64	0,0000	0	0,0000
17	139729,7809	-23024,2661	-332,808	-22,684	110151,68	0,0000	0	0,0000
18	159120,1701	17624,7181	-257,970	-17,453	138129,12	0,0000	0	0,0000
19	234263,7068	0,0000	-479,390	-32,334	152778,37	0,0000	0	0,0000
20	234259,1091	0,0000	-479,376	-32,333	152778,25	0,0000	0	0,0000
21	234263,7068	0,0000	-479,390	-32,334	152778,37	0,0000	0	0,0000
22	234259,1091	0,0000	-479,376	-32,333	152778,25	0,0000	0	0,0000
23	234263,7068	0,0000	-479,390	-32,334	152778,37	0,0000	0	0,0000
24	234259,1091	0,0000	-479,376	-32,333	152778,25	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche a pressoflessione

Simbologia adottata

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

Sezione n° 1 - SEZIONE SPALLA S1

N	M _x	M _y	N	M _{x,u}	M _{y,u}	FS	Comb.
16729,46	-7185,22	46636,03	53808,54	-23110,50	149999,86	3.216	5
12861,04	46773,81	-5970,96	376574,46	1369548,84	-5970,96	29.280	9
16729,46	-7185,22	46636,03	53866,96	-7185,22	150162,71	3.220	5
21469,95	-7841,39	40524,76	745409,06	-7841,39	40524,76	34.719	1
12861,04	46773,81	-5970,96	12861,04	306254,16	-5970,96	6.548	9
10034,68	23672,22	-19903,21	10034,68	48973,73	-41176,30	2.069	8
10034,68	23672,22	-19903,21	10034,68	23672,22	-41321,83	2.076	8

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

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

LINEA PESCARA – BARI

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

VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	139

Comb. Combinazione critica

Sezione n° 1 - SEZIONE SPALLA S1

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	0,479	14,940	0,103	3,099	1,596	7,138	450,000	19
SLER	0,969	18,260	-0,268	3,099	-3,695	14,208	337,500	16

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

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

Sezione n° 1 - SEZIONE SPALLA S1

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-479,390	-32,334	14982,678	0,0000	0,000	0,000	0,200	19
SLER	-309,044	-21,085	10326,538	0,0000	0,000	0,000	0,200	13

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

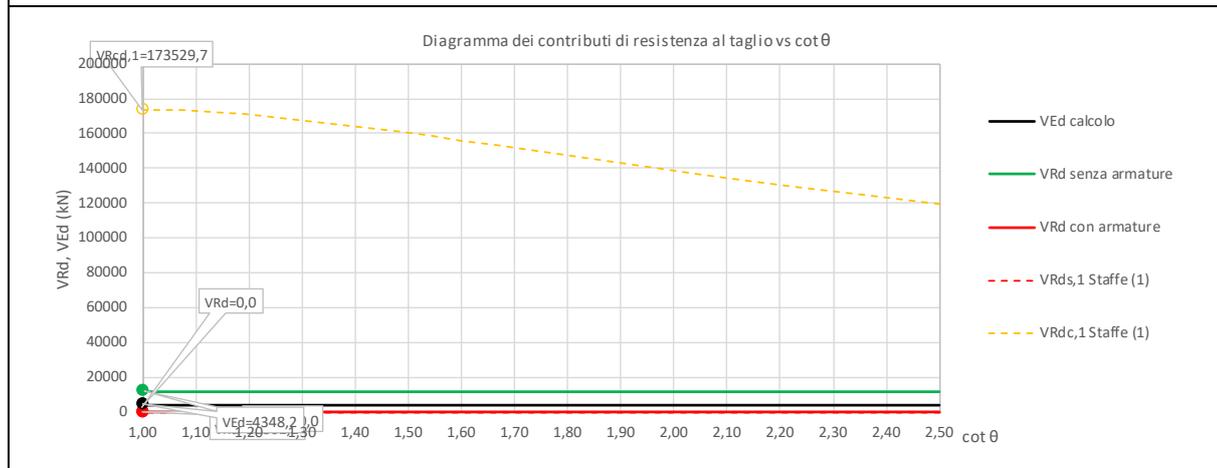
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	140

11.6.2 Verifica a taglio SLU, SLV

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

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

NOME: SLV TRASV			CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)						Rev. 10.1			
DATI SEZIONE			AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO						
b_w	d	θ cotg θ	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c				
(m)	(m)	(°)	(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)					
3,00	13,41	45,00	1,00	1,00	1,00	33,20	18,81	1,50				
			$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$									
			-14382,9	4348,2	27256,5							
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)												
			f_{yd}	n	\emptyset	$A_{sl,\emptyset}$	A_{sl}					
			(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)					
			Barre B450C	391,3	14	20	3,14	43,98				
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)												
			A_{sl}	k_1	k	ρ_l (%)	v_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}	
			(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)		
			43,98	0,15	1,12	0,01%	0,24	0,36	1,02	11801,2	36,8%	VERIFICA OK



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

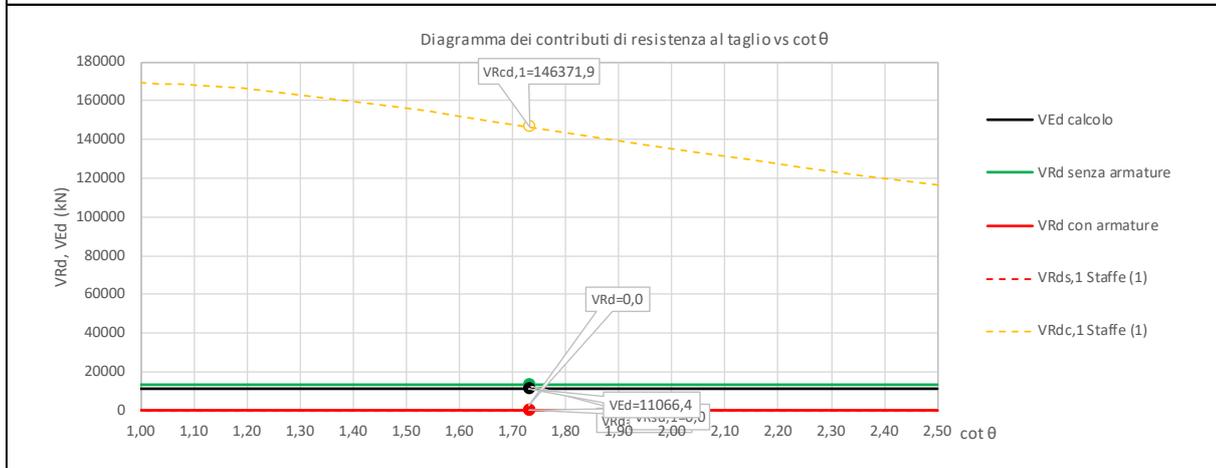
LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	141

NOME: SLV LONG		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)							Rev. 10.1		
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO				CALCESTRUZZO			
b_w	d	θ	$\cotg \theta$	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	Y_c		
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)			
13,50	2,91	30,00	1,73	-12861,0	11066,4	5971,0	33,20	18,81	1,50		
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$							
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)											
	f_{yd}	n	\emptyset	$A_{st,\emptyset}$	A_{st}						
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)						
Barre B450C	391,3	132	26	5,31	700,83						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	A_{st}	k_1	k	ρ_l (%)	v_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}		
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)			
	700,83	0,15	1,26	0,18%	0,29	0,33	1,02	13153,4	84,1%	VERIFICA OK	



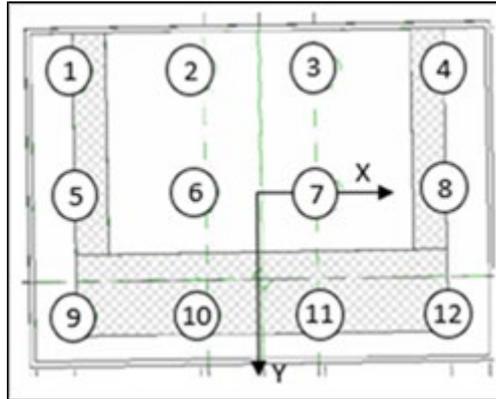
Non si è reso necessario l'inserimento di armatura trasversale per questa sezione.

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	142

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	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	N [kN]
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Nvert Max	SLU6	2904	3051	3197	3344	5446	5593	5740	5886	7988	8135	8282	8429	1145
Nvert Min	SLU24	2572	2513	2454	2395	3796	3737	3678	3619	5021	4961	4902	4843	727
Vtrasv Max	SLU3	2940	3109	3278	3446	5204	5373	5541	5710	7467	7636	7805	7973	1151
Vtrasv Min	SLU24	2572	2513	2454	2395	3796	3737	3678	3619	5021	4961	4902	4843	727
Mtrasv Max	SLU6	3738	3679	3620	3561	5144	5084	5025	4966	6549	6490	6431	6371	1045
Mtrasv Min	SLU24	1691	1860	2028	2197	3857	4025	4194	4363	6023	6191	6360	6529	862
Vlong Max	SLU7	2753	2872	2991	3109	5093	5212	5330	5449	7433	7552	7670	7789	1265
Vlong Min	SLU20	2487	2487	2487	2487	3734	3734	3734	3734	4980	4980	4980	4980	721
Mlong Max	SLU2	2904	3051	3197	3344	5446	5593	5740	5886	7988	8135	8282	8429	1145
Mlong Min	SLU15	2572	2513	2454	2395	3796	3737	3678	3619	5021	4961	4902	4843	727
Mtorc Max	SLU7	2753	2872	2991	3109	5093	5212	5330	5449	7433	7552	7670	7789	1265
Mtorc Min	SLU15	1691	1860	2028	2197	3857	4025	4194	4363	6023	6191	6360	6529	862
Nvert Max	SLV5	1896	2227	2557	2887	3802	4132	4462	4792	5707	6037	6367	6697	1079
Nvert Min	SLV6	1013	1343	1674	2004	2675	3005	3335	3665	4337	4667	4997	5327	1079
Vtrasv Max	SLV3	432	1532	2633	3733	2252	3352	4453	5553	4072	5172	6273	7373	1523
Vtrasv Min	SLV6	1013	1343	1674	2004	2675	3005	3335	3665	4337	4667	4997	5327	1079
Mtrasv Max	SLV1	-134	196	526	856	3407	3737	4068	4398	6949	7279	7609	7939	2057
Mtrasv Min	SLV6	167	1267	2368	3468	1914	3014	4115	5215	3661	4761	5862	6962	1523
Vlong Max	SLV1	-134	196	526	856	3407	3737	4068	4398	6949	7279	7609	7939	2057
Vlong Min	SLV6	1013	1343	1674	2004	2675	3005	3335	3665	4337	4667	4997	5327	1079
Mlong Max	SLV1	-134	196	526	856	3407	3737	4068	4398	6949	7279	7609	7939	2057
Mlong Min	SLV4	1013	1343	1674	2004	2675	3005	3335	3665	4337	4667	4997	5327	1079
Mtorc Max	SLV5	1896	2227	2557	2887	3802	4132	4462	4792	5707	6037	6367	6697	1079
Mtorc Min	SLV4	167	1267	2368	3468	1914	3014	4115	5215	3661	4761	5862	6962	1523

SLU	3679	3620		5593	5740		1265
SLV	2227	2633		4132	4462		2057

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	144

11.7.1 Verifiche a flessione (SLU, SLV, SLE)

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

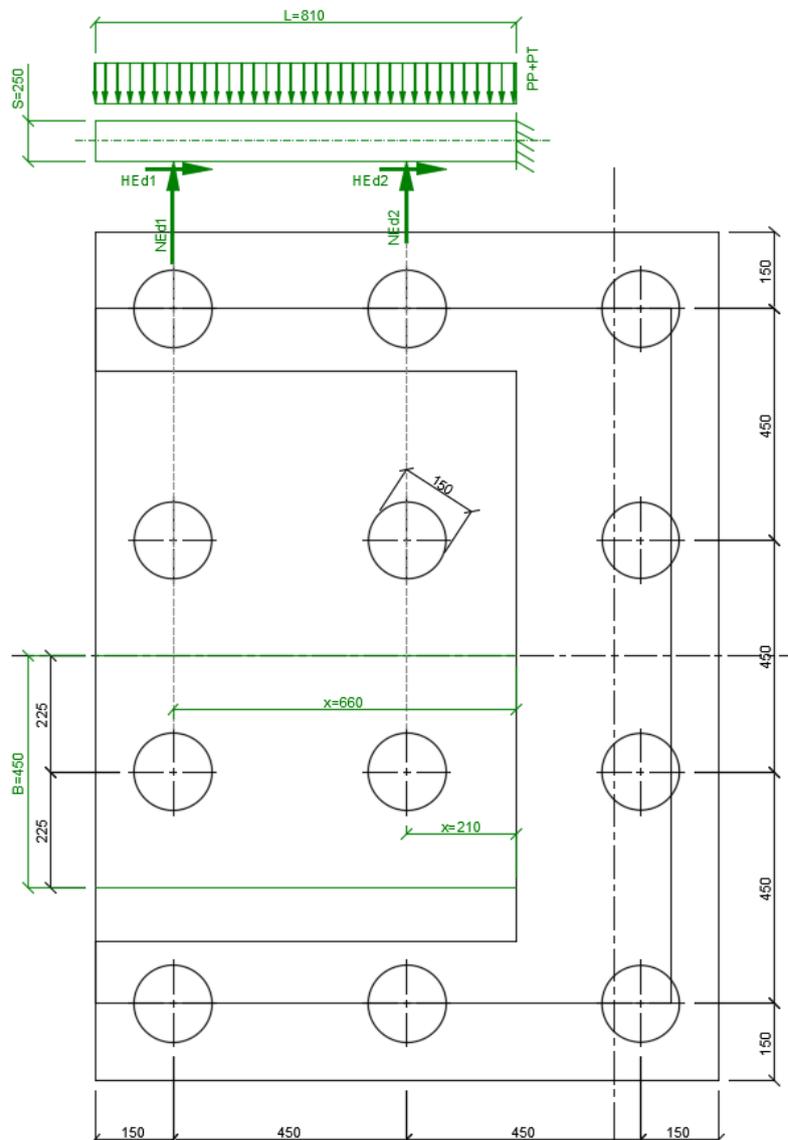
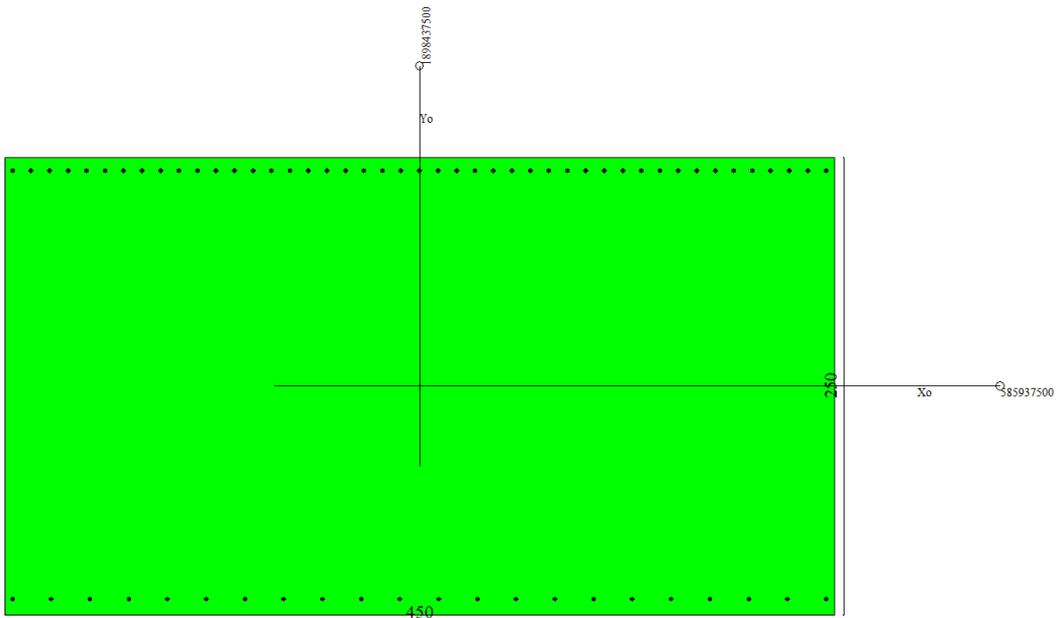


