

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01

### U.O. INFRASTRUTTURE SUD

### PROGETTO DEFINITIVO

### LINEA PESCARA – BARI

### RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali

IV02 Cavalcavia in viadotto - Viabilità di accesso alla Fermata di Campomarino

Relazione di calcolo spalle

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

L I 0 2 0 2 D 7 8 C L I V 0 2 0 0 0 0 3 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	M.Piscitelli	Aprile 2019	G. Giustino	Aprile 2019	B.M.Bianchi	Aprile 2019	D. Tiberti Aprile 2019

ITALFERR S.p.A.  
Gruppo Ferrovie dello Stato  
Direzione Tecnica  
UO Infrastrutture Sud  
Dott. Ing. Donato Tiberti  
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10876

File: .docx

n. Elab.:

## INDICE

1	PREMESSA.....	7
2	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	8
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	11
4	MATERIALI.....	12
4.1	FONDAZIONI – PALI.....	12
4.2	ELEVAZIONE SOTTOSTRUTTURE.....	13
4.3	ACCIAIO B450C.....	13
4.4	CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI.....	14
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	16
5.1	TERRENO DI RICOPRIMENTO/RINTERRO.....	16
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	17
6.1	VITA NOMINALE.....	18
6.2	CLASSE D’USO.....	18
6.3	PERIODO DI RIFERIMENTO.....	19
6.4	VALUTAZIONE DEI PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	19
6.5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRENO.....	20
6.6	PARAMETRI SISMICI DI CALCOLO E SPETTRO DI PROGETTO.....	21
6.7	AZIONI SISMICHE SULLE SPALLE.....	23
6.8	SOVRASPINTA SISMICA DEL TERRENO.....	24
7	VERIFICHE.....	25
7.1	VERIFICA AGLI SLU: PRESSOFLESSIONE E TAGLIO.....	25

7.1.1	Verifica a pressoflessione .....	25
7.1.2	Verifica a taglio .....	25
7.2	VERIFICA AGLI SLE: LIMITAZIONE DELLE TENSIONI E FESSURAZIONE .....	27
7.2.1	Verifica di fessurazione.....	27
7.2.2	Verifica delle tensioni di esercizio .....	27
8	MODELLO DI CALCOLO .....	28
8.1	GENERALITÀ .....	28
8.2	MODELLI A MENSOLA PER LA VERIFICA DELLE SPALLE .....	28
8.3	ANALISI DEI CARICHI .....	29
8.3.1	Peso proprio elementi strutturali ( $g_1$ ).....	29
8.3.2	Carichi trasmessi dall'impalcato.....	29
8.3.3	Sovraccarico terrapieno .....	30
8.3.4	Spinta statica.....	30
8.3.5	Sovraccarico terrapieno .....	31
8.3.6	Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche .....	31
8.3.7	Incremento di spinta del terrapieno.....	32
8.3.8	Inerzia terrapieno .....	32
8.3.9	Inerzie strutturali .....	32
8.3.10	Calcolo delle sollecitazioni in testa pali.....	32
8.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	34
8.4.1	Gruppi di carico.....	35
8.4.2	Coefficienti parziali e di combinazione.....	36

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>LI02</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>4 di 177</b></p>

8.4.3	<i>Combinazioni agli SLU</i> .....	37
8.4.4	<i>Combinazioni agli SLE</i> .....	37
9	ANALISI E VERIFICHE SPALLA 01 (LATO APPOGGI FISSI).....	38
9.1	MURO FRONTALE.....	38
9.2	SOLETTONE SUPERIORE.....	41
9.3	MURO PARAGHIAIA.....	43
9.4	MURI LATERALI .....	44
10	VERIFICA DELLE FONDAZIONI .....	45
10.1	PLINTO DI FONDAZIONE.....	45
10.2	PALI DI FONDAZIONE .....	49
10.2.1	<i>Verifiche di capacità portante Palo singolo</i> .....	51
10.2.2	<i>Verifiche capacità portante Pali Di Gruppo</i> .....	52
10.2.3	<i>Capacità portante laterale dei pali di fondazione</i> .....	52
10.3	VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI IN FONDAZIONE.....	54
11	ANALISI E VERIFICHE SPALLA 02 (LATO APPOGGI MOBILI).....	54
11.1	MURO FRONTALE.....	54
11.2	MURO PARAGHIAIA.....	57
11.3	MURI LATERALI .....	58
12	VERIFICA DELLE FONDAZIONI.....	59
12.1	PLINTO DI FONDAZIONE.....	59
12.2	PALI DI FONDAZIONE .....	63
12.2.1	<i>Verifiche di capacità portante Palo singolo</i> .....	65

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>5 di 177</b>

12.2.2	Verifiche capacità portante Pali Di Gruppo.....	66
12.2.3	Capacità portante laterale dei pali di fondazione .....	66
12.3	VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI IN FONDAZIONE.....	68
13	APPOGGI E GIUNTI.....	69
13.1	SPALLA 1.....	69
13.2	SPALLA 2.....	70
13.3	ESCURSIONI E GIUNTI .....	70
13.4	ESCURSIONE DEI GIUNTI.....	70
14	VERIFICHE STRUTTURA SCATOLARE DI APPROCCIO ALLA SPALLA S01 .....	72
14.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	72
14.2	ANALISI DEI CARICHI .....	73
14.2.1	Peso proprio (cond. di carico 1).....	73
14.2.2	Permanenti (cond. di carico 2).....	73
14.2.3	Spinta del terreno (cond. di carico 3/4).....	74
14.2.4	Spinta in presenza di falda (cond. di carico 5).....	75
14.2.5	Variazioni termiche della struttura (cond. di carico 9) .....	75
14.2.6	Ritiro e viscosità (cond. di carico 10).....	75
14.2.7	Azioni variabili da traffico (Q1) (cond. di carico 8).....	76
14.2.8	Azioni Sismiche (cond. di carico 6/7) .....	78
14.3	COMBINAZIONI DI CARICO .....	79
14.4	APPROCCI PROGETTUALI E METODI DI VERIFICA .....	80
14.5	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO .....	80

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>6 di 177</b>

14.6	RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE .....	82
14.6.1	<i>Modello di calcolo</i> .....	82
14.6.2	<i>Sollecitazioni di calcolo</i> .....	85
14.6.3	<i>Armature di progetto</i> .....	86
14.6.4	<i>Verifiche di resistenza e fessurazione</i> .....	86
14.6.5	<i>Verifiche Allo SLU</i> .....	87
14.6.6	<i>Verifiche Allo SLE</i> .....	87
14.6.7	<i>Verifiche geotecniche</i> .....	87
15	VERIFICHE INTEGRATIVE MURO POSTERIORE .....	88
16	ALLEGATO 1: TABULATI DI CALCOLO SCATOLARE DI APPROCCIO ALLA SPALLA S01 .....	91

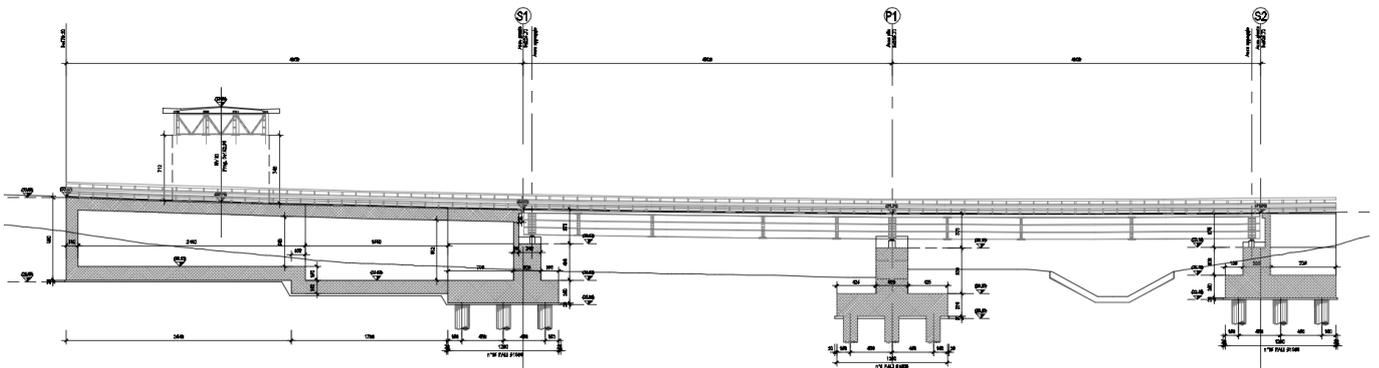
## 1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo 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.

In particolare la presente relazione di calcolo fa riferimento al dimensionamento e verifica delle spalle del cavalcavia denominato IV02 Cavalcavia in viadotto (Viabilità accesso fermata Campomarino)



**Figura 1 - Profilo longitudinale**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>8 di 177</b></p>

## 2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

L'impalcato è realizzato in carpenteria metallica, e presenta uno schema statico di trave continua su 3 appoggi con 2 campate da 40 m di luce ciascuna per uno sviluppo complessivo di 78 m tra gli assi appoggi delle spalle.

L'asse presenta un andamento planimetrico curvilineo con raggio di curvatura pari a circa 250 m.

La piattaforma ha una larghezza totale di 18.75 m con carreggiata stradale di larghezza 11.60 m, pista ciclopedonale di 2.50 m e cordoli e marciapiedi per una larghezza complessiva di 4.65 m.

L'impalcato prevede una struttura mista in acciaio-calcestruzzo costituita da quattro travi metalliche ad interasse di 3.50 m, a cui si aggiunge una trave HEB600 a sostegno della pista ciclopedonale.

Le travi sono poi collegate mediante controventi superiori e inferiori e diaframmi verticali posti ad interasse di 5 m. In corrispondenza degli appoggi i traversi hanno sezione piena ad "I".

La soletta in c.a. ha spessore variabile con valore pari a 300 mm nella zona della pavimentazione stradale ed è gettata su predalles prefabbricate di 50 mm di spessore poggiate sulle piattabande superiori delle travi e collegata ad essi mediante connettori tipo "Nelson".

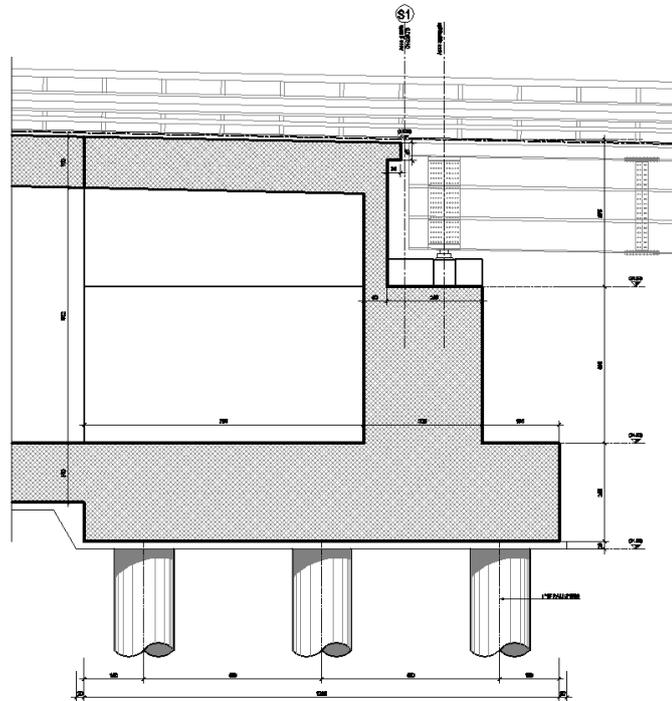
Le sottostrutture consistono in due spalle e 5 pile con fondazioni di tipo profondo su pali. . La spalla indicata con "S01" è la spalla fissa mentre quella indicata con "S02" è la spalla mobile.

Il presente documento contiene le verifiche strutturali e geotecniche sulle spalle.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche delle sottostrutture ed a seguire le immagini delle carpenteria dell'opera in oggetto, per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.

<b>SPALLA FISSA S01</b>		<b>SPALLA MOBILE S02</b>	
Altezza muro frontale:	4.00 m	Altezza muro frontale:	3.00 m
Spessore muro frontale:	3.00 m	Spessore muro frontale:	3.00 m
Altezza muro paraghiaia:	3.65 m	Altezza muro paraghiaia:	3.65 m
Spessore muro paraghiaia:	0.60 m	Spessore muro paraghiaia:	0.60 m
Spessore plinto di fondazione:	2.50 m	Spessore plinto di fondazione:	2.50 m
Lunghezza plinto di fondazione:	12.00 m	Lunghezza plinto di fondazione:	12.00 m
Larghezza plinto di fondazione:	21.00 m:	Larghezza plinto di fondazione:	21.00 m:
Spessori muri laterali:	1.20 m :	Spessori muri laterali:	1.20 m
Pali: 15φ1500, Interasse: 4.50 m, L = 22 m		Pali: 15φ1500, Interasse: 4.50 m, L = 22 m	

SEZIONE A-A-Scala 1:50



SEZIONE B-B-Scala 1:50

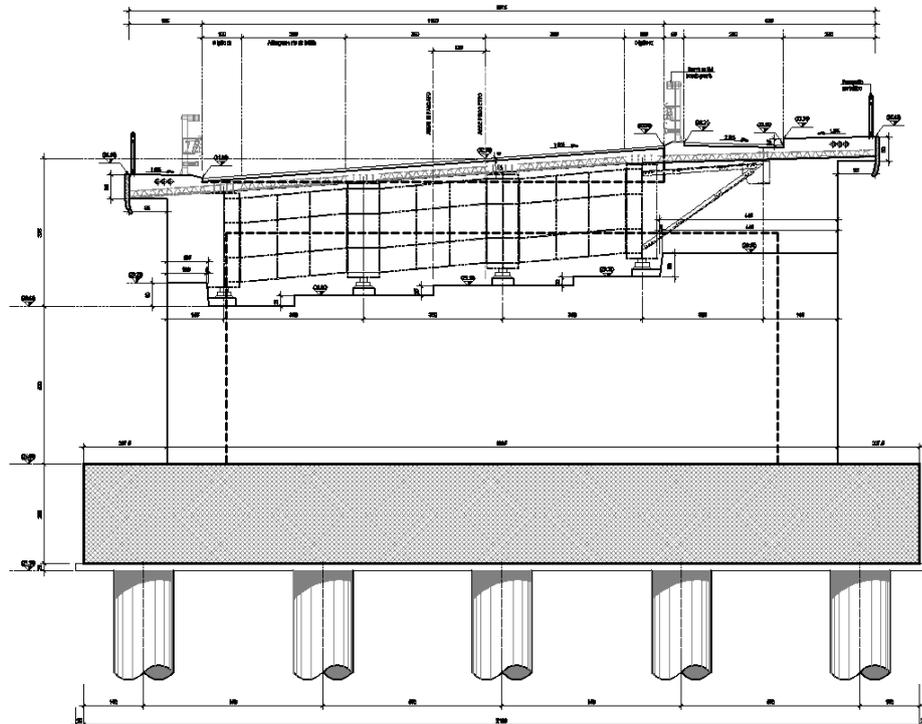


Fig. 1 – Spalla 01



 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><i>LINEA PESCARA – BARI</i>  <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b>  Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>11 di 177</b></p>

### 3    **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- L. n. 64 del 2/2/1974“Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- L. n. 1086 del 5/11/1971“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08;
- Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- 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.
- Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22-12-17 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- RFI DTC SI SP IFS 001 C – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.
- UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>LI02</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>12 di 177</b></p>

## 4 MATERIALI

### 4.1 Fondazioni – pali

Per le strutture in fondazione si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC2

**C25/30:**  $f_{ck} \geq 25$  MPa  $R_{ck} \geq 30$  MPa

Classe minima di consistenza: S4

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck}$	<b>30</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	24,90	N/mm <sup>2</sup>
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	32,90	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	16,60	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	14,11	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	2,56	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	1,79	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3,07	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,19	N/mm <sup>2</sup>
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	31447	N/mm <sup>2</sup>

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

## 4.2 Elevazione sottostrutture

Per le strutture in elevazione si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC4+XS1

**C32/40:**  $f_{ck} \geq 32$  MPa  $R_{ck} \geq 40$  MPa

Classe minima di consistenza: S4

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck}$	<b>40</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33,20	N/mm <sup>2</sup>
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41,20	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22,13	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18,81	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	3,10	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2,17	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3,72	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,45	N/mm <sup>2</sup>
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33643	N/mm <sup>2</sup>

## 4.3 Acciaio B450C

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} = 450$  MPa;

Tensione di progetto:  $f_{yk} = 450$  MPa;

Tensione di progetto:  $f_{yk} = f_{yd} / \gamma_m$

in cui  $\gamma_m = 1.15$   $f_{yd} = 450 / 1.15 = 391.3$  MPa;

Modulo Elastico  $E_s = 210'000$  MPa.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
	<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA</p> <p><b>L102</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>02</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>IV020 003</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>A</b></p>

#### 4.4 Classi di esposizione e copriferri

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma UNI EN 206-1-2006, si definiscono di seguito le classi di esposizione del calcestruzzo delle diverse parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

- Pile e spalle: XC4;
- Plinti e pali di fondazione: XC2;

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoperto di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettono quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine). Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti.	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battaglia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
<b>5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *</b>						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
<b>6 Attacco chimico**</b>						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contentori di fanghi e vasche di descristallazione. Contentori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contentori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	

\*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:  
- moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione;  
- elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.  
\*\*) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.

#### Classi di esposizione secondo norma UNI – EN 206-2006

La determinazione delle classi di resistenza dei conglomerati dei conglomerati, di cui ai successivi paragrafi, sono state inoltre determinate tenendo conto delle classi minime stabilite dalla stessa norma UNI-EN 206-2006, di cui alla successiva tabella:

	Classi di esposizione																		
	Nessun rischio di corrosione o attacco	Corrosione da carbonatazione					Corrosione da cloruri						Attacco gelo/disgelo				Ambienti chimici aggressivi		
							Acqua marina			Altri cloruri (diversi dall'acqua di mare)									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Rapporto massimo a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Classe di resistenza minima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	
Contenuto minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360	
Contenuto minimo di aria (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	-	-	-	
Altri requisiti												Aggregati in accordo alla EN 12620 con sufficiente resistenza al gelo/disgelo				Cemento resistente ai solfati <sup>b)</sup>			
a)	Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni dovrebbero essere verificate conformemente ad un metodo di prova appropriato rispetto ad un calcestruzzo per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo per la relativa classe di esposizione.																		
b)	Qualora la presenza di SO <sub>2</sub> comporti le classi di esposizione XA2 e XA3, è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati. Se il cemento è classificato a moderata o ad alta resistenza ai solfati, il cemento dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA2 (e in classe di esposizione XA1 se applicabile) e il cemento ad alta resistenza, ai solfati dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA3.																		

Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – EN 206-2006

I copriferri di progetto adottati per le barre di armatura, tengono infine conto inoltre delle prescrizioni di cui alla Tabella C4.1.IV della Circolare n°617 del 02-02-09; si è in particolare previsto di adottare i seguenti Copriferri minimi espressi in mm

- Pile e spalle: 50 mm
- Plinti di fondazione: 40 mm
- Pali di fondazione: 60 mm

In termini di limiti di apertura delle fessure, alle prescrizioni normative presenti nelle NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal documento RFI DTC SICS MA IFS 001 B – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 29/12/2016*) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

L'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$  per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$  per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

In definitiva, nel caso in esame, si adotta il limite  $w_1$  sia per pile e spalle che per pali e plinti in quanto i primi ricadono in condizioni ambientali aggressive (classe XC4), mentre i secondi sono elementi a permanente contatto con il terreno.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>16 di 177</b>

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Si rimanda alla relazione geotecnica allegata al progetto per la trattazione completa dei parametri geologico e geotecnici e per la definizione della curva di portanza dei pali.

### 5.1 Terreno di ricoprimento/rinterro

Per il terreno di ricoprimento dell'opera sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche :

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$                       peso di volume naturale

$\varphi' = 35^\circ$                               angolo di resistenza al taglio

$c' = 0 \text{ kPa}$                             coesione drenata

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

## 6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo si riporta la descrizione e la valutazione dell'azione sismica secondo le specifiche del D.M. 14 gennaio 2008 nonché la valutazione delle sollecitazioni di verifica e di dimensionamento dei vari elementi strutturali secondo il criterio della Gerarchia delle Resistenze.

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

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

**Tabella 1: Tabella di riepilogo località di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche per il progetto delle opere**

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

Il viadotto stradale oggetto della presente relazione è posto in prossimità della progressiva di tracciato 7+400 e ricade pertanto nella zona sismica S2 nell'ambito sismico individuato come “Campomarino – Santamonica (CB)”.

ZONA SISMICA	S2
LATITUDINE	41.94
LONGITUDINE	15.07
COMUNE	Campomarino – Santamonica
PROVINCIA	CAMPOBASSO

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  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.

Nei paragrafi seguenti è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica per la zona sismica di riferimento in cui ricade l'opera.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

## 6.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Per la definizione della Vita Nominale da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di una infrastruttura ferroviaria si rimanda al "MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI" - RFI DTC SI PS MA IFS 001 B.

**Tabella 2 Vita Nominale in funzione del tipo di costruzione**

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale [ $V_N$ ] <sup>(1)</sup>
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE ESISTENTI 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	$\geq 100$ <sup>(2)</sup>

(1) - La medesima  $V_N$  si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.  
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di RFI.

Tenendo conto delle indicazioni precedenti le strutture di progetto avranno vita nominale  $V_N = 75$ .

## 6.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- **Classe III:** 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.
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per la definizione della Classe di uso da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di una infrastruttura ferroviaria esistente si rimanda al "MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI" - RFI DTC SI PS MA IFS 001 B.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	19 di 177

**Tabella 3 Classe d'uso Coeff. d'uso in funzione del tipo di costruzione per l'infrastruttura ferroviaria**

TIPO DI COSTRUZIONE	Classe d'uso	Coefficiente d'uso [C <sub>U</sub> ]
GRANDI STAZIONI	C IV	2,0
OPERE D'ARTE DEL SISTEMA DI GRANDE VIABILITÀ FERROVIARIA	C III	1,5
ALTRE OPERE D'ARTE	C II	1,0

Facendo riferimento all'Allegato 5 della specifica alla pagina 151 del "MANUALE DI PROGETTAZIONE DI PONTI E STRUTTURE" - RFI DTC SICS MA IFS 001 B si ricade in classe d'uso tipo **Classe III con coefficiente d'uso C<sub>U</sub>=1,5**.