Figura 36 – Schema delle verifiche a flessione del plinto per il palo più caricato

VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	145

NOME: PALO 2-6, 3-7			CALCOLO MOMENTI PLINTO			
HT (m)	B (m)	S (m)	PP (kN/m)	PT (kN/m)	L (m)	
8,82	4,50	2,50	281,3	793,8	8,10	
	x (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP
Palo 2	6,60	N _{Ed1} (kN)	3679,161	2226,578	2592,357	2771,278
Palo 6	2,10	N _{Ed2} (kN)	5592,902	4131,828	3950,667	3733,5
		H _{Ed1} =H _{Ed2} (kN)	1265,377	2056,96	850,3788	593,9167
		M _{Ed} (kNm)	-13907	-9324	-8798	-8394
	x (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP
Palo 3	6,60	N _{Ed1} (kN)	3620,006	2632,88	2552,92	2771,278
Palo 7	2,10	N _{Ed2} (kN)	5739,598	4462,006	4050,667	3733,5
		H _{Ed1} =H _{Ed2} (kN)	1265	2057	850	594
		M _{Ed} (kNm)	-13990	-5949	-8848	-8394



Dati

Nome sezione: SPALLA S1
 Tipo sezione: Rettangolare
 Base: 450,0 [cm]
 Altezza: 250,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione: 112500,00 [cmq]
 Inerzia in direzione X: 1898437500,0 [cm^4]

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	146

Inerzia in direzione Y 585937500,0 [cm⁴]
 Inerzia in direzione XY 0,0 [cm⁴]
 Ascissa baricentro sezione X_G = 225,00 [cm]
 Ordinata baricentro sezione Y_G = 125,00 [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

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

N°	X	Y	d	ω
1	4,30	8,60	26	5,31
2	25,32	8,60	26	5,31
3	46,34	8,60	26	5,31
4	67,36	8,60	26	5,31
5	88,38	8,60	26	5,31
6	109,40	8,60	26	5,31
7	130,41	8,60	26	5,31
8	151,43	8,60	26	5,31
9	172,45	8,60	26	5,31
10	193,47	8,60	26	5,31
11	214,49	8,60	26	5,31
12	235,51	8,60	26	5,31
13	256,53	8,60	26	5,31
14	277,55	8,60	26	5,31
15	298,57	8,60	26	5,31
16	319,59	8,60	26	5,31
17	340,60	8,60	26	5,31
18	361,62	8,60	26	5,31
19	382,64	8,60	26	5,31
20	403,66	8,60	26	5,31
21	424,68	8,60	26	5,31
22	445,70	8,60	26	5,31
23	445,70	242,70	26	5,31
24	435,67	242,70	26	5,31
25	425,64	242,70	26	5,31
26	415,60	242,70	26	5,31
27	405,57	242,70	26	5,31
28	395,54	242,70	26	5,31
29	385,51	242,70	26	5,31
30	375,48	242,70	26	5,31
31	365,45	242,70	26	5,31
32	355,41	242,70	26	5,31
33	345,38	242,70	26	5,31
34	335,35	242,70	26	5,31
35	325,32	242,70	26	5,31
36	315,29	242,70	26	5,31
37	305,25	242,70	26	5,31
38	295,22	242,70	26	5,31
39	285,19	242,70	26	5,31
40	275,16	242,70	26	5,31
41	265,13	242,70	26	5,31
42	255,10	242,70	26	5,31
43	245,06	242,70	26	5,31
44	235,03	242,70	26	5,31
45	225,00	242,70	26	5,31

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTI</p> 	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>																						
<p>VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:</p> <p>Relazione di calcolo Spalla S1</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC</th> <th colspan="3">OPERA 7 DISCIPLINA</th> <th>PROGR</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> <tr> <td>LI0B</td> <td>02</td> <td>E</td> <td>ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI</td> <td>15</td> <td>04</td> <td>001</td> <td>C</td> <td>147</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	147
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO													
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	147													

46	214,97	242,70	26	5,31
47	204,94	242,70	26	5,31
48	194,90	242,70	26	5,31
49	184,87	242,70	26	5,31
50	174,84	242,70	26	5,31
51	164,81	242,70	26	5,31
52	154,78	242,70	26	5,31
53	144,75	242,70	26	5,31
54	134,71	242,70	26	5,31
55	124,68	242,70	26	5,31
56	114,65	242,70	26	5,31
57	104,62	242,70	26	5,31
58	94,59	242,70	26	5,31
59	84,55	242,70	26	5,31
60	74,52	242,70	26	5,31
61	64,49	242,70	26	5,31
62	54,46	242,70	26	5,31
63	44,43	242,70	26	5,31
64	34,40	242,70	26	5,31
65	24,36	242,70	26	5,31
66	14,33	242,70	26	5,31
67	4,30	242,70	26	5,31

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

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

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

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

Combinazioni

Simbologia adottata

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

N°	N	M _y	M _x	M _t	T _y	T _x	VD	VT
1	0,0000	-13907,2800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	-13989,6500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	0,0000	-9323,5600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	0,0000	-5948,6000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	0,0000	-8798,0800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	0,0000	-8848,3700	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
7	0,0000	-8393,8400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
8	0,0000	-8393,8400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	148

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

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

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
5	51,96	0,00	(450,00; 51,96)	(0,00; 51,96)
6	51,96	0,00	(450,00; 51,96)	(0,00; 51,96)
7	51,96	0,00	(450,00; 51,96)	(0,00; 51,96)
8	51,96	0,00	(450,00; 51,96)	(0,00; 51,96)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

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

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
5	2,955	0,000	0,000	36,989	-162,691
6	2,972	0,000	0,000	37,200	-163,621
7	2,819	0,000	0,000	35,289	-155,216
8	2,819	0,000	0,000	35,289	-155,216

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-21863,4239</u>	1,57

Combinazione n° 2

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-21863,4239</u>	1,56

Combinazione n° 3

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-21863,4239</u>	2,34

Combinazione n° 4

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-21863,4239</u>	3,68

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	149

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

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

N°	M _x	M _y	σ _f	σ _c	A _{eff}	ε	S _{rm}	w
5	0,0000	-9671,8776	-178,849	-12,380	12060,00	0,0000	0	0,0000
6	0,0000	-9671,8776	-178,849	-12,380	12060,00	0,0000	0	0,0000
7	0,0000	-9671,8776	-178,849	-12,380	12060,00	0,0000	0	0,0000
8	0,0000	-9671,8776	-178,849	-12,380	12060,00	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

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

Sezione n° 2 - SPALLA S1

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	2,819	9,960	-10,744	2,558	-155,216	35,289	450,000	7
SLER	2,972	13,695	-11,326	2,558	-163,621	37,200	337,500	6

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

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

Sezione n° 2 - SPALLA S1

TC	sf	sc	A _{eff}	Eps	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-178,849	-12,380	1182,701	0,0000	0,000	0,000	0,300	7
SLER	-178,849	-12,380	1182,701	0,0000	0,000	0,000	0,300	5

VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	150

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 $V_{Ed} = 5739.6$ kN, vedi schemi di calcolo seguenti.

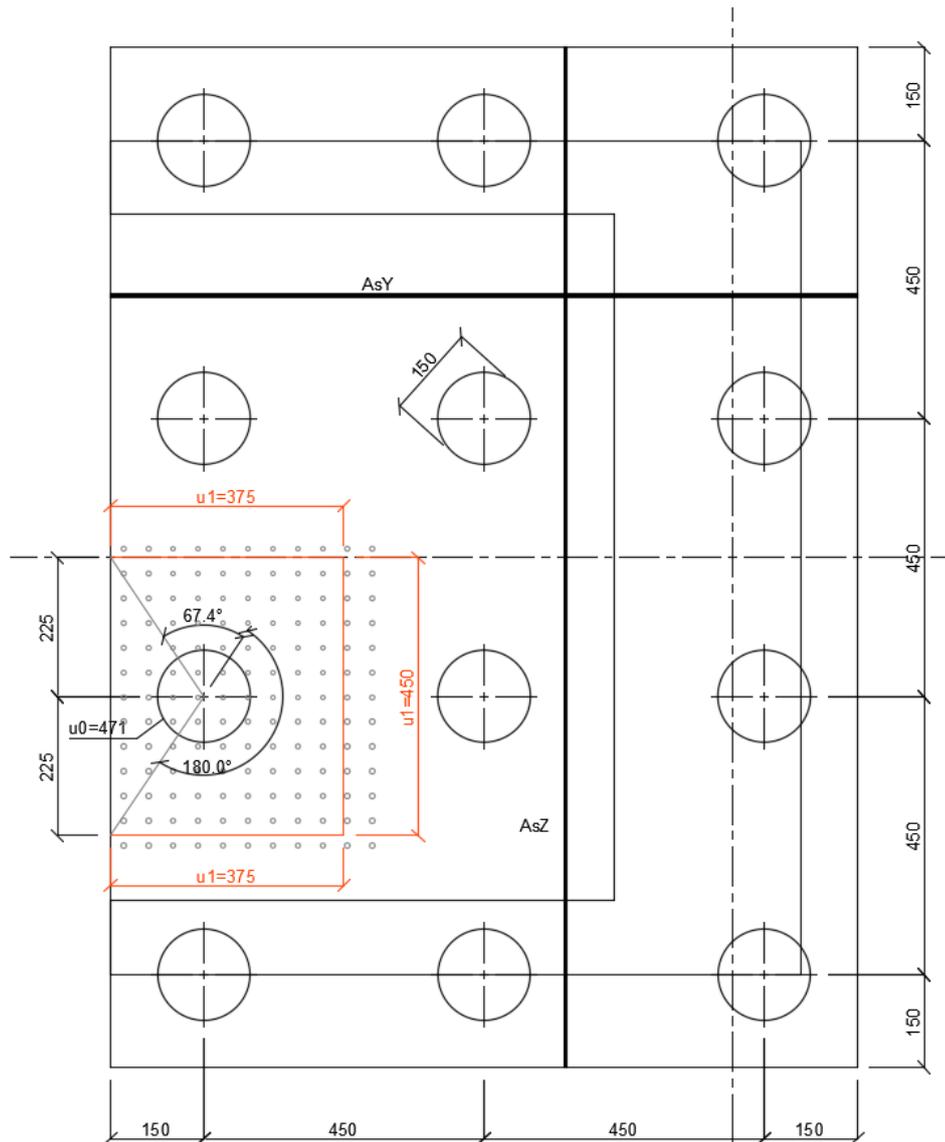
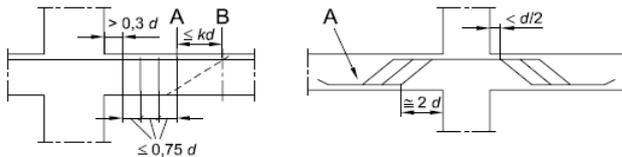


Figura 37 – Schema delle verifiche a taglio-punzonamento per il palo più caricato

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	151

NOME: SPALLA SP1		CALCOLO TAGLIO-PUNZONAMENTO - UNI ENV 1992-1-1: 2005							Rev. 10		
DATI SEZIONE E ARMATURE						AZIONE CALCOLO			CALCESTRUZZO		
	d (m)	A _c (m ²)	A _s (cm ²)	ρ _t (%)	N _{Ed} (kN)	σ _{cp} (MPa)	V _{ed} (kN)	β	f _{ck} (MPa)	f _{cd} (MPa)	γ _c
direzione Y	2,41	2,41	53,07	0,22%	0,0	0,00	5739,6	1,40	24,90	14,11	1,50
direzione Z	2,39	2,39	53,07	0,22%	0,0	0,00					
VERIFICA AREA CARICATA (§6.4.5)											
Verifiche a taglio-punzonamento eseguite sul perimetro u ₁ posto a 1,51d < 2d da bordo pilastro						c (m)	u ₀ (m)	v	V _{Ed} (MPa)	V _{Rd,max} (MPa)	V _{Ed} /V _{Rd,max}
						1,50	4,71	0,54	0,71	3,81	18,7% VERIFICA OK
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§6.4.4)											
Angolo settore di verifica (°)	a (m)	k ₁	k	d (m)	ρ _t (%)	V _{min} (MPa)	σ _{cp} (MPa)	V _{Ed} (MPa)	V _{Rd,c} (MPa)	V _{Ed} /V _{Rd,c}	
157	3,62	0,10	1,29	2,40	0,22%	0,26	0,00	0,28	0,36	77,1% VERIFICA OK	
A	Perimetro di verifica più esterno che richiede armatura a taglio						Perimetro A (u ₁ con V _{Ed} < V _{Rd,cs})			u ₁ (m)	r _{u1} (m)
B	Primo perimetro di verifica entro il quale non è richiesta armatura a taglio						da bordo pilastro a 1,51d			12,00	4,37
							Perimetro B (u _{out} con V _{Ed} < V _{Rd,c})			u _{out,ef} (m)	r _{min} (m)
							oltre 1,09d da bordo pilastro			9,25	3,37
											
(*) Staffe / PtoI: n° totale barre su una fila di passo radiale s _r , estesa a u ₁ Ferri piegati: n° totale barre all'interno del campo radiale s _r =1,5d esteso a u ₁											

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 04			PROGR 001

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 $\Phi 16/10$ e nel lato compresso di $\Phi 14/20$ come rappresentato nella figura seguente per un totale di 15 ferri. I domini di resistenza M-N e i coefficienti di sicurezza a pressoflessione sono ottenuti attraverso il software SAX 10.0 distribuito da Aztec.

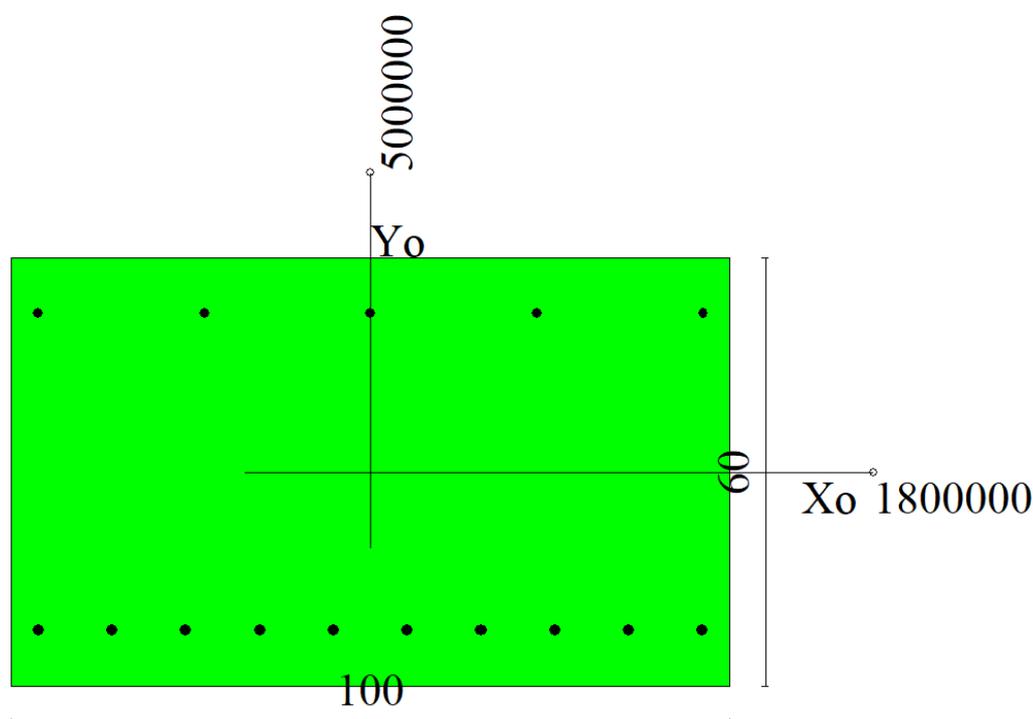


Figura 38 – Sezione trasversale muro paraghiaia e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE MURO PARAGHIAIA

Tipo sezione: Rettangolare
Base: 100,0 [cm]
Altezza: 60,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione: 6000,00 [cmq]
Inerzia in direzione X: 5000000,0 [cm⁴]
Inerzia in direzione Y: 1800000,0 [cm⁴]
Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm⁴]
Ascissa baricentro sezione: $X_G = 50,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione: $Y_G = 30,00$ [cm]

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	153

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

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

N°	X	Y	d	ω
1	3,80	7,00	16	2,01
2	14,07	7,00	16	2,01
3	24,33	7,00	16	2,01
4	34,60	7,00	16	2,01
5	44,87	7,00	16	2,01
6	55,13	7,00	16	2,01
7	65,40	7,00	16	2,01
8	75,67	7,00	16	2,01
9	85,93	7,00	16	2,01
10	96,20	7,00	16	2,01
11	96,30	53,10	14	1,54
12	73,15	53,10	14	1,54
13	50,00	53,10	14	1,54
14	26,85	53,10	14	1,54
15	3,70	53,10	14	1,54

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	210000,000	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

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

N°	N	M _y	M _x	M _t	T _y	T _x	VD	VT
1	62,7800	234,6100	0,0000	0,0000	0,0000	169,8300	SI	NO
2	46,5000	150,4400	0,0000	0,0000	0,0000	97,0600	SI	NO
3	62,7800	234,6100	0,0000	0,0000	0,0000	169,8300	SI	NO
4	46,5000	84,1700	0,0000	0,0000	0,0000	72,7700	SI	NO
5	53,0400	74,2000	0,0000	0,0000	0,0000	60,1800	SI	NO

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	154

6	39,9600	74,2000	0,0000	0,0000	0,0000	60,1800	SI	NO
7	48,4600	116,4000	0,0000	0,0000	0,0000	87,4100	SI	NO
8	39,9600	74,2000	0,0000	0,0000	0,0000	60,1800	SI	NO
9	46,5000	159,8600	0,0000	0,0000	0,0000	115,4500	NO	SLER
10	46,5000	56,1100	0,0000	0,0000	0,0000	48,5100	NO	SLER
11	46,5000	159,8600	0,0000	0,0000	0,0000	115,4500	NO	SLER
12	46,5000	56,1100	0,0000	0,0000	0,0000	48,5100	NO	SLER
13	46,5000	56,1100	0,0000	0,0000	0,0000	48,5100	NO	SLEQP
14	46,5000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
15	46,5000	56,1100	0,0000	0,0000	0,0000	48,5100	NO	SLEQP
16	46,5000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

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

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
9	15,50	0,00	(0,00; 44,50)	(100,00; 44,50)
10	17,24	0,00	(0,00; 42,76)	(100,00; 42,76)
11	15,50	0,00	(0,00; 44,50)	(100,00; 44,50)
12	17,24	0,00	(0,00; 42,76)	(100,00; 42,76)
13	17,24	0,00	(0,00; 42,76)	(100,00; 42,76)
14	503,37	0,00	(0,00; -443,37)	(100,00; -443,37)
15	17,24	0,00	(0,00; 42,76)	(100,00; 42,76)
16	503,37	0,00	(0,00; -443,37)	(100,00; -443,37)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

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

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
9	4,262	0,000	0,000	35,466	-154,701
10	1,521	0,000	0,000	13,683	-47,316
11	4,262	0,000	0,000	35,466	-154,701
12	1,521	0,000	0,000	13,683	-47,316
13	1,521	0,000	0,000	13,683	-47,316
14	0,077	0,000	0,000	1,142	1,036
15	1,521	0,000	0,000	13,683	-47,316
16	0,077	0,000	0,000	1,142	1,036

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

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	155

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>113,6621</u>	0,0000	<u>424,7575</u>	1,81
<u>10845,3853</u>	0,0000	234,6100	172,75
62,7800	0,0000	<u>412,0092</u>	1,76

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>132,7625</u>	0,0000	<u>429,5223</u>	2,86
<u>11236,2645</u>	0,0000	150,4400	241,64
46,5000	0,0000	<u>407,9137</u>	2,71

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>113,6621</u>	0,0000	<u>424,7575</u>	1,81
<u>10845,3853</u>	0,0000	234,6100	172,75
62,7800	0,0000	<u>412,0092</u>	1,76

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>253,8251</u>	0,0000	<u>459,4507</u>	5,46
<u>11537,1828</u>	0,0000	84,1700	248,11
46,5000	0,0000	<u>407,9136</u>	4,85

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>344,1596</u>	0,0000	<u>481,4600</u>	6,49
<u>11581,8526</u>	0,0000	74,2000	218,36
53,0400	0,0000	<u>409,5599</u>	5,52

Combinazione n° 6

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>246,4617</u>	0,0000	<u>457,6441</u>	6,17
<u>11581,8571</u>	0,0000	74,2000	289,84
39,9600	0,0000	<u>406,2661</u>	5,48

Combinazione n° 7

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>184,1312</u>	0,0000	<u>442,2797</u>	3,80
<u>11391,6579</u>	0,0000	116,4000	235,07
48,4600	0,0000	<u>408,4072</u>	3,51

Combinazione n° 8

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>246,4617</u>	0,0000	<u>457,6441</u>	6,17
<u>11581,8571</u>	0,0000	74,2000	289,84
39,9600	0,0000	<u>406,2661</u>	5,48

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	156

M_x Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M_y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
ε Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M _x	M _y	σ _f	σ _c	A _{eff}	ε	S _{rm}	w
9	0,0000	155,3483	-150,026	-11,870	1900,00	0,0390	204	0,1354
10	0,0000	155,3436	-150,021	-11,870	1900,00	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	155,3483	-150,026	-11,870	1900,00	0,0390	204	0,1354
12	0,0000	155,3436	-150,021	-11,870	1900,00	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	155,3436	-150,021	-11,870	1900,00	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	0,0000	1,036	0,068	0,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	155,3436	-150,021	-11,870	1900,00	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	0,0000	1,036	0,068	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	1,521	13,280	-3,772	3,099	-47,316	13,683	450,000	13
SLER	4,262	18,260	-12,238	3,099	-154,701	35,466	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]
A_{eff} Area efficace a trazione espresso in [cmq]
Esp Deformazione espressa in [%]
sr spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w, wl ampiezza fessure e fessura limite espresse in [mm]
Comb. Combinazione critica

Sezione n° 1 - SEZIONE MURO PARAGHIAIA

TC	sf	sc	A _{eff}	Exp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-150,021	-11,870	186,329	0,0000	0,000	0,000	0,200	13
SLER	-150,026	-11,870	186,329	0,0390	204,132	0,135	0,200	9

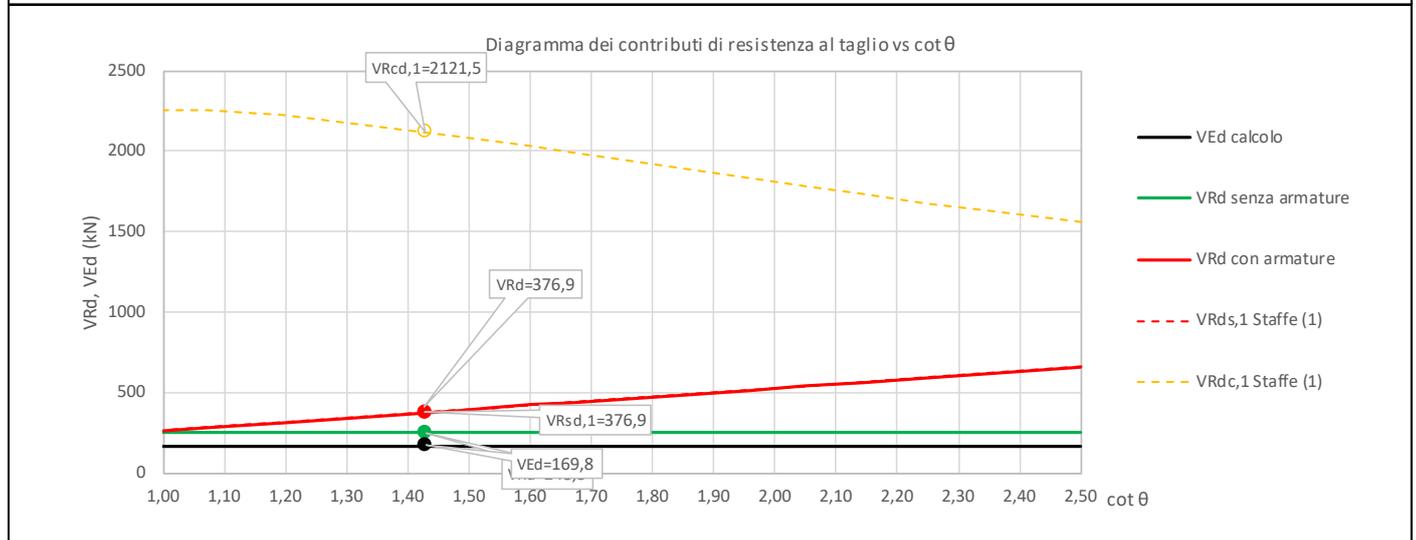
MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 04			PROGR 001

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	d	θ	$\cotg \theta$	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c			
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)				
1,00	0,53	35,00	1,43	-62,8	169,8	234,6	33,20	18,81	1,50			
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$												
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)												
	f_{yd}	n	\emptyset	$A_{sl,\emptyset}$	A_{sl}							
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)							
Barre B450C	391,3	10	16	2,01	20,11							
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)												
	A_{sl}	k_1	k	ρ_l (%)	v_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}			
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)				
	20,11	0,15	1,61	0,38%	0,41	0,12	1,01	248,3	68,4%	VERIFICA OK		



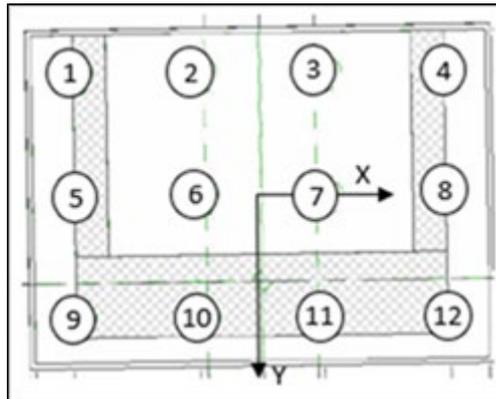
Non si è reso necessario l'inserimento di armatura trasversale per questa sezione.