### 6.3 Periodo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V<sub>R</sub> che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V<sub>N</sub> per il coefficiente d'uso C<sub>U</sub>:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 75 \cdot 1.50 = 112.5 \text{ anni (periodo di riferimento).}$$

### 6.4 Valutazione dei parametri di pericolosità sismica

Fissata la vita di riferimento V<sub>R</sub>, i due parametri T<sub>R</sub> e P<sub>V<sub>R</sub></sub> sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})} = - \frac{C_u \cdot V_s}{\ln(1 - P_{V_s})}$$

da cui si ottiene la seguente Tabella:

**Tabella 4 Probabilità di superamento P<sub>V<sub>R</sub></sub> al variare dello stato limite considerato**

	STATO LIMITE	probabilità di superamento P <sub>V<sub>R</sub></sub>	Valori in anni del periodo di ritorno T <sub>R</sub>
	SLO - Stato Limite di Operatività	81%	68
<b>SLE</b>	SLD - Stato Limite di Danno	63%	113
	SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%	1068
<b>SLU</b>	SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso	5%	2193

Per il sito in esame, in base ai parametri precedentemente adottati si ha:

STATO LIMITE	SLV
CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	C
CATEGORIA TOPOGRAFICA	T1
VITA NOMINALE V <sub>N</sub>	75
CLASSE D'USO	C III
COEFFICIENTE D'USO C <sub>U</sub>	1.5
VITA DI RIFERIMENTO V <sub>R</sub>	112.5

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

## 6.5 Caratterizzazione sismica del terreno

### Categorie di Sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale.

Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2008.

### Amplificazione Stratigrafica e Topografica

In riferimento a quanto indicato nel §3.2.3.2.1 delle NTC2008 per la definizione dello spettro elastico in accelerazione è necessario valutare il valore del coefficiente  $S = S_S \cdot S_T$  e di  $C_C$  in base alla categoria di sottosuolo e alle condizioni topografiche; si fa riferimento nella valutazione dei coefficienti alle Tab.18 e 19 che sono riportate di seguito:

**Tabella 5 Tabella delle espressioni per  $S_S$  e  $C_C$**

**Tabella 3.2.V – Espressioni di  $S_S$  e di  $C_C$**

Categoria sottosuolo	$S_S$	$C_C$
<b>A</b>	1,00	1,00
<b>B</b>	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
<b>C</b>	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
<b>D</b>	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
<b>E</b>	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

**Tabella 6 Valori massimi del coeff. di amplificazione topografica  $S_T$**

**Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$**

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

Nel caso in esame:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO  
 CATEGORIA TOPOGRAFICA

C  
 T1

## 6.6 Parametri sismici di calcolo e spettro di progetto

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudo statico, si eseguirà un calcolo elastico assumendo un fattore di struttura unitario. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.168 g
$F_0$	2.547
$T_C$	0.367 s
$S_a$	1.444
$C_C$	1.462
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.444
$\eta$	1.000
$T_B$	0.179 s
$T_C$	0.536 s
$T_D$	2.271 s

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.242
$T_B$	0.179	0.617
$T_C$	0.536	0.617
	0.619	0.534
	0.701	0.471
	0.784	0.422
	0.867	0.382
	0.949	0.348
	1.032	0.321
	1.114	0.297
	1.197	0.276
	1.280	0.258
	1.362	0.243
	1.445	0.229
	1.527	0.217
	1.610	0.205
	1.693	0.195
	1.775	0.186
	1.858	0.178
	1.940	0.170
	2.023	0.163
	2.106	0.157
	2.188	0.151
$T_D$	2.271	0.146
	2.353	0.136
	2.436	0.127
	2.518	0.118
	2.600	0.111
	2.683	0.104
	2.765	0.098
	2.847	0.093
	2.930	0.088
	3.012	0.083
	3.094	0.078
	3.177	0.074
	3.259	0.071
	3.341	0.067
	3.424	0.064
	3.506	0.061
	3.588	0.058
	3.671	0.056
	3.753	0.053
	3.835	0.051
	3.918	0.049
	4.000	0.047

#### Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

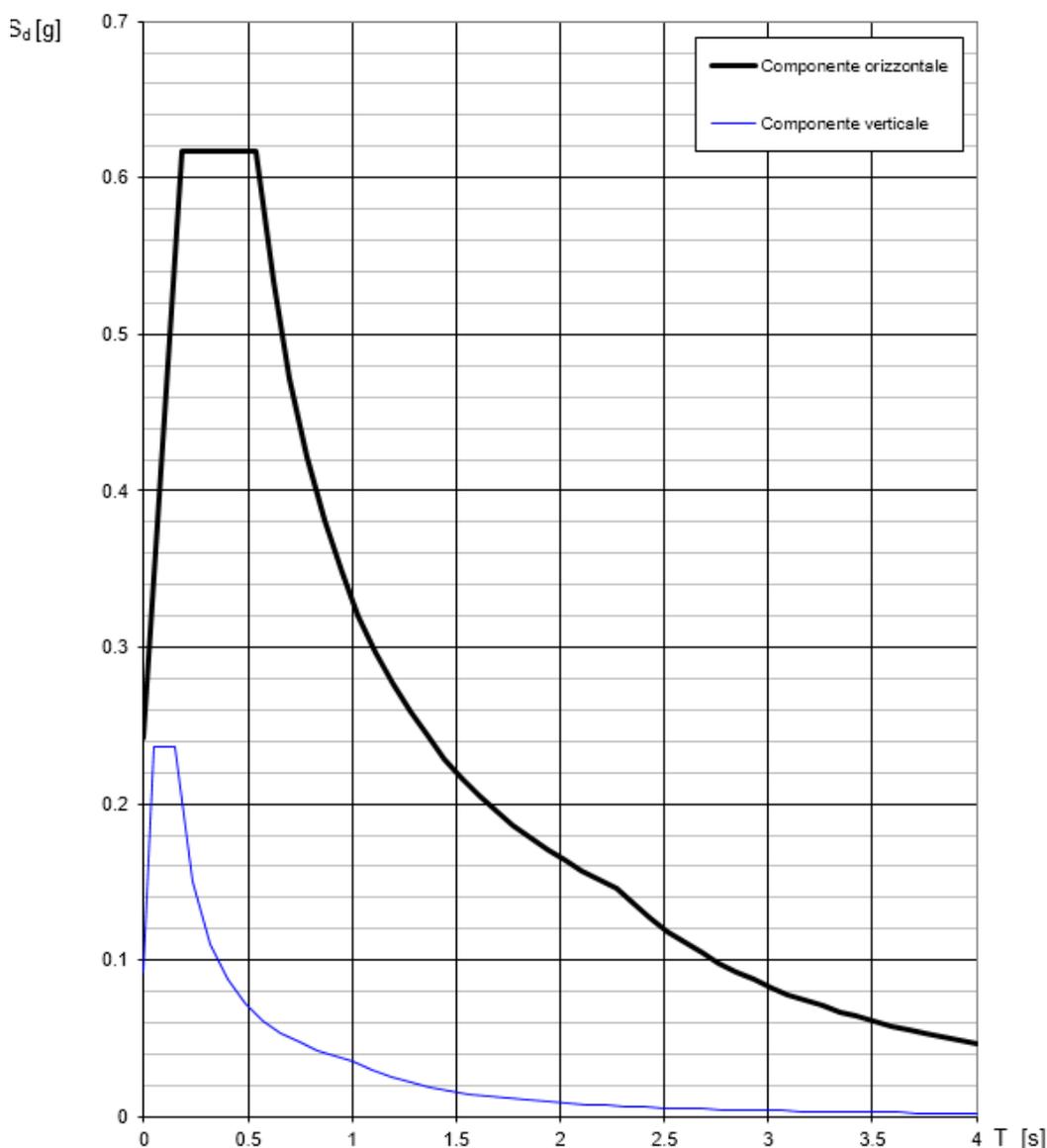
$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

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

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

Gli spettri di risposta di progetto allo SLV in direzione orizzontale (con  $q = 1.0$ ) e verticale (con  $q = 1.0$ ) sono rappresentati nella figura seguente.

### Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



#### Combinazione degli effetti dell'azione sismica

In accordo con il paragrafo 7.3.5. del D.M. 14.01.2008, gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati secondo le seguenti espressioni:

- Sisma in direzione longitudinale "X"  $1.0 E_X + 0.3 E_Y + 0.3 E_Z$ ;
- Sisma in direzione trasversale "Y"  $0.3 E_X + 1.0 E_Y + 0.3 E_Z$ ;
- Sisma in direzione verticale "Z"  $0.3 E_X + 0.3 E_Y + 1.0 E_Z$ .

Per ciascuna delle precedenti relazioni, gli effetti del sisma sono stati combinati facendo variare opportunamente il segno delle singole sollecitazioni al fine di massimizzare gli sforzi nella struttura.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>LI02</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>23 di 177</b></p>

## 6.7 Azioni sismiche sulle Spalle

Per la valutazione dell'azione sismica associata ai carichi fissi propri e permanenti /accidentali agenti sulle spalle si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui il sisma è rappresentato da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico  $k_h$  (coefficiente sismico orizzontale) o  $k_v$  (coefficiente sismico verticale) secondo quanto di seguito indicato:

Forza sismica orizzontale  $F_h = k_h W$

Forza sismica verticale  $F_v = k_v W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  e verticale  $k_v$ , relativi allo stato limite considerato, sono posti pari all'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo  $T=0$ , per le due componenti orizzontali, mentre per la componente verticale viene considerata un'accelerazione pari alla metà di quella orizzontale.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

dove

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

dove

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), di cui al § 3.2.3.2;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente  $\beta_m$  assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II.

Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>24 di 177</b>

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente  $\beta_m$ , tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso delle spalle del viadotto in questione che in virtù della elevata rigidità sia del sistema di fondazione che della parte in elevazione, è interessata da spostamenti trascurabili durante l'evento sismico) un valore del coefficiente  $\beta_m$  pari ad 1.0.

Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di riempimento è rigidamente connesso alla spalla e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

### 6.8 Sovrappinta sismica del terreno

In assenza di uno studio più dettagliato che prenda in considerazione la rigidità relativa, il tipo di movimento e la massa dell'opera di sostegno, si assume che la forza dovuta alla spinta dinamica del terreno sia valutata con la teoria di Wood ed agisca con un'inclinazione rispetto alla normale al muro uguale a zero:

$$\Delta S_s = (a_{\max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

Tale risultante è applicata ad un'altezza pari ad  $H/2$ .

La spinta totale di progetto  $E_d$  esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è dunque data dalla somma della spinta a riposo, della spinta sismica e della spinta statica data dal sovraccarico accidentale combinata al 20%.

$$E_d = S_{\text{stat}} + 0.2 \cdot S_q + \Delta S_s$$

Infine, nel caso specifico non essendo presente la falda a tergo dell'opera, la spinta idrostatica è nulla.

In assenza di uno studio più dettagliato che prenda in considerazione la rigidità relativa, il tipo di movimento e la massa dell'opera di sostegno, si assume che la forza dovuta alla spinta dinamica del terreno sia applicata a metà altezza del muro ed agisca con un'inclinazione rispetto alla normale al muro uguale a zero.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>25 di 177</b></p>

## 7 VERIFICHE

Nelle pagine che seguono si riportano le verifiche strutturali previste dalla Normativa di riferimento allo SLU e allo SLE.

### 7.1 Verifica agli SLU: Pressoflessione e Taglio

Le verifiche a pressoflessione vengono condotte confrontando le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando il corrispondente fattore di sicurezza (CS) come rapporto tra la sollecitazione resistente e la massima agente.

#### 7.1.1 Verifica a pressoflessione

Le verifiche flessionali allo SLU sono state eseguite adottando le seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;
- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima;

Le tensioni nel calcestruzzo e nell'armatura sono state dedotte a partire dalle deformazioni utilizzando i rispettivi diagrammi tensione-deformazione.

Per quanto attiene la legge  $\sigma$ - $\epsilon$  del calcestruzzo si è utilizzata una curva parabola-rettangolo, considerando solo la porzione compressa e con  $\epsilon_{c2}=0,2\%$  ed  $\epsilon_{cu}=0,35\%$ .

Per quanto riguarda l'acciaio si è assunto un diagramma bilineare elastico-perfettamente elastico finito con  $\epsilon_{cu}=1,0\%$ .