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	158

11.9 VERIFICHE PLINTO FONDAZIONE

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



Azioni		Ripartizione degli sforzi normali sui pali della palificata												
Combo		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	Hmax, singolo palo
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Nvert Max	SLU6	2904	3051	3197	3344	5446	5593	5740	5886	7988	8135	8282	8429	1145
Nvert Min	SLU24	2572	2513	2454	2395	3796	3737	3678	3619	5021	4961	4902	4843	727
Vtrasv Max	SLU3	2940	3109	3278	3446	5204	5373	5541	5710	7467	7636	7805	7973	1151
Vtrasv Min	SLU24	2572	2513	2454	2395	3796	3737	3678	3619	5021	4961	4902	4843	727
Mtrasv Max	SLU6	3738	3679	3620	3561	5144	5084	5025	4966	6549	6490	6431	6371	1045
Mtrasv Min	SLU24	1691	1860	2028	2197	3857	4025	4194	4363	6023	6191	6360	6529	862
Vlong Max	SLU7	2753	2872	2991	3109	5093	5212	5330	5449	7433	7552	7670	7789	1265
Vlong Min	SLU20	2487	2487	2487	2487	3734	3734	3734	3734	4980	4980	4980	4980	721
Mlong Max	SLU2	2904	3051	3197	3344	5446	5593	5740	5886	7988	8135	8282	8429	1145
Mlong Min	SLU15	2572	2513	2454	2395	3796	3737	3678	3619	5021	4961	4902	4843	727
Mtorc Max	SLU7	2753	2872	2991	3109	5093	5212	5330	5449	7433	7552	7670	7789	1265
Mtorc Min	SLU15	1691	1860	2028	2197	3857	4025	4194	4363	6023	6191	6360	6529	862
Nvert Max	SLV5	1896	2227	2557	2887	3802	4132	4462	4792	5707	6037	6367	6697	1079
Nvert Min	SLV6	1013	1343	1674	2004	2675	3005	3335	3665	4337	4667	4997	5327	1079
Vtrasv Max	SLV3	432	1532	2633	3733	2252	3352	4453	5553	4072	5172	6273	7373	1523
Vtrasv Min	SLV6	1013	1343	1674	2004	2675	3005	3335	3665	4337	4667	4997	5327	1079
Mtrasv Max	SLV1	-134	196	526	856	3407	3737	4068	4398	6949	7279	7609	7939	2057
Mtrasv Min	SLV6	167	1267	2368	3468	1914	3014	4115	5215	3661	4761	5862	6962	1523
Vlong Max	SLV1	-134	196	526	856	3407	3737	4068	4398	6949	7279	7609	7939	2057
Vlong Min	SLV6	1013	1343	1674	2004	2675	3005	3335	3665	4337	4667	4997	5327	1079
Mlong Max	SLV1	-134	196	526	856	3407	3737	4068	4398	6949	7279	7609	7939	2057
Mlong Min	SLV4	1013	1343	1674	2004	2675	3005	3335	3665	4337	4667	4997	5327	1079
Mtorc Max	SLV5	1896	2227	2557	2887	3802	4132	4462	4792	5707	6037	6367	6697	1079
Mtorc Min	SLV4	167	1267	2368	3468	1914	3014	4115	5215	3661	4761	5862	6962	1523

SLU	3679	3620		5593	5740		1265
SLV	2227	2633		4132	4462		2057

VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	160

11.9.1 Verifiche a flessione (SLU, SLV, SLE)

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

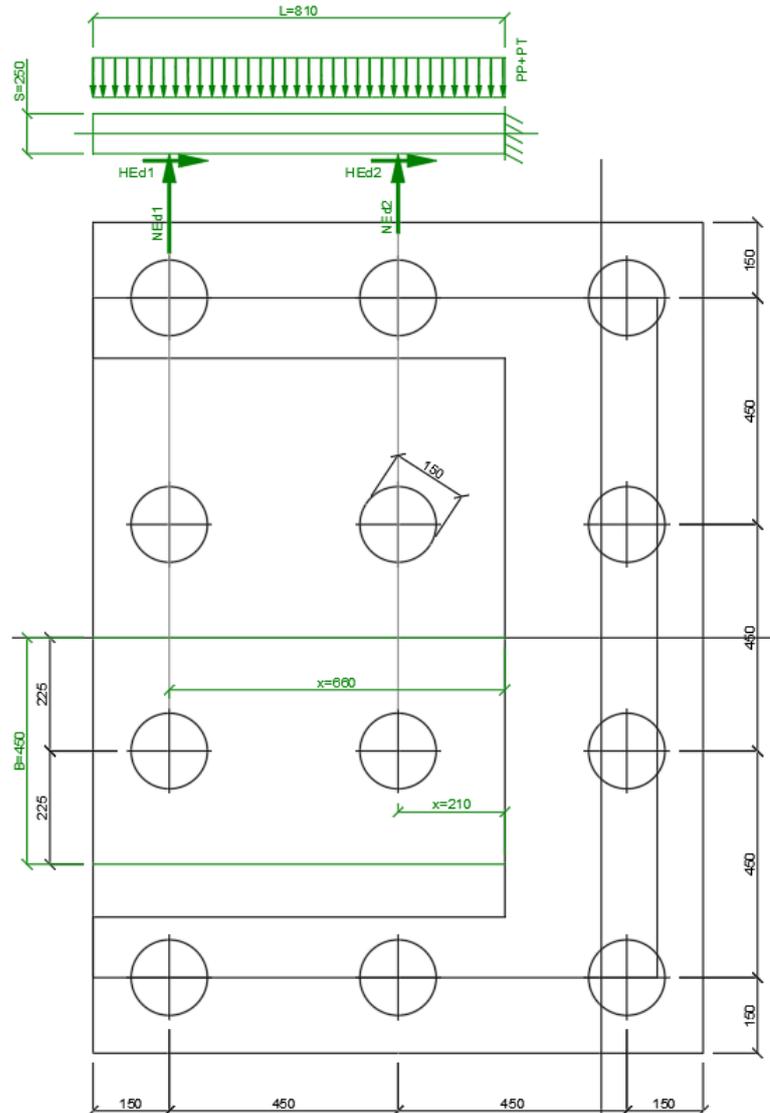
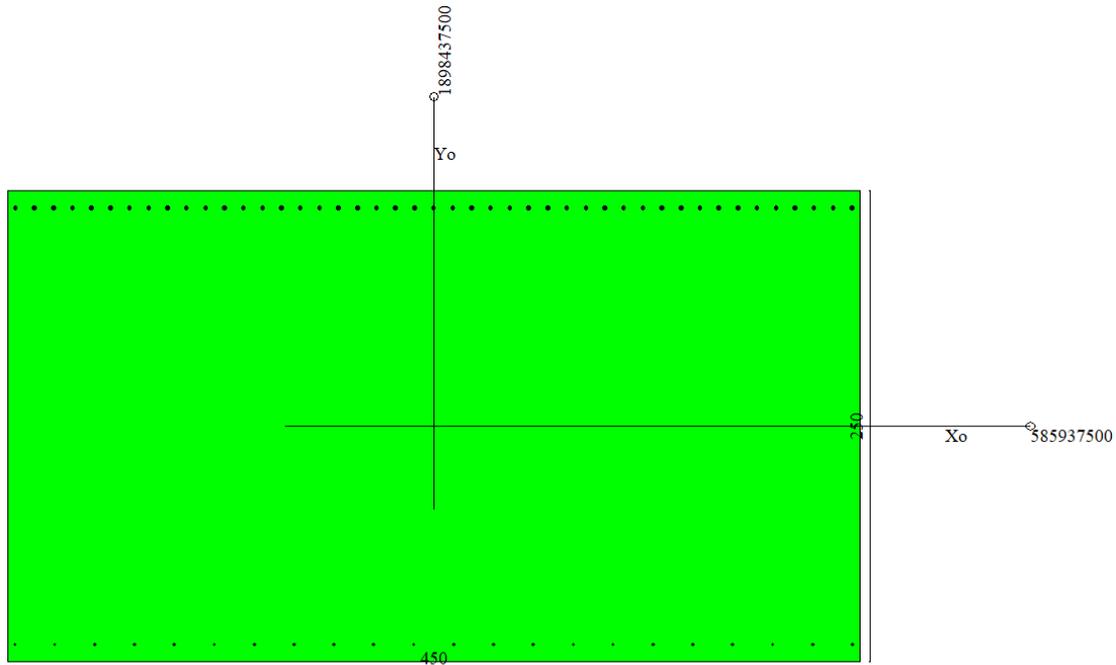


Figura 39 – Schema delle verifiche a flessione del plinto per i pali interni ed esterni più caricati

VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	161

NOME: PALO 2-6, 3-7			CALCOLO MOMENTI PLINTO			
HT (m)	B (m)	S (m)	PP (kN/m)	PT (kN/m)	L (m)	
8.82	4.50	2.50	281.3	793.8	8.10	
	x (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP
Palo 2	6.60	N _{Ed1} (kN)	3679.161	2226.578	2592.357	2771.278
Palo 6	2.10	N _{Ed2} (kN)	5592.902	4131.828	3950.667	3733.5
		H _{Ed1} =H _{Ed2} (kN)	1265.377	2056.96	850.3788	593.9167
		M _{Ed} (kNm)	-13907	-9324	-8798	-8394
	x (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP
Palo 3	6.60	N _{Ed1} (kN)	3620.006	2632.88	2552.92	2771.278
Palo 7	2.10	N _{Ed2} (kN)	5739.598	4462.006	4050.667	3733.5
		H _{Ed1} =H _{Ed2} (kN)	1265	2057	850	594
		M _{Ed} (kNm)	-13990	-5949	-8848	-8394



Dati

Nome sezione:

SPALLA S1

Tipo sezione

Rettangolare

Base

450,0 [cm]

Altezza

250,0 [cm]

VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	162

Caratteristiche geometriche

Area sezione	112500,00 [cmq]	
Inerzia in direzione X	1898437500,0	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	585937500,0	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	X _G = 225,00	[cm]
Ordinata baricentro sezione	Y _G = 125,00	[cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

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

N°	X	Y	d	ω
1	4,30	8,60	26	5,31
2	25,32	8,60	26	5,31
3	46,34	8,60	26	5,31
4	67,36	8,60	26	5,31
5	88,38	8,60	26	5,31
6	109,40	8,60	26	5,31
7	130,41	8,60	26	5,31
8	151,43	8,60	26	5,31
9	172,45	8,60	26	5,31
10	193,47	8,60	26	5,31
11	214,49	8,60	26	5,31
12	235,51	8,60	26	5,31
13	256,53	8,60	26	5,31
14	277,55	8,60	26	5,31
15	298,57	8,60	26	5,31
16	319,59	8,60	26	5,31
17	340,60	8,60	26	5,31
18	361,62	8,60	26	5,31
19	382,64	8,60	26	5,31
20	403,66	8,60	26	5,31
21	424,68	8,60	26	5,31
22	445,70	8,60	26	5,31
23	445,70	242,70	26	5,31
24	435,67	242,70	26	5,31
25	425,64	242,70	26	5,31
26	415,60	242,70	26	5,31
27	405,57	242,70	26	5,31
28	395,54	242,70	26	5,31
29	385,51	242,70	26	5,31
30	375,48	242,70	26	5,31
31	365,45	242,70	26	5,31
32	355,41	242,70	26	5,31
33	345,38	242,70	26	5,31
34	335,35	242,70	26	5,31
35	325,32	242,70	26	5,31
36	315,29	242,70	26	5,31
37	305,25	242,70	26	5,31
38	295,22	242,70	26	5,31
39	285,19	242,70	26	5,31
40	275,16	242,70	26	5,31
41	265,13	242,70	26	5,31

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	163

42	255,10	242,70	26	5,31
43	245,06	242,70	26	5,31
44	235,03	242,70	26	5,31
45	225,00	242,70	26	5,31
46	214,97	242,70	26	5,31
47	204,94	242,70	26	5,31
48	194,90	242,70	26	5,31
49	184,87	242,70	26	5,31
50	174,84	242,70	26	5,31
51	164,81	242,70	26	5,31
52	154,78	242,70	26	5,31
53	144,75	242,70	26	5,31
54	134,71	242,70	26	5,31
55	124,68	242,70	26	5,31
56	114,65	242,70	26	5,31
57	104,62	242,70	26	5,31
58	94,59	242,70	26	5,31
59	84,55	242,70	26	5,31
60	74,52	242,70	26	5,31
61	64,49	242,70	26	5,31
62	54,46	242,70	26	5,31
63	44,43	242,70	26	5,31
64	34,40	242,70	26	5,31
65	24,36	242,70	26	5,31
66	14,33	242,70	26	5,31
67	4,30	242,70	26	5,31

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

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

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

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

Combinazioni

Simbologia adottata

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

N°	N	M _y	M _x	M _t	T _y	T _x	VD	VT
1	0,0000	-13907,2800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	-13989,6500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	0,0000	-9323,5600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	0,0000	-5948,6000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	0,0000	-8798,0800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	0,0000	-8848,3700	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	164

7	0,0000	-8393,8400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
8	0,0000	-8393,8400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

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

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
5	51,96	0,00	(450,00; 51,96)	(0,00; 51,96)
6	51,96	0,00	(450,00; 51,96)	(0,00; 51,96)
7	51,96	0,00	(450,00; 51,96)	(0,00; 51,96)
8	51,96	0,00	(450,00; 51,96)	(0,00; 51,96)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

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

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
5	2,955	0,000	0,000	36,989	-162,691
6	2,972	0,000	0,000	37,200	-163,621
7	2,819	0,000	0,000	35,289	-155,216
8	2,819	0,000	0,000	35,289	-155,216

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	-21863,4239	1,57

Combinazione n° 2

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
0,0000	0,0000	-21863,4239	1,56

Combinazione n° 3

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
0,0000	0,0000	-21863,4239	2,34

Combinazione n° 4

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
0,0000	0,0000	-21863,4239	3,68

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	165

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

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

N°	M _x	M _y	σ _f	σ _c	A _{eff}	ε	S _{rm}	w
5	0,0000	-9671,8776	-178,849	-12,380	12060,00	0,0000	0	0,0000
6	0,0000	-9671,8776	-178,849	-12,380	12060,00	0,0000	0	0,0000
7	0,0000	-9671,8776	-178,849	-12,380	12060,00	0,0000	0	0,0000
8	0,0000	-9671,8776	-178,849	-12,380	12060,00	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

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

Sezione n° 2 - SPALLA S1

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	2,819	9,960	-10,744	2,558	-155,216	35,289	450,000	7
SLER	2,972	13,695	-11,326	2,558	-163,621	37,200	337,500	6

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

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

Sezione n° 2 - SPALLA S1

TC	sf	sc	A _{eff}	Eps	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-178,849	-12,380	1182,701	0,0000	0,000	0,000	0,300	7
SLER	-178,849	-12,380	1182,701	0,0000	0,000	0,000	0,300	5

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	166

11.9.2 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 $V_{Ed} = 5739.6$ kN, vedi schemi di calcolo seguenti.

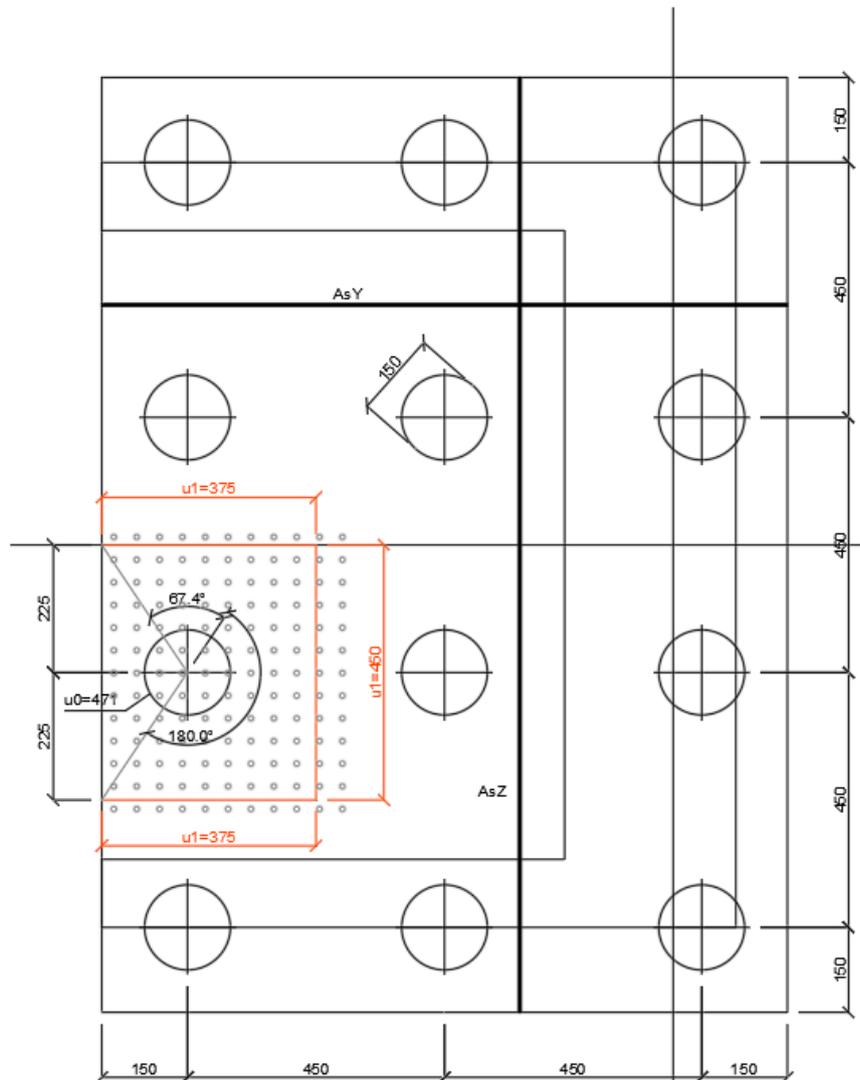


Figura 40 – Schema delle verifiche a taglio-punzonamento per il palo più caricato

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	167

NOME: SPALLA SP1		CALCOLO TAGLIO-PUNZONAMENTO - UNI ENV 1992-1-1: 2005							Rev. 10			
DATI SEZIONE E ARMATURE							AZIONE CALCOLO		CALCESTRUZZO			
	d	A _c	A _s	ρ _t	N _{Ed}	σ _{cp}	V _{Ed}	β	f _{ck}	f _{cd}	γ _c	
	(m)	(m ²)	(cm ²)	(%)	(kN)	(MPa)	(kN)		(MPa)	(MPa)		
direzione Y	2.41	2.41	53.07	0.22%	0.0	0.00	5739.6	1.40	24.90	14.11	1.50	
direzione Z	2.39	2.39	53.07	0.22%	0.0	0.00						
VERIFICA AREA CARICATA (§6.4.5)												
Verifiche a taglio-punzonamento eseguite sul perimetro u ₁ posto a 001d < 2d da bordo pilastro							c	u ₀	v	V _{Ed}	V _{Rd,max}	V _{Ed} /V _{Rd,max}
							(m)	(m)		(MPa)	(MPa)	
							1.50	4.71	0.54	0.71	3.81	18.7% VERIFICA OK
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§6.4.4)												
Angolo settore di verifica (°)	a	k ₁	k	d	ρ _t	V _{min}	σ _{cp}	V _{Ed}	V _{Rd,c}	V _{Ed} /V _{Rd,c}		
	(m)			(m)	(%)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)			
247	2.03	0.10	1.29	2.40	0.22%	0.26	0.00	0.28	0.65	43.2% VERIFICA OK		
A	Perimetro di verifica più esterno che richiede armatura a taglio							Perimetro A (u ₁ con V _{Ed} < V _{Rd,cs})		u ₁ (m)	r _{u1} (m)	
B	Primo perimetro di verifica entro il quale non è richiesta armatura a taglio							da bordo pilastro a 001d		12.00	2.78	
								Perimetro B (u _{out} con V _{Ed} < V _{Rd,c})		u _{out,ef} (m)	r _{min} (m)	
								oltre 000d da bordo pilastro		5.19	1.20	
(*) Staffe / PtoI: n° totale barre su una fila di passo radiale s _r estesa a u ₁ Ferri piegati: n° totale barre all'interno del campo radiale s _r =1,5d esteso a u ₁												

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	168

11.10 VERIFICHE MURO D'ALA

11.10.1 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.

11.10.1.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

La sezione è armata con un quantitativo di armatura longitudinale nel lato teso di $\Phi 20/10$ e nel lato compresso di $\Phi 16/10$ come rappresentato nella figura seguente per un totale di 20 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.

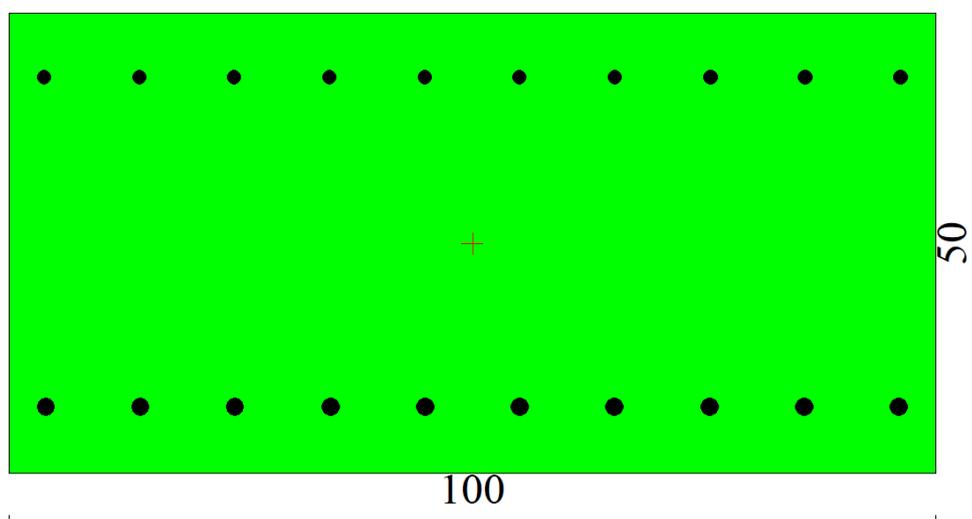


Figura 41 – Sezione trasversale muro d'ala e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE SUP MURO D'ALA SP1

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

Caratteristiche geometriche

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

Elenco ferri

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	169

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 [cm ²]

N°	X	Y	d	ω
1	93,20	43,20	16	2,01
2	83,60	43,20	16	2,01
3	74,00	43,20	16	2,01
4	64,40	43,20	16	2,01
5	54,80	43,20	16	2,01
6	45,20	43,20	16	2,01
7	35,60	43,20	16	2,01
8	26,00	43,20	16	2,01
9	16,40	43,20	16	2,01
10	6,80	43,20	16	2,01
11	7,00	7,00	20	3,14
12	16,56	7,00	20	3,14
13	26,11	7,00	20	3,14
14	35,67	7,00	20	3,14
15	45,22	7,00	20	3,14
16	54,78	7,00	20	3,14
17	64,33	7,00	20	3,14
18	73,89	7,00	20	3,14
19	83,44	7,00	20	3,14
20	93,00	7,00	20	3,14

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

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

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

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

Combinazioni

Simbologia adottata

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

N°	N	M _y	M _x	M _t	T _y	T _x	VD	VT
1	90,1100	111,6800	0,0000	0,0000	0,0000	116,0200	SI	NO
2	90,1100	163,8000	0,0000	0,0000	0,0000	124,9800	SI	NO
3	90,1100	111,6800	0,0000	0,0000	0,0000	116,0200	SI	NO

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	170

4	90,1100	215,9200	0,0000	0,0000	0,0000	133,9300	SI	NO
5	70,7900	15,8400	0,0000	0,0000	0,0000	37,2900	SI	NO
6	58,2600	73,3300	0,0000	0,0000	0,0000	47,2400	SI	NO
7	62,6500	24,9400	0,0000	0,0000	0,0000	8,1200	SI	NO
8	66,4000	148,8400	0,0000	0,0000	0,0000	101,4100	SI	NO
9	64,5300	43,2700	0,0000	0,0000	0,0000	68,4400	NO	SLER
10	64,5300	159,0800	0,0000	0,0000	0,0000	88,3400	NO	SLER
11	64,5300	43,2700	0,0000	0,0000	0,0000	68,4400	NO	SLER
12	64,5300	159,0800	0,0000	0,0000	0,0000	88,3400	NO	SLER
13	64,5300	33,0000	0,0000	0,0000	0,0000	49,7900	NO	SLEQP
14	64,5300	90,9000	0,0000	0,0000	0,0000	59,7400	NO	SLEQP
15	64,5300	33,0000	0,0000	0,0000	0,0000	49,7900	NO	SLEQP
16	64,5300	90,9000	0,0000	0,0000	0,0000	59,7400	NO	SLEQP

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

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

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
9	18,40	0,00	(0,00; 31,60)	(100,00; 31,60)
10	15,69	0,00	(0,00; 34,31)	(100,00; 34,31)
11	18,40	0,00	(0,00; 31,60)	(100,00; 31,60)
12	15,69	0,00	(0,00; 34,31)	(100,00; 34,31)
13	19,67	0,00	(0,00; 30,33)	(100,00; 30,33)
14	16,41	0,00	(0,00; 33,59)	(100,00; 33,59)
15	19,67	0,00	(0,00; 30,33)	(100,00; 30,33)
16	16,41	0,00	(0,00; 33,59)	(100,00; 33,59)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

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

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
9	1,345	0,000	0,000	12,722	-26,994
10	4,765	0,000	0,000	40,505	-124,394
11	1,345	0,000	0,000	12,722	-26,994
12	4,765	0,000	0,000	40,505	-124,394
13	1,038	0,000	0,000	10,187	-18,471
14	2,756	0,000	0,000	24,215	-66,960
15	1,038	0,000	0,000	10,187	-18,471
16	2,756	0,000	0,000	24,215	-66,960

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
----	------------------------------------

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	171

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>459,6160</u>	0,0000	<u>569,6362</u>	5,10
<u>10409,0780</u>	0,0000	111,6800	115,52
90,1100	0,0000	<u>501,8458</u>	4,49

Combinazione n° 2

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>297,1562</u>	0,0000	<u>540,1641</u>	3,30
<u>10118,8906</u>	0,0000	163,8000	112,29
90,1100	0,0000	<u>501,8458</u>	3,06

Combinazione n° 3

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>459,6160</u>	0,0000	<u>569,6362</u>	5,10
<u>10409,0780</u>	0,0000	111,6800	115,52
90,1100	0,0000	<u>501,8458</u>	4,49

Combinazione n° 4

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>219,4689</u>	0,0000	<u>525,8876</u>	2,44
<u>9824,3096</u>	0,0000	215,9200	109,03
90,1100	0,0000	<u>501,8458</u>	2,32

Combinazione n° 5

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>4082,0286</u>	0,0000	<u>913,3964</u>	57,66
<u>10929,7806</u>	0,0000	15,8400	154,40
70,7900	0,0000	<u>498,2257</u>	31,45

Combinazione n° 6

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>451,3955</u>	0,0000	<u>568,1571</u>	7,75
<u>10619,5180</u>	0,0000	73,3300	182,28
58,2600	0,0000	<u>495,8739</u>	6,76

Combinazione n° 7

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>2056,4878</u>	0,0000	<u>818,6561</u>	32,83
<u>10881,0911</u>	0,0000	24,9400	173,68
62,6500	0,0000	<u>496,6982</u>	19,92

Combinazione n° 8

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>235,9640</u>	0,0000	<u>528,9290</u>	3,55
<u>10202,6509</u>	0,0000	148,8400	153,65
66,4000	0,0000	<u>497,4021</u>	3,34

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	172

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

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

N°	M _x	M _y	σ _f	σ _c	A _{eff}	ε	S _{rm}	w
9	0,0000	121,1983	-92,472	-7,762	1700,50	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	121,1975	-92,472	-7,762	1700,50	0,0437	189	0,1406
11	0,0000	121,1983	-92,472	-7,762	1700,50	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	121,1975	-92,472	-7,762	1700,50	0,0437	189	0,1406
13	0,0000	121,1977	-92,472	-7,762	1700,50	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	121,1970	-92,471	-7,762	1700,50	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	121,1977	-92,472	-7,762	1700,50	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	121,1970	-92,471	-7,762	1700,50	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

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

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

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	2,756	14,940	-5,639	3,099	-66,960	24,215	450,000	14
SLER	4,765	18,260	-10,419	3,099	-124,394	40,505	337,500	10

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

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

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

TC	sf	sc	A _{eff}	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-92,472	-7,762	166,765	0,0000	0,000	0,000	0,200	13
SLER	-92,472	-7,762	166,765	0,0437	189,240	0,141	0,200	10

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

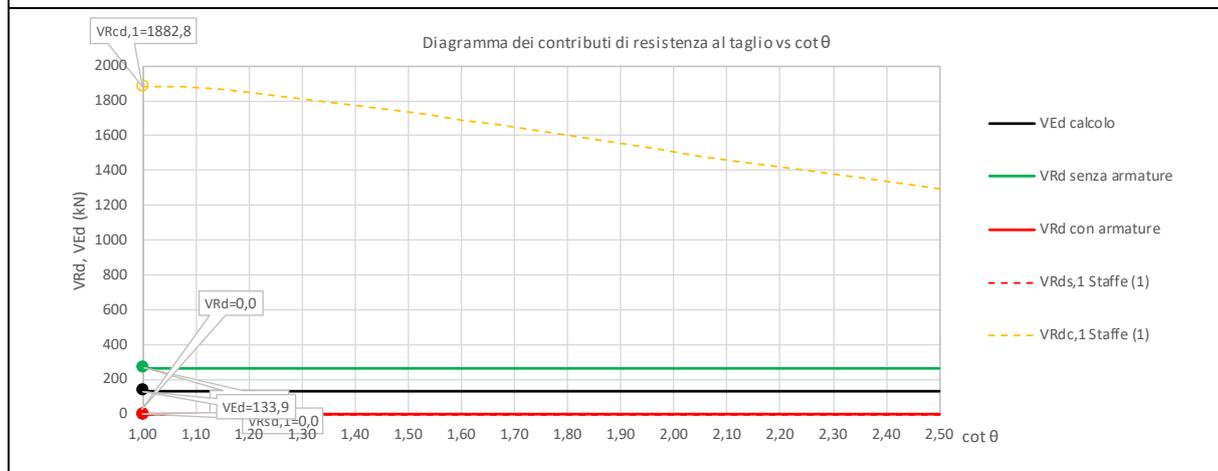
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	173

11.10.1.2 Verifica a taglio SLU, SLV

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

Il valore dei tagli resistenti è stato, invece, ricavato attraverso un apposito foglio di calcolo realizzato in accordo con il D.M. 14/01/2008 p.to 4.1.2.1.3.2. Non si è reso necessario l'inserimento di armatura trasversale per questa sezione.