#### 7.1.2 Verifica a taglio

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 1992-1-1:2005, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

- $V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; \left( v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d \right\}$ , resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio

- $V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$ , valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento

- $V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot\theta + \tan\theta}$ , valore di progetto del massimo sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$  con d in mm
- $\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0,02$
- $A_{sl}$  è l'area dell'armatura tesa
- $b_w$  è la larghezza minima della sezione in zona tesa
- $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0,2 \cdot f_{cd}$
- $N_{Ed}$  è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi
- $A_c$  è l'area della sezione di calcestruzzo
- $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c}$
- $k_1 = 0,15$
- $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$
- $v = 0,5$  per calcestruzzi fino a C70/85
- $1 \leq \cot\theta \leq 2,5$
- $A_{sw}$  è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio
- s è il passo delle staffe
- $f_{ywd}$  è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio
- $v_1 = v$  è il coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio
- $\alpha_{cw}$  è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>27 di 177</b>

## 7.2 Verifica agli SLE: Limitazione delle Tensioni e Fessurazione

Il controllo delle tensioni nei materiali viene effettuato supponendo una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare.

### 7.2.1 Verifica di fessurazione

In accordo con quanto riportato al paragrafo 4, si adotta il limite  $w_1 = 0.2$  mm per tutti gli elementi strutturali analizzati nella presente relazione.

### 7.2.2 Verifica delle tensioni di esercizio

In accordo con la normativa ferroviaria, che pone limiti tensionali più severi rispetto a quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008, la massima tensione di compressione del cls deve rispettare la limitazione:

- $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$  per combinazione caratteristica (rara);
- $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$  per combinazione quasi permanente;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

La massima tensione di trazione dell'acciaio deve rispettare la limitazione:

- $\sigma_s < 0.75 f_{yk}$  per combinazione caratteristica (rara).

	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>28 di 177</b>

## 8 MODELLO DI CALCOLO

### 8.1 Generalità

Per le verifiche dei singoli elementi della spalla (pali, platea di fondazione ed elevazioni) è stata effettuata un'analisi dei carichi agenti sul piano appoggi e allo spiccatto della fondazione; l'analisi viene riportata nelle pagine seguenti.

### 8.2 Modelli a mensola per la verifica delle spalle

Le sollecitazioni di verifica della spalla sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio alle quali vanno combinate le azioni determinate dalle spinte del terreno di riempimento e del sovraccarico in condizioni sia statiche che sismiche e le azioni date dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture.

Tutti i muri sono considerati sconnessi fra loro per la valutazione delle sollecitazioni alla base e quindi le azioni provenienti dall'impalcato sono applicate solamente al muro frontale. Tale schema pur risultando cautelativo, non fornisce sovrastime eccessive nel calcolo dei quantitativi di armatura previsti.

Il modello della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali muro paraghiaia, muro frontale e muri laterali che vengono tutti modellati come delle mensole incastrate alla base.

Per il plinto di fondazione, si è utilizzato un modello tirante-puntone per l'analisi e la verifica dello zoccolo anteriore al muro frontale.

Per quanto riguarda invece le sollecitazioni sui pali di fondazione a partire dalle azioni risultanti nel baricentro del plinto alla quota di intradosso, sono stati calcolati, per ciascuna combinazione di carico, gli sforzi assiali e di taglio in testa ai pali di fondazione utilizzando il classico modello a piastra rigida.

Nelle tabelle riportate nei successivi paragrafi, i valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati agli apparecchi di appoggio di estremità sono indicati con:

- $T_L$  = risultante delle azioni orizzontali dirette lungo l'asse longitudinale dell'impalcato (taglio longitudinale);
- $T_T$  = risultante delle azioni orizzontali dirette lungo l'asse trasversale dell'impalcato (taglio trasversale);
- $N$  = risultante delle azioni verticali (sforzo normale);
- $M_T$  = risultante delle azioni flettenti che provocano flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato (momento trasversale);
- $M_L$  = risultante delle azioni flettenti che provocano flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato (momento longitudinale).

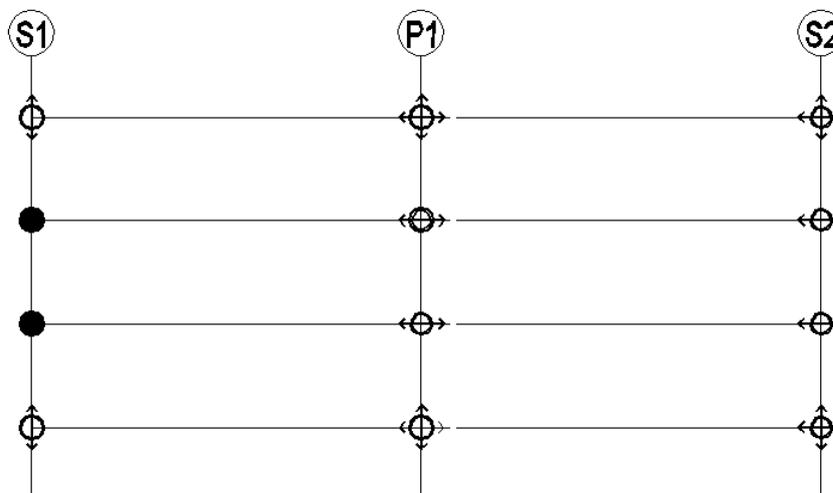
### 8.3 Analisi dei carichi

#### 8.3.1 Peso proprio elementi strutturali ( $g_1$ )

I pesi degli elementi strutturali sono dedotti utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a  $25 \text{ kN/m}^3$ .

#### 8.3.2 Carichi trasmessi dall'impalcato

Per le tabelle degli scarichi si rimanda alla relazione impalcato.



● F	Appoggio fisso
⊕ M	Appoggio multidirezionale
← ⊕ UL	Appoggio monodirezionale longitudinale
⊕ UT	Appoggio monodirezionale longitudinale

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

### 8.3.3 Sovraccarico terrapieno

A tergo della spalla, applicato sulla zattera posteriore, viene considerato un carico pari al peso del rinterro calcolato con un peso di volume pari a  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

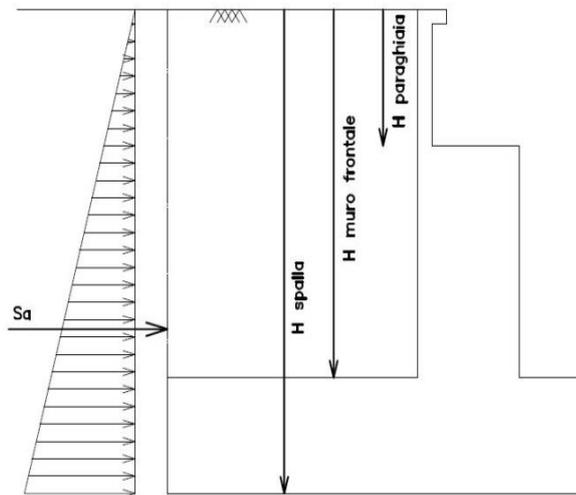
### 8.3.4 Spinta statica

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno di peso specifico  $\gamma$ , su una parete di altezza  $H$ , risulta:

$$S_o = 1/2 * \gamma * H^2 * K_o \quad (\text{spinta per metro lineare di spalla})$$

l'utilizzo di  $K_o$  è determinato dall'impossibilità, da parte della spalla, di subire spostamenti; si assume  $K_o = 1 - \sin \phi$  (si rimanda alla tabella 2: dati di input).

Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni ( $1/3 H$  rispetto alla base della parete).



**Fig. 3 Spinta statica terreno di rinterro**

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

<b>Parametri Geotecnici Terreno di riempimento</b>		
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]
20	35	0

**Tabella 7 – Caratteristiche terreno di riempimento**

### 8.3.5 Sovraccarico terrapieno

Nell'analisi delle azioni è stato inoltre considerato il contributo, in termini di sovraccarico verticale in fondazione e di spinta, del sovraccarico accidentale eventualmente presente a tergo spalla.

$$q = 30 \text{ kN/ m}^2$$

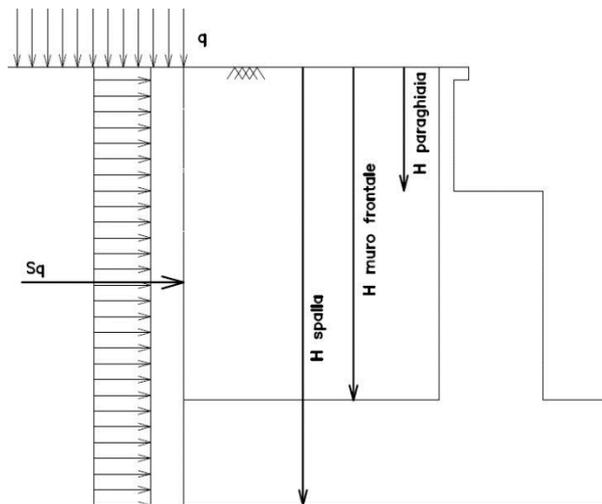
$$S_q = 30 * 0.426 = 12.78 \text{ kN/ m}^2$$

### 8.3.6 Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche

In aggiunta in condizioni statiche si considera un sovraccarico accidentale pari a  $Q = 30.0 \text{ kN/m}^2$  gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa. La presenza del sovraccarico  $Q$  genera una spinta pari a:

$$S_q = Q \cdot H \cdot K_o$$

Tale spinta è applicata ad una altezza pari a  $H/2$ .



**Fig. 4 : Spinta statica sovraccarico accidentale**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>32 di 177</b></p>

### 8.3.7 Incremento di spinta del terrapieno

L'incremento dinamico della spinta del terrapieno è stata valutata in accordo alla formulazione data da Wood, generalmente impiegata per muri rigidamente vincolati in cui si associa tale incremento alla spinta litostatica valutata con coefficiente di spinta a riposo  $K_0$ .

L'incremento di spinta è proporzionale all'altezza del fronte di spinta e del coefficiente sismico orizzontale, mentre non dipende dal tipo di terreno, questo perché è una teoria basata sulla propagazione dell'onda sismica in un mezzo elastico isotropo, quindi lontano dalle condizioni di rottura del terreno. Il valore di tale incremento è :

$$\Delta PE = \gamma_s * H_s^2 * k_h$$

Dove:

$\gamma_s$  peso specifico del terreno adottata

$k_h$  coefficiente sismico orizzontale (si rimanda alla tabella 2: dati di input)

$H_s$  altezza complessiva del fronte di spinta

### 8.3.8 Inerzia terrapieno

Si valutano le inerzie legate alla massa del terrapieno confinato a tergo:

$$F_{i,T} = k_h \cdot W_{terr} \text{ (si rimanda alle tabelle seguenti "azioni sulla spalla")}$$

### 8.3.9 Inerzie strutturali

Si valutano le inerzie legate alla massa degli elementi strutturali con la seguente formula:

$$F_i = k_h \cdot W_{str}$$

### 8.3.10 Calcolo delle sollecitazioni in testa pali

Le sollecitazioni agenti in testa palo vengono calcolate nell'ipotesi di platea di fondazione infinitamente rigida, attraverso la relazione

$$R(x, y) = \frac{N}{n} + \frac{M_l}{J_l} \cdot y + \frac{M_t}{J_t} \cdot x$$

	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>33 di 177</b>

dove

$N, M_l, M_t$  sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata,  $n$  è il numero di pali e  $J_l, J_t$  sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata

$$J_l = \sum y_i^2 \qquad J_t = \sum x_i^2$$

Per quanto riguarda le sollecitazioni orizzontali in testa palo, si assume che le azioni di taglio di ripartiscano uniformemente tra i pali, risultando

$$T(x, y) = \frac{\sqrt{H_l^2 + H_t^2}}{n}$$

dove  $H_l, H_t$

sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>34 di 177</b>

## 8.4 COMBINAZIONI DI CARICO

Si riportano di seguito le combinazioni di carico utilizzate nei calcoli. Ai fini delle verifiche agli stati limite, in accordo con le NTC08, si definiscono le seguenti combinazioni di:

- Combinazione FONDAMENTALE, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{G3} G_3 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione RARA, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione FREQUENTE, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione QUASI PERMANENTE, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione SISMICA, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica:

$$E + G_1 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Nelle combinazioni per le verifiche allo stato limite di esercizio (SLE), ovvero quelle rare, frequenti e quasi permanenti, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ . Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguite facendo riferimento allo stato limite ultimo di tipo strutturale STR ovvero per il raggiungimento della resistenza ultima negli elementi strutturali.