NOME: SEZ SUP			CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE			AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO					
b_w	d	θ cotg θ	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c			
(m)	(m)	(°)	(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)				
1,00	0,44	45,00 1,00	-90,1	133,9	215,9	33,20	18,81	1,50			
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$											
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)											
	f_{yd}	n	\emptyset	$A_{sl,\emptyset}$	A_{sl}						
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)						
Barre B450C	391,3	10	20	3,14	31,42						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	A_{sl}	k_1	k	ρ_l (%)	V_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}		
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)			
	31,42	0,15	1,67	0,71%	0,44	0,20	1,01	267,4	50,1%	VERIFICA OK	



MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	174

11.10.2 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.

11.10.2.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

La sezione è armata con un quantitativo di armatura longitudinale nel lato teso di due strati di $\Phi 26/10$ e nel lato compresso di $\Phi 24/10$ come rappresentato nella figura seguente per un totale di 30 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.

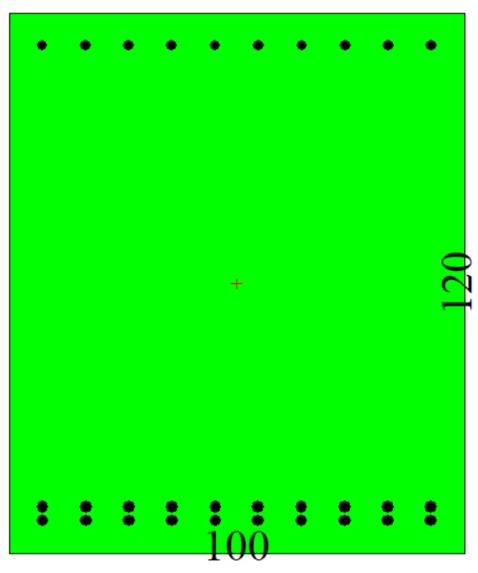


Figura 42 – Sezione trasversale muro d'ala e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE BASE MURO D'ALA SP1

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

Caratteristiche geometriche

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

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTI</p> 	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>																						
<p>VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:</p> <p>Relazione di calcolo Spalla S1</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC</th> <th colspan="3">OPERA 7 DISCIPLINA</th> <th>PROGR</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> <tr> <td>LI0B</td> <td>02</td> <td>E</td> <td>ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI</td> <td>15</td> <td>04</td> <td>001</td> <td>C</td> <td>175</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	175
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO													
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	175													

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	92,80	112,80	24	4,52
2	83,29	112,80	24	4,52
3	73,78	112,80	24	4,52
4	64,27	112,80	24	4,52
5	54,76	112,80	24	4,52
6	45,24	112,80	24	4,52
7	35,73	112,80	24	4,52
8	26,22	112,80	24	4,52
9	16,71	112,80	24	4,52
10	7,20	112,80	24	4,52
11	7,30	7,30	26	5,31
12	16,79	7,30	26	5,31
13	26,28	7,30	26	5,31
14	35,77	7,30	26	5,31
15	45,26	7,30	26	5,31
16	54,74	7,30	26	5,31
17	64,23	7,30	26	5,31
18	73,72	7,30	26	5,31
19	83,21	7,30	26	5,31
20	92,70	7,30	26	5,31
21	7,30	10,30	26	5,31
22	16,79	10,30	26	5,31
23	26,28	10,30	26	5,31
24	35,77	10,30	26	5,31
25	45,26	10,30	26	5,31
26	54,74	10,30	26	5,31
27	64,23	10,30	26	5,31
28	73,72	10,30	26	5,31
29	83,21	10,30	26	5,31
30	92,70	10,30	26	5,31

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

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	176

N° numero d'ordine della combinazione
 N sforzo normale espresso in [kN]
 M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]
 M_X momento lungo X espresso in [kNm]
 M_t momento torcente espresso in [kNm]
 T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]
 T_X taglio lungo X espresso in [kN]
 VD verifica di dominio
 VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLER - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	312,8600	1724,9800	0,0000	0,0000	0,0000	512,8200	SI	NO
2	312,8600	2057,8000	0,0000	0,0000	0,0000	611,6800	SI	NO
3	312,8600	1724,9800	0,0000	0,0000	0,0000	512,8200	SI	NO
4	312,8600	2159,1700	0,0000	0,0000	0,0000	620,6300	SI	NO
5	259,0100	755,4600	0,0000	0,0000	0,0000	256,2900	SI	NO
6	200,0400	864,0100	0,0000	0,0000	0,0000	266,2400	SI	NO
7	220,6800	218,3200	0,0000	0,0000	0,0000	91,3900	SI	NO
8	238,3700	1859,2800	0,0000	0,0000	0,0000	572,4700	SI	NO
9	229,5300	1203,0000	0,0000	0,0000	0,0000	384,7600	NO	SLER
10	229,5300	1428,2700	0,0000	0,0000	0,0000	404,6600	NO	SLER
11	229,5300	1203,0000	0,0000	0,0000	0,0000	384,7600	NO	SLER
12	229,5300	1452,4300	0,0000	0,0000	0,0000	416,3700	NO	SLER
13	229,5300	982,4800	0,0000	0,0000	0,0000	326,9600	NO	SLEQP
14	229,5300	1095,1200	0,0000	0,0000	0,0000	336,9100	NO	SLEQP
15	229,5300	982,4800	0,0000	0,0000	0,0000	326,9600	NO	SLEQP
16	229,5300	1095,1200	0,0000	0,0000	0,0000	336,9100	NO	SLEQP

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	177

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

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

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
9	45,02	0,00	(0,00; 74,98)	(100,00; 74,98)
10	44,50	0,00	(0,00; 75,50)	(100,00; 75,50)
11	45,02	0,00	(0,00; 74,98)	(100,00; 74,98)
12	44,45	0,00	(0,00; 75,55)	(100,00; 75,55)
13	45,76	0,00	(0,00; 74,24)	(100,00; 74,24)
14	45,35	0,00	(0,00; 74,65)	(100,00; 74,65)
15	45,76	0,00	(0,00; 74,24)	(100,00; 74,24)
16	45,35	0,00	(0,00; 74,65)	(100,00; 74,65)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

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

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
9	4,786	0,000	0,000	60,313	-107,934
10	5,649	0,000	0,000	71,023	-129,861
11	4,786	0,000	0,000	60,313	-107,934
12	5,741	0,000	0,000	72,171	-132,214
13	3,941	0,000	0,000	49,820	-86,479
14	4,373	0,000	0,000	55,181	-97,436
15	3,941	0,000	0,000	49,820	-86,479
16	4,373	0,000	0,000	55,181	-97,436

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>852.9394</u>	0,0000	<u>4702.7531</u>	2,73
<u>22367.3307</u>	0,0000	1724,9800	71,49
312,8600	0,0000	<u>4448.8362</u>	2,58

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>704.4598</u>	0,0000	<u>4633.5017</u>	2,25
<u>21608.9794</u>	0,0000	2057,8000	69,07

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	178

312,8600 0,0000 4448,8362 2,16

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
852,9394	0,0000	<u>4702,7531</u>	2,73
<u>22367,3307</u>	0,0000	1724,9800	71,49
312,8600	0,0000	<u>4448,8362</u>	2,58

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
668,9797	0,0000	<u>4616,8919</u>	2,14
<u>21376,2301</u>	0,0000	2159,1700	68,33
312,8600	0,0000	<u>4448,8362</u>	2,06

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
1737,8624	0,0000	<u>5068,8603</u>	6,71
<u>24518,8252</u>	0,0000	755,4600	94,66
259,0100	0,0000	<u>4423,2091</u>	5,85

Combinazione n° 6

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
1116,1038	0,0000	<u>4820,6602</u>	5,58
<u>24282,6797</u>	0,0000	864,0100	121,39
200,0400	0,0000	<u>4395,0798</u>	5,09

Combinazione n° 7

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
6277,1481	0,0000	<u>6210,0189</u>	28,44
<u>25667,0862</u>	0,0000	218,3200	116,31
220,6800	0,0000	<u>4404,9331</u>	20,18

Combinazione n° 8

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
586,9777	0,0000	<u>4578,4113</u>	2,46
<u>22062,4268</u>	0,0000	1859,2800	92,56
238,3700	0,0000	<u>4413,3714</u>	2,37

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
M_x	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M_y	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
σ_f	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A_{eff}	Area efficace a trazione, espressa in [cm ²]
ϵ	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S_{fm}	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_x	M_y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ϵ	S_{fm}	w
9	0,0000	833,8176	-72,025	-5,331	2830,00	0,0407	179	0,1243
10	0,0000	833,8084	-72,025	-5,331	2830,00	0,0534	179	0,1628
11	0,0000	833,8176	-72,025	-5,331	2830,00	0,0407	179	0,1243

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	179

12	0,0000	833,7998	-72,024	-5,331	2830,00	0,0547	179	0,1668
13	0,0000	833,8127	-72,025	-5,331	2830,00	0,0274	179	0,0837
14	0,0000	833,7991	-72,024	-5,331	2830,00	0,0344	179	0,1049
15	0,0000	833,8127	-72,025	-5,331	2830,00	0,0274	179	0,0837
16	0,0000	833,7991	-72,024	-5,331	2830,00	0,0344	179	0,1049

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

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

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

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	4,373	14,940	-7,200	3,099	-97,436	55,181	450,000	14
SLER	5,741	18,260	-9,757	3,099	-132,214	72,171	337,500	12

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

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

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

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-72,024	-5,331	277,533	0,0344	179,447	0,105	0,200	14
SLER	-72,024	-5,331	277,533	0,0547	179,447	0,167	0,200	12

**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

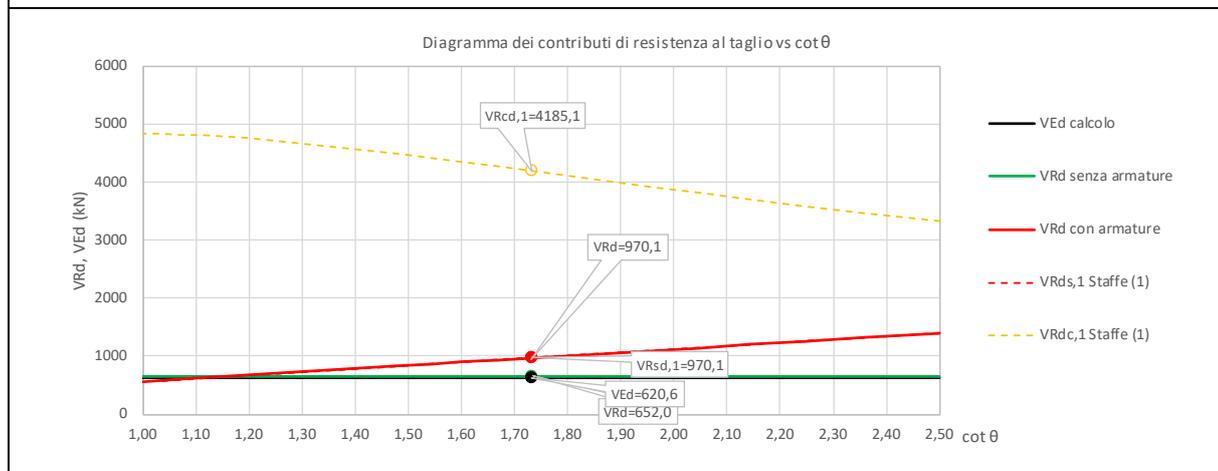
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	180

11.10.2.2 Verifica a taglio SLU, SLV

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

Il valore dei tagli resistenti è stato, invece, ricavato attraverso un apposito foglio di calcolo realizzato in accordo con il D.M. 14/01/2008 p.to 4.1.2.1.3.2. Non si è reso necessario l'inserimento di armatura trasversale per questa sezione.

NOME: SEZ. BASE			CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)						Rev. 10.1		
DATI SEZIONE			AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO					
b_w	d	θ cotg θ	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c			
(m)	(m)	(°)	(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)				
1,00	1,13	30,00 1,73	-312,9	620,6	2159,2	33,20	18,81	1,50			
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$											
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)											
	f_{yd}	n	\varnothing	$A_{sl,\varnothing}$	A_{sl}						
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)						
Barre B450C	391,3	20	26	5,31	106,19						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	A_{sl}	k_1	k	ρ_l (%)	V_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}		
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)			
	106,19	0,15	1,42	0,94%	0,34	0,28	1,01	652,0	95,2%	VERIFICA OK	



VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	181

12. VERIFICHE LOCALI

12.1 BAGGIOLI

Si procede alla verifica del baggiolo tipologico di dimensioni 150x180x30 cm, armato in verticale con 1Ø14/10 distribuiti sui lati perimetrali, armato in orizzontale con 1Ø12/10 staffe cerchiati esterne (n°2 braccia per direzione) e 6Ø12/10 ganci interni (n°6 braccia per direzione).