Come anticipato precedentemente gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \times Q_{ki}$$

Il valore assunto per il coefficiente  $\psi_{2i}$  per i carichi mobili è pari a  $\psi_{2i} = 0.0$ .

Le combinazioni allo stato limite ultimo SLU fanno riferimento in questa relazione al solo gruppo denominato STR poiché le verifiche riguardano solo l'impalcato.

I coefficienti di combinazione  $g_G$ ,  $g_Q$  e  $Y$  sono riepilogati nei paragrafi seguenti.

	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	35 di 177

### 8.4.1 Gruppi di carico

Nella tabella seguente, in accordo a quanto specificato in tabella 5.1.3.12 del D.M.14/01/2008., sono esplicitati i gruppi di carico considerati per i carichi accidentali da traffico.

**Tabella 8 – Valori caratteristici delle azioni da traffico**

Gruppo di azioni	<i>Carichi sulla carreggiata</i>				<i>Carichi su marciapiedi e piste ciclabili</i>	
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura $q_3$	Forza centrifuga $q_4$	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5 kN/m <sup>2</sup>
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m <sup>2</sup>
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m <sup>2</sup>			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m <sup>2</sup>
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(\*) Ponti di 3<sup>a</sup> categoria  
(\*\*) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)  
(\*\*\*) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Coerentemente nel seguito si fa riferimento ai gruppi di azioni da traffico 1, 2a e 2b.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>				
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>

### 8.4.2 Coefficienti parziali e di combinazione

Si utilizzano i coefficienti parziali di sicurezza e i coefficienti di combinazione di seguito riportati.

**Tabella 9 – Coefficienti parziali di sicurezza agli SLU**

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

**Tabella 10 – Coefficienti di combinazione**

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento $q_5$	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve $q_5$	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	$T_k$	0,6	0,6	0,5

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

### 8.4.3 Combinazioni agli SLU

Di seguito si esplicitano i coefficienti utilizzati per le singole combinazioni di carico rilevanti per le verifiche strutturali dell'impalcato agli SLU.

Combinazione		G1	G2	E1	E2	E3	Gr.1	Gr.2a	Gr.2b	Q5	Q6	Q7	Q8
A1 STR	Gr.1	1.35	1.35	0	1.2	0.72	1.35	0	0	0.9	0	0	0
	Gr.2a	1.35	1.35	0	1.2	0.72	0	1.35	0	0.9	0	0	0
	Gr.2b	1.35	1.35	0	1.2	0.72	0	0	1.35	0.9	0	0	0
	Q5	1.35	1.35	0	1.2	0.72	0	0	1	1.5	0	0	0
SISMA	SLV Z	1	1	0	1	0.5	0	0	0	0	1	0	0
ECCEZIONALE	-	1	1	0	1	0.5	0	0	0	0	0	0	1

### 8.4.4 Combinazioni agli SLE

Di seguito si esplicitano i coefficienti utilizzati per le singole combinazioni di carico rilevanti per le verifiche dell'impalcato agli SLE.

Combinazione		G1	G2	E1	E2	E3	Gr.1	Gr.2a	Gr.2b	Q5
RARA	Gr.1	1	1	0	1	0.6	1	0	0	0.6
	Gr.2a	1	1	0	1	0.6	0	1	0	0.6
	Gr.2b	1	1	0	1	0.6	0	0	1	0.6
FREQUENTE	Gr.2a	1	1	0	1	0.5	0	1	0	0
	Gr.2b	1	1	0	1	0.5	0	0	1	0
QUASI PERMANENTE	-	1	1	0	1	0.5	0	0	0	0

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

## 9 ANALISI E VERIFICHE SPALLA 01 (LATO APPOGGI FISSI)

Di seguito si riportano le modalità di calcolo delle sollecitazioni e le verifiche di resistenza nei diversi elementi.

### 9.1 Muro Frontale

Il muro frontale della spalla in esame riceve le azioni provenienti dall'impalcato trasmesse dagli apparecchi di appoggio riportate al paragrafo 8.3.2. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato. Le sollecitazioni a quota testa muro, riportate nella tabella seguente, si ottengono a partire dagli scarichi dei singoli appoggi e considerando le eccentricità dei singoli appoggi rispetto all'asse del muro frontale.

**Tabella 11– Scarichi dall'impalcato per combinazioni di carico a quota testa muro**

<b>TESTA MURO FRONTALE</b>					
<b>Combinazioni</b>	<b>N KN</b>	<b>Mlong kNm</b>	<b>Mtrasv kNm</b>	<b>Tlong KN</b>	<b>Ttrasv KN</b>
ULS_A1_Gr1(max)	10049	0	14204	1760	266
ULS_A1_Gr1(min)	5234	0	12142	1760	712
ULS_A1_Gr1_Gfav(max)	8462	0	11423	1760	229
ULS_A1_Gr1_Gfav(min)	3648	0	9361	1760	675
ULS_A1_Gr2a(max)	8163	0	12513	219	329
ULS_A1_Gr2a(min)	5231	0	11096	1774	616
ULS_A1_Gr2a_Gfav(max)	6576	0	9732	219	292
ULS_A1_Gr2a_Gfav(min)	3645	0	8316	1774	579
ULS_A1_Gr2b(max)	8211	0	12677	997	390
ULS_A1_Gr2b(min)	5280	0	11261	997	677
ULS_A1_Gr2b_Gfav(max)	6625	0	9897	997	353
ULS_A1_Gr2b_Gfav(min)	3693	0	8480	997	640
ULS_A1_Q5c_Gfav(max)	6763	0	11240	997	457
ULS_A1_Q5c_Gfav(min)	3831	0	9824	997	744
SLV-0.3Ex+Ey+0.3Ez	6190	0	8917	4627	1835
SLV-Ex+0.3Ey+0.3Ez	6963	0	8154	9254	980
SLS_RA_Gr1(max)	7333	0	10379	1304	185
SLS_RA_Gr1(min)	3766	0	8851	1304	516
SLS_RA_Gr2a(max)	5936	0	9126	162	232
SLS_RA_Gr2a(min)	3764	0	8077	1314	445
SLS_RA_Gr2b(max)	5972	0	9248	738	278
SLS_RA_Gr2b(min)	3800	0	8199	738	490
SLS_FR_Gr1	4513	0	9430	2122	859
SLS_QP	4730	0	8814	4697	485

Ai carichi prima riportati, si aggiungono il peso proprio del muro frontale, del muro paraghiaia, del solettone superiore e la spinta del terreno di riempimento che nel caso in esame è nulla in quanto non è presente terreno di riempimento.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

**Tabella 12 – Valutazioni pesi e spinte agenti sul muro frontale**

<b>MURO FRONTALE</b>	
<b>H Muro Frontale</b>	4.00 m
<b>Spessore Muro Frontale</b>	3.00 m
<b>Lunghezza Muro Frontale</b>	16.9 m
<b>Altezza Muro Paraghiaia</b>	3.65 m
<b>Spessore Muro Paraghiaia</b>	0.60 m
<b>Spessore solettone</b>	1.30 m
<b>Peso Solettone superiore</b>	229.13 kN/m
<b>Peso Muro Frontale</b>	5055 kN
<b>Peso Muro Paraghiaia</b>	923 kN
<b>Eccentr. appoggi - muro frontale (base)</b>	0.55 m
<b>Eccentr. paraghiaia - muro frontale (base)</b>	-1.20 m
<b>Peso Specifico Terreno di Rilevato</b>	0 kN/mc
<b>Angolo di Attrito Terreno di Rilevato</b>	35 °
<b>Coefficiente di spinta a riposo Ko</b>	0.426
<b>Coefficiente di spinta attiva Ka</b>	0.271
<b>Altezza del rilevato</b>	7.85 m
<b>Spinta a riposo</b>	0 kN
<b>Spinta attiva</b>	0 kN
<b>Sovraccarico accidentale da traffico</b>	0 kN/mq
<b>Fattore di amplificazione sismica F<sub>0</sub></b>	2.547
<b>Accelerazione sismica di base a<sub>g</sub></b>	0.168
<b>Coefficiente stratigrafico SS</b>	1.444
<b>Coefficiente topografico ST</b>	1.000
<b>Accelerazione orizzontale massima attesa amax</b>	0.243
<b>βm (massa cls spalla)</b>	1.000
<b>Kh (cls spalla) =</b>	0.243
<b>Kv (cls spalla)=</b>	0.121
<b>βm (massa terreno)</b>	0.000
<b>Kh (terreno) =</b>	0.243
<b>Kv (terreno)=</b>	0.121
<b>Coefficiente di spinta attiva con sismiche K'a (M-O)</b>	0.48
<b>Spinta in condizione sismiche (wood)</b>	0 kN
<b>Inerzia del Muro Frontale (H)</b>	1226 kN
<b>Inerzia del Muro Paraghiaia (H)</b>	224 kN
<b>Inerzia del Muro Frontale (V)</b>	613 kN
<b>Inerzia del Muro Paraghiaia (V)</b>	112 kN

Per la verifica del muro frontale, a quota spiccato, tali azioni possono essere considerate uniformemente distribuite in quanto l'altezza del muro frontale è tale che nell' ipotesi di ripartizione a 45°, tali scarichi si ripartiscono uniformemente alla base del muro

Si ottenengono quindi le seguenti sollecitazioni, con riferimento alle combinazioni maggiormente significative.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

BASE MURO FRONTALE					
Combinazioni	N	Mlong	Mtrasv	Tlong	Ttrasv
	KN	kNm	kNm	KN	KN
ULS_A1_Gr1(max)	20074	11074	15267	1760	266
ULS_A1_Gr1(min)	15259	8426	14990	1760	712
ULS_A1_Gr1_Gfav(max)	18487	10201	12339	1760	229
ULS_A1_Gr1_Gfav(min)	13672	7553	12061	1760	675
ULS_A1_Gr2a(max)	18188	3871	13830	219	329
ULS_A1_Gr2a(min)	15256	8480	13562	1774	616
ULS_A1_Gr2a_Gfav(max)	16601	2999	10902	219	292
ULS_A1_Gr2a_Gfav(min)	13669	7607	10634	1774	579
ULS_A1_Gr2b(max)	18236	7008	14238	997	390
ULS_A1_Gr2b(min)	15304	5396	13970	997	677
ULS_A1_Gr2b_Gfav(max)	16649	6136	11310	997	353
ULS_A1_Gr2b_Gfav(min)	13717	4523	11042	997	640
ULS_A1_Q5c_Gfav(max)	16787	6212	13067	997	457
ULS_A1_Q5c_Gfav(min)	13855	4599	12799	997	744
SLV-0.3Ex+Ey+0.3Ez	16214	24174	17383	6077	2270
SLV-Ex+0.3Ey+0.3Ez	16987	40478	15830	9689	2430
SLS_RA_Gr1(max)	14758	8142	11120	1304	185
SLS_RA_Gr1(min)	11192	6180	10914	1304	516
SLS_RA_Gr2a(max)	13362	2807	10055	162	232
SLS_RA_Gr2a(min)	11190	6220	9857	1314	445
SLS_RA_Gr2b(max)	13397	5130	10358	738	278
SLS_RA_Gr2b(min)	11226	3936	10159	738	490
SLS_FR_Gr1	11607	9863	12865	2122	859
SLS_QP	11604	20282	10752	4697	485

Le sollecitazioni in direzione trasversale risultano trascurabili rispetto a quelle in direzione longitudinale, tenuto anche conto della geometria della sezione del muro frontale. Di seguito si riportano le verifiche di resistenza con riferimento ad una striscia di un metro per le combinazioni che provocano il massimo e il minimo sforzo normale, il massimo momento longitudinale ed il massimo taglio alla base del muro frontale.

**Tabella 13 – Geometria sezione e armatura del muro frontale**

Muro	Sezione di verifica		Armatura		
	Base [m]	Altezza [m]	Tesa	Compressa	Taglio
Frontale	1.0	3.0	1φ26/10	1φ26/20	-

BASE MURO FRONTALE - Verifiche allo SLE							
Combinazioni		N	Mlong	Tlong	$\sigma_c$	$\sigma_s$	Wk
		kN/m	kNm/m	kN/m	Mpa	Mpa	mm
RARA	SLS_RA_Gr1(max) - Max N	876	483	77	-0.6	-0.1	0.0
	SLS_RA_Gr2a(min) - Min N	664	369	78	-0.4	-6.5	0.0
	SLS_RA_Gr1(max) - Max ML	876	483	77	-5.8	-0.1	0.0
FREQ	SLS_FR_Gr1 - Max N	689	585	126	-0.6	1.2	0.0
QP	SLS_QP	689	1204	279	-1.4	3.2	0.0

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

<b>BASE MURO FRONTALE - Verifiche allo SLU - SLV</b>						
<b>Combinazioni</b>		<b>N</b>	<b>Mlong</b>	<b>Tlong</b>	<b>C.S.</b>	<b>C.S.</b>
		<b>kN/m</b>	<b>kNm/m</b>	<b>kN/m</b>	<b>(NRd, MRd)</b>	<b>(VRd)</b>
Max N	ULS_A1_Gr1(max)	1191	657	104	3.7	11.20
Min N	ULS_A1_Gr2a_Gfav(min)	811	451	105	4.4	18.60
Max ML	SLV-Ex+0.3Ey+0.3Ez	1008	2402	575	3.4	2.97
Max VL	SLV-Ex+0.3Ey+0.3Ez	1008	2402	575	4.4	2.97

## 9.2 Solettone superiore

Per la verifica del solettone superiore della spalla è stato considerato uno schema di piastra incastrata alle pareti verticale e caricata da un carico uniforme costituito dal peso proprio del solettone, dal peso del terreno di ricoprimento (ballast e armamento) e dal carico accidentale da traffico è stato assunto pari a 20 kPa. La verifica in particolare è condotta considerando soletta come una piastra incastrata agli elementi verticali (muri laterali). I risultati possono essere estesi anche all'altra porzione in virtù della simmetria di carichi e geometrica. Di seguito si riportano i dati assunti e le verifiche del solettone:

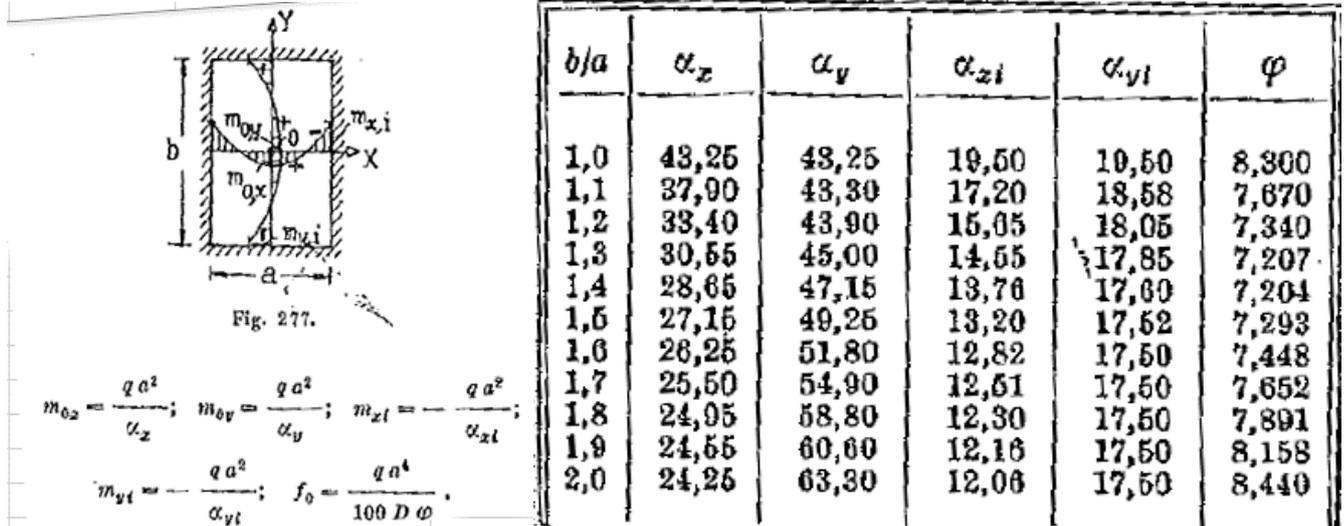
<b>SOLETTONE SUPERIORE</b>		
Lunghezza netta solettone	7.05	m
Spessore solettone	1.30	m
Peso Solettone superiore	229.125	kN/m
Peso Solettone superiore	3093.1875	kN
Spessore terreno di ricoprimento	1.00	m
Peso terreno di ricoprimento	20.00	kN/m
Peso terreno di ricoprimento	270	kN
Sovraccarico accidentale da traffico	20.00	kN/mq
Sovraccarico accidentale da traffico	2206.7	kN
Inerzia Solettone superiore /m	55.58	kN/m
Inerzia Solettone superiore	869.89	kN

<b>Elemento strutturale</b>	<b>Sezione di verifica</b>		<b>Armatura</b>		
	<b>Base [m]</b>	<b>Altezza [m]</b>	<b>Direz. x</b>	<b>Direz. y</b>	<b>Taglio</b>
Solettone sup	1.0	1.3	1φ20/10 sup 1φ20/10 inf	1φ20/10 sup 1φ20/10 inf	Spilli φ10/40x40

**Tabella 14 – Geometria sezione e armatura solettone superiore**

Di seguito si riportano i valori di sollecitazione sulla base dello schema di calcolo adottato ricavate da formulazioni teoriche riportate in letteratura e richiamate di seguito.

Schema di calcolo



Dati geometrici Piastra

a (m) =	7.05
b (m) =	14.25
b/a =	2.0
$\alpha_x$ =	24.25
$\alpha_y$ =	63.30
$\alpha_{xi}$ =	12.06
$\alpha_{yi}$ =	17.50

Dati carico Piastra

$q_{pp}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	32.50
$q_{rint}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	20.00
$q_{acc}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	20.00
$q_r^{SLU}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	86.5
$q_r^{SLE}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	72.5

COMBINAZIONI E COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE

	P.P	Spinte Terreno	Rinterro	Sovraccarico		Sisma
				Y	g	
SLU	1	1.35	1.35	1	1.45	0
SISMA	1	1	1	1	0.2	1
SLE (FREQ)	1	1	1	1	1	0

SOLLECITAZIONI SLU

Mox =	177.29	KNm
Moy =	67.92	KNm
Mix =	356.49	KNm
Miy =	245.67	KNm

SOLLECITAZIONI SLE

Mox =	148.60	KNm
Moy =	56.93	KNm
Mix =	298.79	KNm
Miy =	205.91	KNm

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

### VERIFICHE SOLETTONE SUPERIORE

VERIFICHE DI ESERCIZIO							
Combinazione	Direzione		N	M	$\sigma_c$	$\sigma_s$	Wk
			KN/m	kNm/m	Mpa	Mpa	mm
SLE_RARA	Long. X	Campata	0	149	-0.65	25.1	0.00
		Bordi	0	299	-1.32	50.6	0.00
	Trasv Y	Campata	0	57	-0.27	10.3	0.00
		Bordi	0	206	-1.15	42.3	0.00

VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SLU/SLV							
Combinazione	Direzione		N	M	V	C.S. ( $N_{Rd}$ , $M_{Rd}$ )	C.S. ( $V_{Rd}$ )
			KN/m	kNm/m	KN/m		
SLU	Long. X	Campata	0	177	0	13.50	-
		Bordi	0	356	308	6.72	3.48
	Trasv Y	Campata	0	68	0	33.40	-
		Bordi	0	246	152	9.64	7.03

### 9.3 Muro paraghiaia

In condizioni statiche il muro paraghiaia è sollecitato sollecitazioni trasmesse dal solettone superiore. In condizioni sismiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla dalle masse del muro, della mensola e del solettone stesso.

Nella tabella che segue sono indicati i parametri geometrici, meccanici e di carico utilizzati nell'analisi. Il modello di calcolo utilizzato è quello di mensola incastrata al muro frontale.

Tabella 15 – Valutazioni pesi e spinte agenti sul muro paraghiaia

MURO PARAGHIAIA		
Peso Muro Paraghiaia	54.75	KN/m
Altezza Muro Paraghiaia	3.65	m
Spessore Muro Paraghiaia	0.60	m
Coefficiente di spinta a riposo $K_0$	0.43	
Coefficiente di spinta attiva $K_a$	0.27	
Peso Specifico Terreno di Rilevato	0.00	kN/mc
Sovraccarico accidentale da traffico	0.00	kN/mq
Angolo di Attrito Terreno di Rilevato	35.00	
Spinta a riposo	0.00	kN/m
Spinta attiva	0.00	kN/m
Coefficiente di spinta attiva con sismiche $K'a$	0.48	
Spinta in condizione sismiche (wood)	0.00	kN/m
Inerzia del Muro Paraghiaia /m	13.28	kN/m

Muro	Sezione di verifica		Armatura		
	Base [m]	Altezza [m]	Lato impalcato	Lato terreno	Taglio
Paraghiaia	1.0	0.6	1 $\phi$ 16/10	1 $\phi$ 16/10	-

Tabella 16 – Geometria sezione e armatura del muro paraghiaia

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

VERIFICHE DI ESERCIZIO						
Combinazione	N	M	V	$\sigma_c$	$\sigma_s$	Wk
	KN/m	kNm/m	KN/m	Mpa	Mpa	mm
SLE_RARA	55	299	0	-1.8	64.2	0

VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SLU/SLV					
Combinazione	N	M	V	C.S. (NRd, MRd)	C.S. (VRd)
	KN/m	kNm/m	KN/m		
SLU	74	356	0	4.1	-

Tabella 17 – Verifiche del muro paraghiaia

#### 9.4 Muri laterali

In questo paragrafo si riporta il calcolo dei muri laterali della spalla. Nel caso in esame data l'esigua altezza del terreno spingente ai lati dei muri questi sono stati dimensionati considerando unicamente le azioni trasmesse a testa muro dal solettone superiore. Nella tabella che segue sono indicati i parametri geometrici, meccanici e di carico utilizzati nell'analisi.