Al fine di mantenere un abbondante margine di sicurezza, i carichi di progetto verticale N_{Ed} ed orizzontale V_{Ed} sono stati ipotizzati come i massimi concomitanti previsti su tutti gli appoggi (F)-(UT)-(UL)-(M), vedi tabelle specifiche, inoltre l'impronta degli appoggi stessi è stata cautelativamente assunta di 80x80 cm.

Le verifiche sono state svolte secondo le indicazioni del CEB-FIP Model Code 90 e secondo quanto riportato in letteratura riguardo gli studi di diffusione delle tensioni di compressione e trazione su un volume generico di calcestruzzo (Leonhardt, 1973).

Per le azioni dell'appoggio si considera una eccentricità addizionale di 5 cm, quindi una centratura non ottimale delle azioni sul volume di calcestruzzo del baggiolo con conseguente riduzione dell'area efficace di contatto.

Si sono considerate le armature di cerchiatura come collaboranti per il 0% ai fini dell'aumento della resistenza a compressione del calcestruzzo in zona compressa (Region I), mentre per le tensioni di trazione interna si sono considerate solo le armature trasversali interne (Region II).

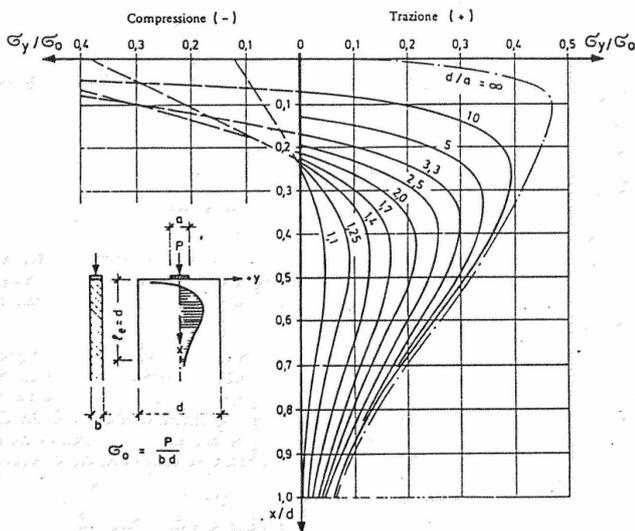


Fig. 3.6: Curve e grandezza delle tensioni trasversali σ_y , riferite a $\sigma_0 = \frac{P}{b \cdot d}$, lungo l'asse x per condizioni diverse d/a (40)

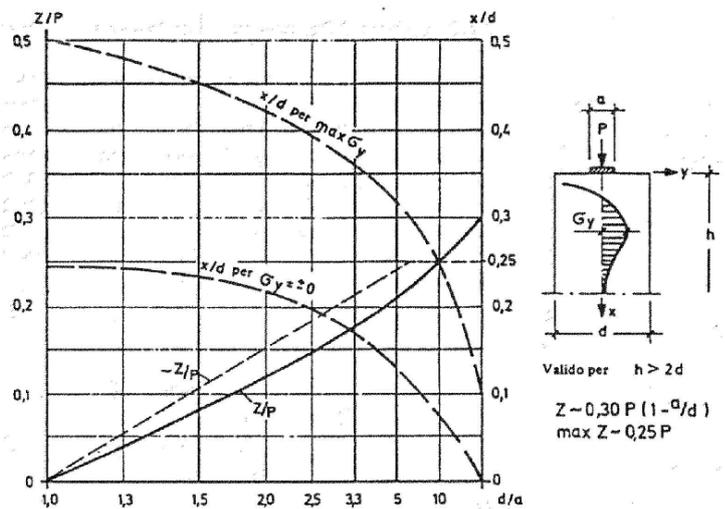


Fig. 3.8: Grandezza della forza di fenditura risultante Z, riferita al carico P, distanza della tensione massima trasversale $\max \sigma_y$ e distanza del punto con $\sigma_y = 0$ dal bordo caricato in lastre con $h > 2d$ (40)

Figura 43 – Grafici da F. Leonhardt, 1973 "Casi speciali di dimensionamento delle strutture in c.a. e c.a.p."

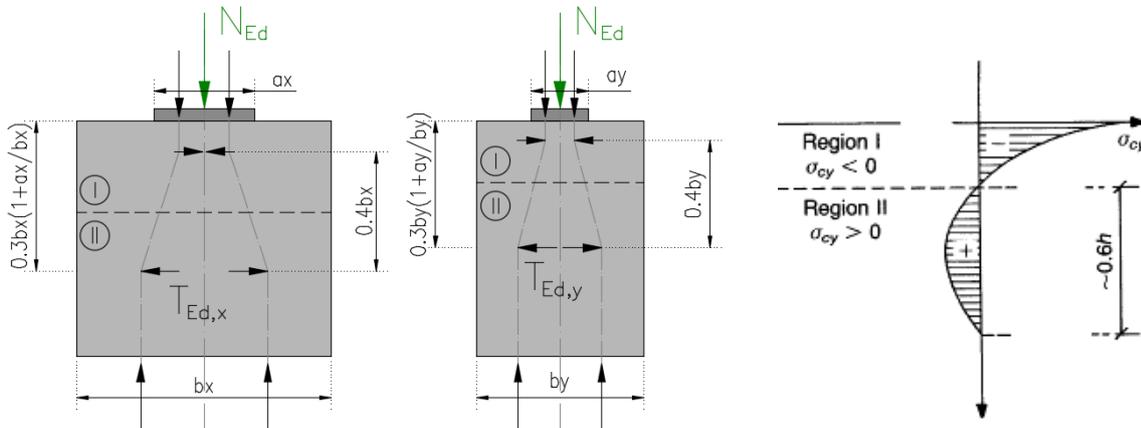
**VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	182

NOME: **BAGGIOLO TIPO**

VERIFICA BAGGIOLI (CEB-FIP MODEL CODE 90, F. LEONHARDT - 1973)

Rev. 09



GEOMETRIA, AZIONI E MATERIALI VOLUME DI CALCOLO (MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)

N_{Ed} (kN)	4450,0	b_x (m)	1,500	f_{yd} (MPa)	391,3
M_{Ed} (kNm)	222,5	b_y (m)	1,800	f_{ck} (MPa)	33,2
e_{max} (m)	0,050	a_x (m)	0,800	a'_{cc}	0,85
		a_y (m)	0,800	a'_y (m)	0,750

	Altezza (m)	Posiz. T_{Ed} (m)	Altezza zona (m)		Posizione zona		Posizione zona		b/a'
			Region II	Region I	Region II	Region I			
	(b) (0,3b(1+a/b))	(0,6b)	(grafico)	da (m)	a (m)	da (m)	a (m)		
Direz. X	1,50	0,69	0,90	0,22	0,22	1,12	0,00	0,22	2,00
Direz. Y	1,80	0,78	1,08	0,23	0,23	1,31	0,00	0,23	2,40

VERIFICA ARMATURE ORIZZONTALI (Trazione, Region II, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)

Direz.	A_{sh} (cm ²)	T_{Rd} (kN)	T_{Ed} (kN)	T_{Ed}/T_{Rd}	
Direz. X	3x6Ø12	20,35	796,2	> 667,5	83,8% VERIFICA OK
Direz. Y	3x6Ø12	20,35	796,2	> 778,8	97,8% VERIFICA OK

VERIFICA CALCESTRUZZO CONFINATO (Compressione, Region I, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)

Direz.	A_{sh} (cm ²)	σ_l (MPa)	α	σ_2 (MPa)	$f_{ck,c}$ (MPa)	$f_{cd,c}$ (MPa)	σ_{Ed} (MPa)	$\sigma_{Ed}/f_{cd,c}$	
Direz. X	2x2Ø12	3,77	0,08	0,00	0,00	33,2	18,8	> 10,8	57,3% VERIFICA OK
Direz. Y	2x2Ø12	3,77	0,08	0,00	0,00	33,2	18,8	> 10,3	54,8% VERIFICA OK

ν 0,20 (formule cls confinato da EN 1992-1-1: 2005, NTC2018)

(stress compressione σ_{Ed} con distribuzione approssimata triangolare)

C_{Ed} (kN) 890,0 ($C_{Ed} = \nu \cdot N_{Ed}$)

VERIFICA ARMATURE VERTICALI (Giunto di taglio, MC90 §6.10.2)

$V_{Ed,x}$ (kN)	4450,0	$N_{Ed,min}$ (kN)	1350,0	μ	0,60
$V_{Ed,y}$ (kN)	3000,0	$\sigma_{Ed,min}$ (MPa)	2,40	β_{fctd} (MPa)	0,00
V_{Ed} (kN)	5366,8	$f_{cd,c}$ (MPa)	18,8	A_{sv} (cm ²)	89,24 <-- (2x14+2x17)Ø14

$$\tau_{Rd} = \beta f_{ctd} + \mu(\rho f_{yd} + \sigma_{cd}) < 0,25 f_{cd}$$

T_{Rd} (MPa)	2,22	T_{Ed} (MPa)	1,99	T_{Ed}/T_{Rd}	89,7% VERIFICA OK
----------------	------	----------------	------	-----------------	-------------------

Figura 44 – Baggioli tipo – Verifica del calcestruzzo armato a compressione e trazione

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	183

12.2 DEFORMABILITA' SPALLA

12.2.1 Verifiche sicurezza del binario

Per la sicurezza del binario occorre garantire quanto riportato al §2.5.1.4.5.2-3 del MdP.

“Al fine di garantire la sicurezza del binario rispetto a fenomeni di instabilità per compressione e rottura per trazione della rotaia, nonché rispetto ad eccessivi scorrimenti nel ballast, causa di un suo rapido deterioramento, occorre che vengano rispettati i seguenti limiti sull'incremento delle tensioni nel binario e sugli spostamenti relativi tra binario ed estradosso dell'impalcato o del rilevato. L'incremento massimo consentito di tensione nella rotaia causato dall'interazione binario-struttura prodotta dalle azioni indicate in 2.5.1.4.5.1 sarà assunto pari a:

$\Delta\sigma_{c,max} = 60 \text{ N/mm}^2$ (per la compressione)

$\Delta\sigma_{t,max} = 70 \text{ N/mm}^2$ (per la trazione)

Lo spostamento massimo consentito tra estradosso dell'impalcato o del rilevato e la faccia inferiore della traversa dovuto alle sole forze di avviamento e/o di frenatura sarà assunto pari a 5 mm. La verifica di sicurezza del binario, in termini di tensioni e spostamenti, andrà condotta considerando la combinazione caratteristica (rara) del metodo S.L.E., adottando per le azioni di cui al precedente punto 2.5.1.4.5.1 coefficienti $\gamma_{oi}=1,0$ fermi restando i su esposti limiti di incremento di tensione nella rotaia.”

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

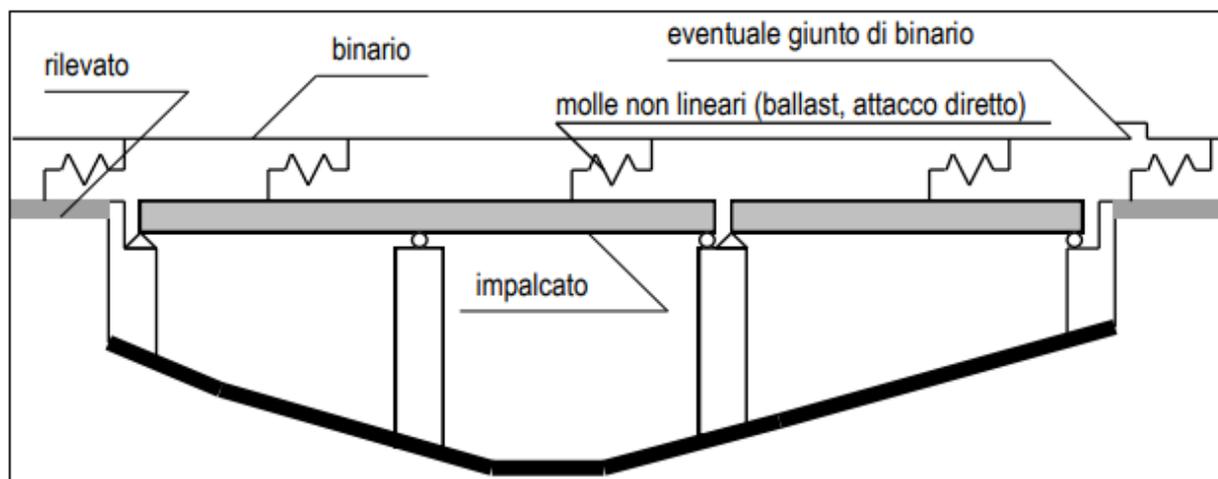


Fig. 2.5.1.4.5.3-1 - Schema di modello strutturale per valutare l'interazione.

Figura 45 – 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:

- *La sottostruttura ha rigidezza K sufficiente a limitare lo spostamento dell'impalcato in direzione longitudinale dovuto all'avviamento e alla frenatura δ_b , ad un massimo di 5 mm in presenza delle forze longitudinali dovute all'avviamento e alla frenatura definite in*

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 04			Progr 001

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 δH , non supera i 5mm;
- La lunghezza di espansione L_T è minore di 40 m.”

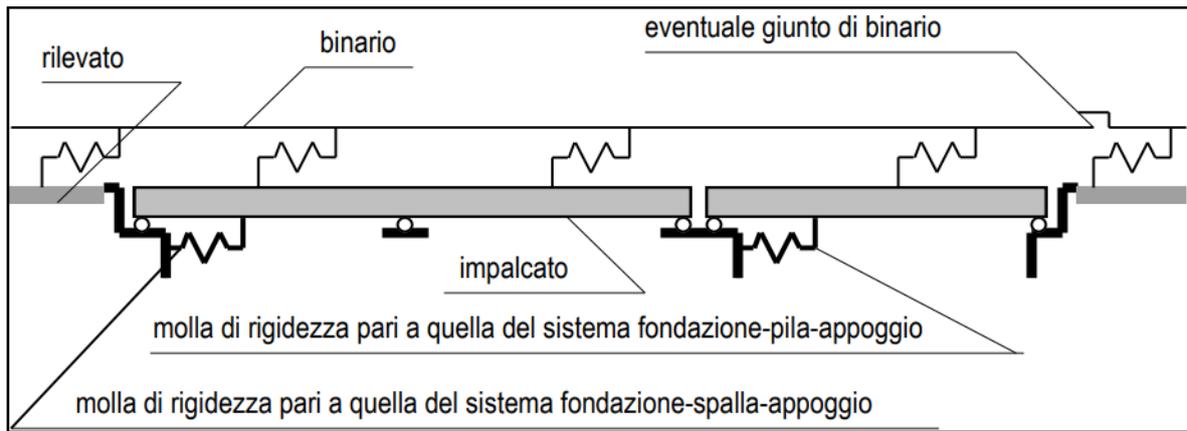


Fig. 2.5.1.4.5.3-3 - Schema di modello strutturale semplificato per valutare l'interazione.