Tabella 18 – Valutazioni pesi e spinte agenti sui muri laterali

MURI LATERALI	
Muro laterale H1	4.00 m
Muro laterale s1	1.30 m
Muro laterale H2	3.75 m
Muro laterale s2	0.60 m
Muro laterale H3	0.00 m
Muro laterale s3	0.00 m
Altezza totale muri laterali	7.75 m
Spessore medio Muri Laterali	0.96 m
Lunghezza Massima muri laterali	7.05 m
Peso Muro laterale (singolo)	1313.06 kN
Peso totale Muri laterali	2626.13 kN
Spinta a riposo (con 100% sovraccarichi)	0.00 kN/m
Spinta a riposo (con 50% sovraccarichi)	0.00
Spinta attiva	0.00 kN/m
Coefficiente di spinta attiva con sismiche K'a	0.48
Incr. spinta attiva in condizione sismiche	0.00 kN/m
Inerzia del Muro laterale /m	45.18 kN/m

Muro	Sezione di verifica		Armatura		
	Base [m]	Altezza [m]	Tesa	Compressa	Taglio
Laterale	1.0	1.2	1φ26/10	1φ22/10	Φ10/40X40 cm

Tabella 19 – Geometria sezione e armatura dei muri laterali

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

### VERIFICHE BASE MURO LATERALE

VERIFICHE DI ESERCIZIO						
Combinazione	N	M	V	$\sigma_c$	$\sigma_s$	Wk
	KN/m	kNm/m	KN/m	Mpa	Mpa	mm
SLE_RARA	186	206	0	-1.92	91.5	0

VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SLU/SLV					
Combinazione	N	M	V	C.S.	C.S.
	KN/m	kNm/m	KN/m	(NRd, MRd)	(VRd)
SLU	251	246	0	3.42	-

Tabella 20 – Verifiche dei muri laterali

## 10 VERIFICA DELLE FONDAZIONI

Nei seguenti paragrafi sono riportate le verifiche strutturali e geotecniche del sistema fondazionale.

### 10.1 plinto di fondazione

In questo paragrafo si riporta la determinazione delle sollecitazioni in quota testa pali che si ottengono sommando, alle azioni provenienti dall'impalcato, la risultante e il momento risultante dei pesi della struttura. In condizioni sismiche si è tenuto conto dell'incremento di spinta delle inerzie

Nella tabella che segue sono indicati i parametri geometrici, meccanici e di carico del plinto utilizzati nell'analisi per il calcolo della risultante e momento risultante rispetto al baricentro del plinto di fondazione.

Tabella 21 – Valutazioni pesi e spinte agenti sul plinto di fondazione

PLINTO DI FONDAZIONE	
<b>Peso Muro Frontale</b>	5055.00 kN
<b>Ecc. Long. Muro Frontale - Plinto</b>	2.55 m
<b>Peso Muro Posteriore</b>	0.00 kN
<b>Ecc. Long. Muro Posteriore - Plinto</b>	0.00 m
<b>Peso Solettone superiore</b>	3585.81 kN
<b>Ecc. Long. Solettone superiore- Plinto</b>	-2.55 m
<b>Ecc.Appoggi Plinto</b>	3.10 m
<b>Peso Muro Paraghiaia</b>	922.54 kN
<b>Ecc. Long. Muro Paraghiaia - Plinto</b>	1.35 m
<b>Peso Terreno di riempimento</b>	0.00 kN
<b>Peso Accidentali su terreno di riempimento</b>	0.00 kN
<b>Peso Accidentali su solettone superiore</b>	2206.65 kN
<b>Eccentricità long Terreno -Plinto</b>	0.00 m
<b>Eccentricità long Muri laterali -Plinto</b>	-2.55 m
<b>Spessore Plinto</b>	2.50 m
<b>Lunghezza plinto</b>	12.00 m
<b>Larghezza plinto</b>	21.00 m
<b>Peso plinto di fondazione</b>	15750.00

<b>Altezza Rilevato+H plinto</b>	10.35 m
<b>Spinta a riposo rilevato</b>	0.00 kN
<b>Spinta a riposo sovraccarichi</b>	0.00 kN
<b>Spinta attiva rilevato</b>	0.00 kN
<b>Spinta in condizione sismiche (wood)</b>	0.00 kN
<b>Inerzia dei muri laterali (H)</b>	637.08 kN
<b>Inerzia dei muri laterali (V)</b>	318.54 kN
<b>Inerzia solettone superiore (H)</b>	869.89 kN
<b>Inerzia solettone superiore (V)</b>	434.94 kN
<b>Inerzia muro posteriore (H)</b>	0.00
<b>Inerzia muro posteriore (V)</b>	0.00
<b>Inerzia plinto di fondazione (H)</b>	3820.82 kN
<b>Inerzia plinto di fondazione (V)</b>	1910.41 kN
<b>Inerzia rilevato interno(H)</b>	0.00 kN
<b>Inerzia rilevato interno (V)</b>	0.00 kN

**Tabella 22 – Sollecitazioni ad intradosso plinto (quota testa pali)**

<b>SOLLECITAZIONI BASE PLINTO</b>							
<b>Combo</b>	<b>N</b>	<b>M<sub>L</sub></b>	<b>M<sub>T</sub></b>	<b>V<sub>L</sub></b>	<b>V<sub>T</sub></b>	<b>M<sub>L,AM</sub></b>	<b>M<sub>T,AM</sub></b>
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
ULS_A1_Gr1(max)	50746	40293	15932	1760	266	44431	16557
ULS_A1_Gr1(min)	45932	25368	16770	1760	712	29506	18444
ULS_A1_Gr1_Gfav(max)	49160	35374	12912	1760	229	39513	13450
ULS_A1_Gr1_Gfav(min)	44345	20449	13749	1760	675	24588	15336
ULS_A1_Gr2a(max)	48860	24428	14653	219	329	24943	15427
ULS_A1_Gr2a(min)	45929	25449	15103	1774	616	29620	16552
ULS_A1_Gr2a_Gfav(max)	47274	19509	11632	219	292	20024	12320
ULS_A1_Gr2a_Gfav(min)	44342	20530	12082	1774	579	24701	13444
ULS_A1_Gr2b(max)	48909	29632	15214	997	390	31975	16132
ULS_A1_Gr2b(min)	45977	20543	15664	997	677	22886	17256
ULS_A1_Gr2b_Gfav(max)	47322	24713	12194	997	353	27056	13024
ULS_A1_Gr2b_Gfav(min)	44390	15625	12643	997	640	17968	14149
ULS_A1_Q5c_Gfav(max)	47460	25141	14209	997	457	27484	15283
ULS_A1_Q5c_Gfav(min)	44528	16052	14659	997	744	18396	16407
SLV-0.3Ex+Ey+0.3Ez	34129	71236	33336	10535	3607	96004	41817
SLV-Ex+0.3Ey+0.3Ez	34902	87134	38203	11026	6888	113058	54396
SLS_RA_Gr1(max)	37479	45343	11583	1304	185	48409	12019
SLS_RA_Gr1(min)	33913	34288	12204	1304	516	37353	13416
SLS_RA_Gr2a(max)	36082	33592	10636	162	232	33973	11182
SLS_RA_Gr2a(min)	33910	34347	10969	1314	445	37437	12015
SLS_RA_Gr2b(max)	36118	37446	11052	738	278	39182	11704
SLS_RA_Gr2b(min)	33946	30714	11385	738	490	32450	12537
SLS_FR_Gr1	33335	41919	15012	2122	859	46908	17031
SLS_QP	32669	59327	11964	4697	485	70370	13103

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

Per la valutazione delle sollecitazioni nel plinto di fondazione, è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione. Tali sollecitazioni sono state valutate mediante una ripartizione rigida delle sollecitazioni agenti a base plinto. Nel calcolo degli sforzi nei pali si è tenuto del parametro  $\alpha$  (vedi paragrafo 4) sia per la valutazione dello sforzo nei pali (effetto della deformabilità a taglio degli stessi pali) sia per la valutazione del momento flettente agente in testa al palo ( $M_{Ed} = \alpha V_{Ed}$ ). La situazione peggiore risulta essere sempre quella sismica.

Si riportano nel seguito le coordinate dei pali di fondazione e per ogni combinazione di carico, le sollecitazioni nei pali sollecitati dal massimo e dal minimo sforzo normale.

**Tabella 23 – Numero di pali e coordinate rispetto al baricentro del plinto**

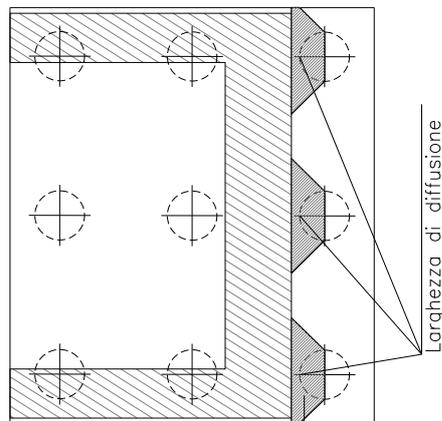
		Pali														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>z</b>		-4.50	-4.50	-4.50	-4.50	-4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
<b>y</b>		9.00	4.50	0.00	-4.50	-9.00	9.00	4.50	0.00	-4.50	-9.00	9.00	4.50	0.00	-4.50	-9.00
<b>z<sup>2</sup></b>		20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25
<b>y<sup>2</sup></b>		81.00	20.25	0.00	20.25	81.00	81.00	20.25	0.00	20.25	81.00	81.00	20.25	0.00	20.25	81.00
<b>W<sub>Y</sub></b>		67.50	135.00	0.00	-135.00	-67.50	67.50	135.00	0.00	-135.00	-67.50	67.50	135.00	0.00	-135.00	-67.50
<b>W<sub>Z</sub></b>		-45.00	-45.00	-45.00	-45.00	-45.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00

**Tabella 24 – Massime e minime sollecitazioni nei pali di fondazione**

SFORZI MASSIMI E MINIMI NEI PALI						
Combo	N <sub>min</sub>		N <sub>max</sub>		V <sub>max</sub>	M <sub>max</sub>
	Palo	[kN]	Palo	[kN]	[kN]	[kNm]
ULS_A1_Gr1(max)	5	2150	11	4616	119	279
ULS_A1_Gr1(min)	5	2133	11	3991	127	298
ULS_A1_Gr1_Gfav(max)	5	2200	11	4355	118	278
ULS_A1_Gr1_Gfav(min)	5	2183	11	3730	126	296
ULS_A1_Gr2a(max)	5	2475	11	4040	26	62
ULS_A1_Gr2a(min)	5	2158	11	3965	125	294
ULS_A1_Gr2a_Gfav(max)	5	-478	11	5028	24	57
ULS_A1_Gr2a_Gfav(min)	5	-991	11	5645	124	293
ULS_A1_Gr2b(max)	5	1245	11	3752	71	168
ULS_A1_Gr2b(min)	5	1232	11	3290	80	189
ULS_A1_Gr2b_Gfav(max)	5	1485	11	3326	70	166
ULS_A1_Gr2b_Gfav(min)	5	1251	11	3271	79	186
ULS_A1_Q5c_Gfav(max)	5	1364	11	3452	73	172
ULS_A1_Q5c_Gfav(min)	5	1356	11	3170	83	195
SLV-0.3Ex+Ey+0.3Ez	5	-478	11	5028	742	1745
SLV-Ex+0.3Ey+0.3Ez	5	-991	11	5645	867	2038
SLS_RA_Gr1(max)	5	1245	11	3752	88	206
SLS_RA_Gr1(min)	5	1232	11	3290	93	220
SLS_RA_Gr2a(max)	5	1485	11	3326	19	44
SLS_RA_Gr2a(min)	5	1251	11	3271	93	217
SLS_RA_Gr2b(max)	5	1364	11	3452	53	124
SLS_RA_Gr2b(min)	5	1356	11	3170	59	139
SLS_FR_Gr1	5	928	11	3517	153	359
SLS_QP	5	420	11	3936	315	740

	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	48 di 177

Il tacco anteriore del plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone. Si riporta di seguito la verifica. La larghezza di diffusione è stata valutata in corrispondenza del filo anteriore del muro frontale, mediante una diffusione a 45° a partire dal piano medio del palo (vedi figura seguente), mentre l'altezza della biella compressa è stata valutata pari a 0.2 dp (con dp altezza utile della sezione del plinto). La verifica è stata eseguita in corrispondenza del palo più sollecitato (generalmente quello di spigolo).