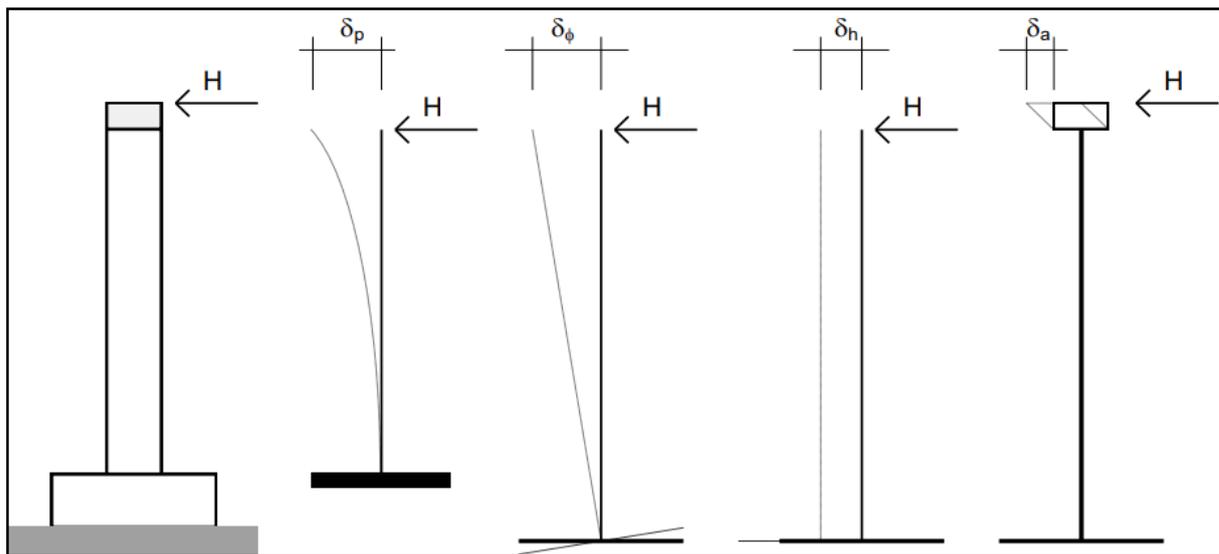


Fig. 2.5.1.4.5.3-4 - Individuazione dei contributi alla deformabilità complessiva del sistema fondazione-pila-appoggio

Figura 46 – Interazione binario- struttura - Schema semplificato di calcolo

Nel caso in oggetto, considerando la massima altezza pila prevista e le valutazioni effettuate nel dimensionamento delle sottofondazioni, alla cui documentazione di calcolo si rimanda per ulteriori dettagli, per la verifica di sicurezza si ha quanto segue.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	185

NOME: IMPALCATO L=25 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA				Rev. 00
L calcolo (m)	22,80	Lunghezza tra appoggi			Distanza PF/appoggi (m)	3,30
L (m)	25,00	Lunghezza di binario carico				
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2				
α (-)	1,10	α (-)	1,00			
$Q_{3,f}$ (kN)	550,0	$Q_{3,f}$ (kN)	875,0		Forza frenatura caratt. longitudinale	
$V_{3,f}$ (kNm)	79,6	$V_{3,f}$ (kNm)	126,6		Forza frenatura caratt. verticale	
$Q_{3,a}$ (kN)	907,5	$Q_{3,a}$ (kN)	825,0		Forza avviamento caratt. longitudinale	
$V_{3,a}$ (kNm)	131,3	$V_{3,a}$ (kNm)	119,4		Forza avviamento caratt. verticale	
VERIFICHE SICUREZZA BINARIO (§2.5.1.4.5.3 MdP)						
$Q_{3,f}$ (kN)	875,0	Massima azione frenatura per LM71 o SW/0 o SW/2				
$Q_{3,a}$ (kN)	907,5	Massima azione avviamento per LM71 o SW/0 o SW/2				
H (kN)	1782,5	Massima azione applicata all'appoggio				
I_L (m ⁴)	30,38	Inerzia longitudinale elevazione				
E (MPa)	33346	Modulo elastico elevazione				
H_{elev} (m)	5,50	Altezza elevazione				
K (kN/m)	18263887	$K=(3 \cdot E \cdot I_L) / H_{elev}^3$				
δ_p (mm)	0,1	Spostamento deformabilità elastica elevazione	(da calcolo fondazioni)			
δ_ϕ (mm)	0,0	Spostamento deformabilità rotazione fondazione	ϕ (rad)	0,00001		
δ_h (mm)	1,0	Spostamento deformabilità traslazionefondazione	s_h (mm)	1,0		
δ_a (mm)	1,0	Spostamento deformabilità appoggi				
$\Sigma \delta_i$ (mm)	2,1	Spostamento totale	<	5.0 mm	OK VERIFICATO	

12.2.2 Effetti del secondo ordine

Con riferimento alle valutazioni degli spostamenti orizzontali di testa spalla effettuati nella condizione di esercizio SLE RA (verifica di sicurezza del binario) e nella condizione sismica SLV (verifiche escursione giunti), visti i valori trascurabili in relazione alle dimensioni e alla snellezza della sottostruttura, si conferma che gli effetti del secondo ordine dei carichi applicati verticali sono irrilevanti ai fini dei calcoli di dimensionamento.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	186

12.3 RITEGNI

Si verificano i ritegni trasversali e longitudinali alle massime azioni sismiche SLV secondo il modello teorico locale a tirante – puntone, come previsto in ENV 1992 e CEB-FIP Model Code 90.

Nei paragrafi seguenti viene indicata la geometria, lo schema di calcolo, le armature previste e le massime azioni orizzontali N_{Ed} considerate nei vari casi, nell'ipotesi a favore di sicurezza di un'amplificazione delle forze sismiche trasmesse di 1.10 e di spessori strutturali delle superfici di contatto cautelativamente ridotte.

12.3.1 Campata L=25 m

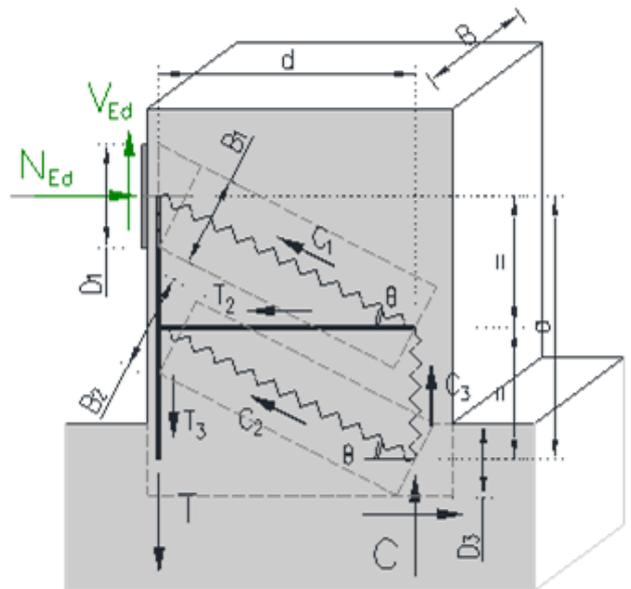
12.3.1.1 Ritegni trasversali

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

12.3.1.2 Ritegni longitudinali

Si considera l'azione $N_{Ed}=1.10 \cdot 4450 = 4895$ kN, un'armatura al corrente teso verticale di $1\text{Ø}26/10$ e un'armatura distribuita interna di staffe/ganci $1\text{Ø}16/10/10$ ad assorbire le trazioni orizzontali all'interno del ritegno. A favore di sicurezza, si considera un effetto di confinamento delle armature trasversali nullo.

NOME: RITEGNI LONG. L=25m		VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09	
GEOMETRIA		MATERIALI				AZIONI	
D_1 (m)	0,20	B (m)	1,80	f_{yd} (MPa)	391,3	N_{Ed} (kN)	4895,0
D_3 (m)	0,20	θ (rad)	0,288 (16,5°)	f_{ck} (MPa)	33,20	V_{Ed} (kN)	0,0
a (m)	0,45			α_{cc}	0,85		
d (m)	0,76			ν	0,87		
VERIFICA ARMATURA							
- Tiranti tesi							
$T=T_3$ (kN)	3655,8						
A_s (mm ²)	9552 (1x1Ø26/10)	σ_{Ed}/f_{yd}	97,8%	VERIFICA OK			
σ_s (MPa)	382,73						
- Puntone compressi							
$T_w=T_2$ (kN)	4895,0						
A_{sw} (mm ²)	16278 (1Ø16/10/10)	σ_{Ed}/f_{yd}	76,8%	VERIFICA OK			
σ_{sw} (MPa)	300,72						
VERIFICA CALCESTRUZZO							
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)							
A_{sh} (mm ²)	0 (-)	$f_{ck,c}$ (MPa)	33,2				
σ_1 (MPa)	0,00	$f_{cd,c}$ (MPa)	18,8				
α	1,00	$\sigma_{Rd,max}$ (MPa)	16,31				
σ_2 (MPa)	0,00						
- Puntone compressi							
C_1 (kN)	5105,0						
B_1 (m)	0,19	$\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd,max}$	90,6%	VERIFICA OK			
σ_{c1} (MPa)	14,79						
$C=C_2$ (kN)	5105,0						
B_2 (m)	0,70	$\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd,max}$	24,7%	VERIFICA OK			
σ_{c2} (MPa)	4,03						



VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	187

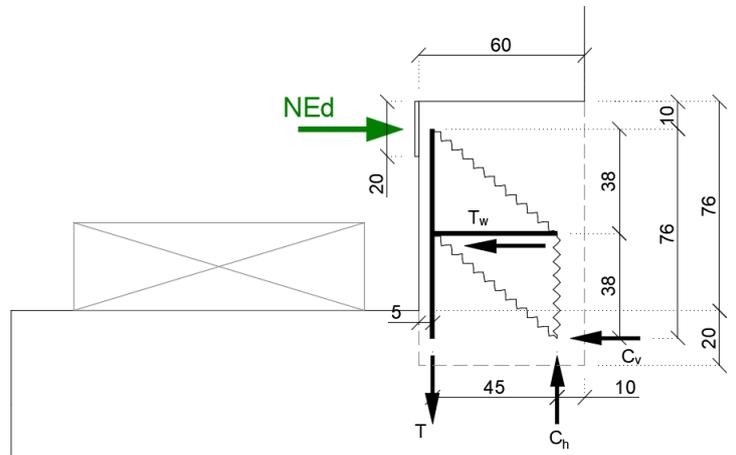


Figura 47 – Schema delle verifiche locali del ritegno longitudinale

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	188

13. RIEPILOGO INCIDENZE C.A.

Dalle verifiche effettuate sugli elementi in c.a. costituenti la sottostruttura in oggetto, si riassumono di seguito i principali valori di incidenza di armature previsti rispetto ai volumi totali di calcestruzzo.

Sottostruttura	Plinto (kg/m ²)	Elevazione (kg/m ²)	Muri (kg/m ²)	Paraghiaia (kg/m ²)	Baggioli (kg/m ²)	Ritegni (kg/m ²)
SPALLA SP1	100	80	150	100	350	450

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	189

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 in c.a.p L=25 m sono state valutate considerando lo spettro elastico longitudinale o trasversale del primo periodo di vibrazione della pila più sollecitata in condizione sismica, nel caso del viadotto in esame quella di altezza massima H=8 m.

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

Massa efficace longitudinale (kg)	1288603	(Intera campata)
Massa efficace trasversale (kg)	687982	(Mezza campata)
Massa efficace verticale (kg)	687982	(Mezza campata)
Forza sismica longitudinale (kN)	8724	
Forza sismica trasversale (kN)	3119	
Forza sismica verticale (kN)	1757	
Spettro elastico longitudinale $S_e(T)$ (g)	0.6901	(vedi calcolo pila H=8m)
Spettro elastico trasversale $S_e(T)$ (g)	0.4622	
Spettro elastico verticale $S_{ve}(T)$ (g)	0.2603	

IMPALCATO CAP L=25m									
APPOGGI	Appoggio (F)			Appoggio (UL)			Appoggio (M)		
	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.
SLE PERM									
Max (kN)	±0	±0	+1050	±0	±0	+1050	±0	±0	+2000
Min (kN)	±0	±0	+950	±0	±0	+950	±0	±0	+1650
SLE									
Max (kN)	±200	±150	+2150	±0	±250	+2350	±0	±0	+3100
Min (kN)	-±600	-±50	+950	±0	-±50	+950	±0	±0	+1600
SLU PERM									
Max (kN)	±0	±0	+1450	±0	±0	+1450	±0	±0	+2750
Min (kN)	±0	±0	+1350	±0	±0	+1350	±0	±0	+2300
SLU									
Max (kN)	±300	±250	+3050	±0	±400	+3350	±0	±0	+4450
Min (kN)	-±850	-±50	+950	±0	-±100	+950	±0	±0	+1550
SLV q=1.00									
Max (kN)	±4550	±1550	+1700	±0	±3100	+1700	±0	±0	+2600
Min (kN)	-±4150	-±1550	+750	±0	-±3100	+750	±0	±0	+1400
TOTALE (kN)	±4550	±1550	±3050	±0	±3100	±3350	±0	±0	±4450
Spost. Max (mm)	-	-	-	±110	-	-	±110	±5	-

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI15 da km 22+780,80 a km 23+265,80: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	04	001	C	190

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 mobili 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

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 ha che l'impalcato risulta vincolato con appoggi fissi al pulvino spalla, pertanto le fondazioni sono tra loro collegate e prive di spostamenti relativi, sia in condizione statica che sismica.

L'unico spostamento relativo al livello del giunto strutturale risulta in una minima deformazione termica del retrotrave, la quale escursione viene imposta con il valore convenzionale di ± 5 mm e un varco di dimensioni 50 mm.