**Figura 1 – Diffusione delle azioni dal palo al muro frontale**

**Tabella 25 – Verifica dello zoccolo anteriore del plinto di fondazione con meccanismo tirante-puntone**

<b>VERIFICA DELLO ZOCCOLO ANTERIORE DEL PLINTO DI FONDAZIONE</b>	
Nmax (palo)	5645 kN
Dist. Asse palo-bordo muro frontale	0.45 m
Diametro palo	1.50 m
Larghezza di diffusione	2.30 m
Spessore della Fondazione	2.50 m
Copriferro nominale	0.10 m
Altezza utile della sezione	2.37 m
Altezza della biella compressa	0.5 m
Sforzo di Trazione	1338 kN
Sforzo di compressione	5801 kN
Diametro armatura primo strato	26 mm
Passo armatura primo strato	10 cm
Diametro armatura secondo strato	0 mm
Passo armatura secondo strato	10 cm
Area complessiva delle armature	12211 mm <sup>2</sup>
Tensione nel calcestruzzo	5.3 Mpa
Tensione nell'acciaio	109.5 Mpa

I valori di tensione ottenuti sono inferiori ai limiti di normativa riportati al paragrafo 7.2.2. La verifica è pertanto soddisfatta.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

## 10.2 pali di fondazione

Per ricavare le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione è stato considerato un modello di plinto rigido, in cui l'azione assiale nei pali viene valutata assumendo una rotazione rigida del plinto (palo impedito di ruotare in testa), tenendo poi conto, in maniera approssimata mediante la definizione di un apposito coefficiente, degli effetti flessionali sui pali dovuti ai carichi trasmessi dalla spalla, come mostrato nelle immagini riportate alla pagina successiva.

Lo sforzo normale nei pali è quindi calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{(M_{Ed})d_i}{\sum_i d_i^2}$$

Le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali, mentre il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente  $\alpha$  (espresso in metri):

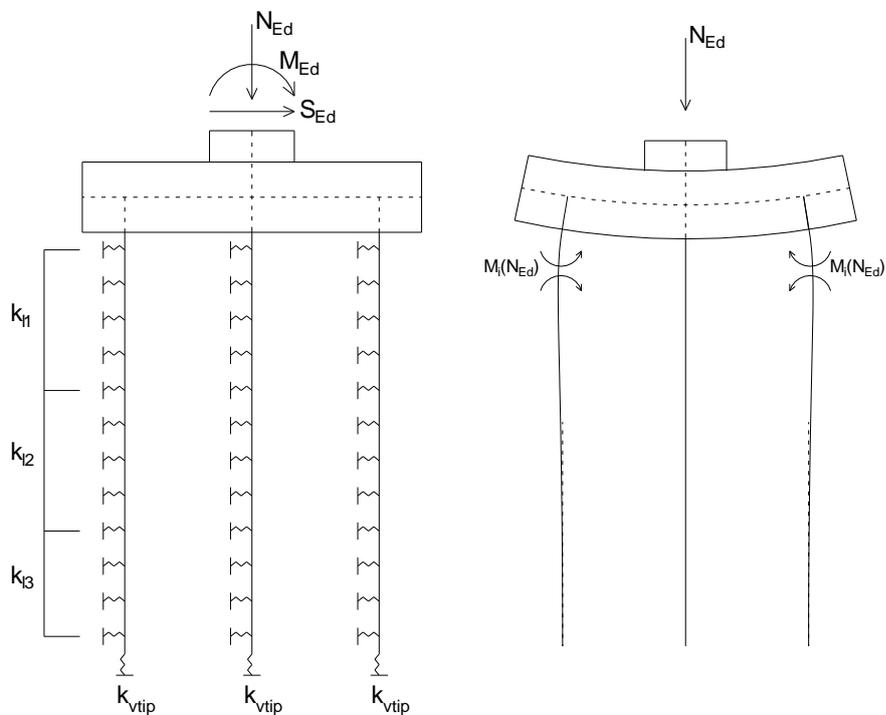
$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente  $\alpha$  dipende principalmente dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e, generalmente, fornisce un valore delo momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo,  $\alpha$  dipende quindi dalla rigidità del terreno. Per l'opera in esame sono quindi definiti i seguenti valori:

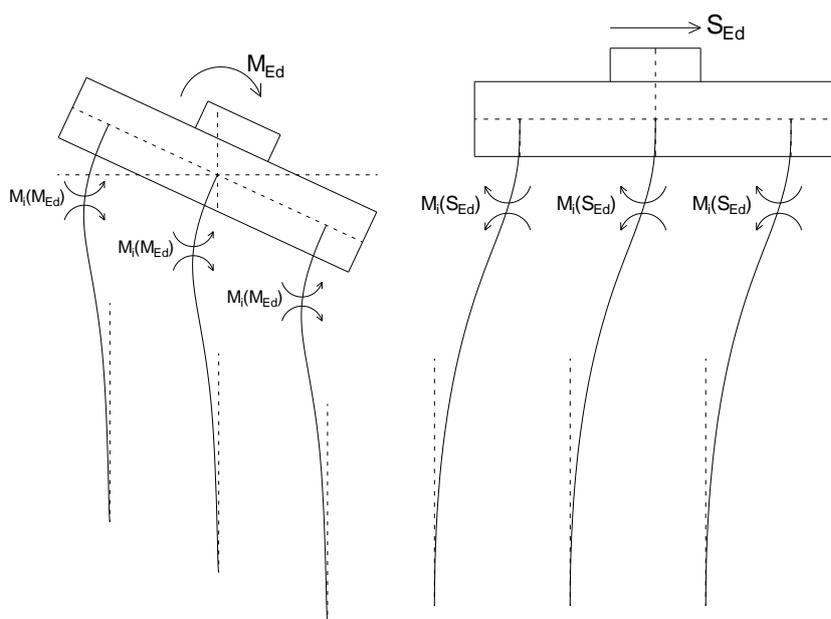
<b>D<sub>palo</sub> [m]</b>	<b><math>\alpha</math> [m]</b>
1.5	2.351

Si rimanda alla relazione geotecnica per maggiori dettagli relativi al calcolo di tale parametro.

Le azioni derivanti da questo modello sono quindi confrontate con la curve di capacità portante dei pali di fondazione riportata nella relazione geotecnica.



**Figura 2 – Modello del plinto su pali ed effetto flessionale su pali dovuto al carico assiale agente sul plinto (a destra)**



**Figura 3 – Effetto flessionale sui pali dovuti al momento flettente (a sinistra) e al taglio (a destra) agenti sul plinto**

I pali saranno armati con un doppio strato di  $\phi 28$  longitudinali (28+20 $\phi 26$ ) e con una spirale  $\phi 12/20$  (2 bracci resistenti). Tale armatura costituisce la prima gabbia di armatura del palo e si estende per 18 metri a partire dalla testa

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

del palo. Le successive gabbie di armatura potranno essere realizzate con un'armatura longitudinale e trasversale pari alla metà di quella verificata.

Palo	Sezione di verifica	Armatura	
	D [m]	Armatura longitudinale	Taglio
Φ1500	1.5	I Strato: 28φ28 II Strato: 20 φ 28	Spirale φ12/20

PALO - Verifiche allo SLU						
Combinazioni		N kN	Mlong kNm	Tlong kN	C.S. (NRd, MRd)	C.S. (VRd)
Max N	ULS_A1_Gr2a_Gfav(min)	-991	293	124	19.90	27.2
Min N	ULS_A1_Gr2a_Gfav(min)	5645	293	124	27.30	27.2
Max VL	SLV-Ex+0.3Ey+0.3Ez	5645	2038	867	3.92	3.9

PALO - Verifiche allo SLE							
Combinazioni		N kN	Mlong kNm	Tlong kN	σ <sub>c</sub> Mpa	σ <sub>s</sub> Mpa	Wk mm
RARA	SLS_RA_Gr1(min)	1232	220	93	-0.60	-1.93	0.000
	SLS_RA_Gr1(max)	3752	206	88	-1.20	-1.90	0.000
FREQ	SLS_FR_Gr1	928	359	153	-1.30	6.50	0.000
	SLS_FR_Gr1	3517	359	153	-0.80	-13.40	0.000
QP	SLS_QP	420	740	315	-2.59	52.30	0.000
	SLS_QP	3936	740	315	-3.44	-5.10	0.000

**Tabella 26 – Verifica dei pali di fondazione**

### 10.2.1 Verifiche di capacità portante Palo singolo

In accordo con le curve di capacità portante ottenute per il viadotto in esame, nelle seguenti tabelle si riporta le lunghezze dei pali utilizzate. Agli SLE si è verificato che il rapporto tra la resistenza laterale e il carico assiale in combinazione caratteristica risulti maggiore di 1.25, come prescritto dalla normativa ferroviaria.

FONDAZIONE			SFORZI NEI PALI SLU			SFORZI NEI PALI SLE			
D <sub>pali</sub> [m]	n <sub>pali</sub> [m]	L <sub>pali</sub> [m]	Combinazione	N <sub>min</sub> [kN]	Q <sub>d,c</sub> [kN]	Combinazione	N <sub>min</sub> [kN]	Q <sub>ll,k</sub> [kN]	Q <sub>ll/Nmin</sub> [-]
1.5	15	22	ULS_A1_Gr2a_Gfav(min)	5645	7923	SLS_RA_Gr1(min)	3936	8950	2.27

**Tabella 27 – Verifica della portanza verticale dei pali di fondazione**

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

### 10.2.2 Verifiche capacità portante Pali Di Gruppo

La valutazione del carico limite verticale di una palificata è eseguito con la seguente relazione:

$$Q_{d, Gruppo} = N \cdot E \cdot Q_{d, \text{ singolo palo}}$$

La resistenza a carico verticale della palificata è data dal prodotto della resistenza del palo singolo ( $Q_{d, \text{ singolo palo}}$ ) per il numero  $N$  di pali del gruppo e per il fattore  $E$  di efficienza della palificata. In particolare l'efficienza è valutata con la formulazione empirica di Converse Labarre.

Nel seguito si riportano le verifiche eseguite per le pile in esame:

Lpali	Rd = Q <sub>d</sub>	PORTANZA PALI DI GRUPPO								
		Dametro	interasse	n. pali x fila	m. n. fila	Φ	E efficienza	N <sub>max, SLU</sub>	Q <sub>d Gruppo</sub>	FS
[m]	[kN]	[m]	[m]	[-]	[-]	[°]	[-]	[kN]	[kN]	[-]
22	7923	1.5	4.5	5	3	18.43	0.70	50746	83141	1.64

### 10.2.3 Capacità portante laterale dei pali di fondazione

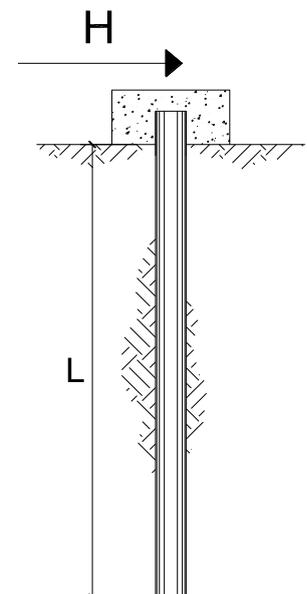
Per i pali di fondazione da realizzare nei terreni non suscettibili ai fenomeni di liquefazione, le verifiche di capacità portante laterale dei pali di fondazione vengono eseguite secondo la consolidata metodologia di Broms (1964) per terreni incoerenti sotto falda attraverso un apposito foglio di calcolo. Per tutti i pali si configura l'ipotesi di palo lungo. Le verifiche, riportate nelle pagine seguenti, risultano soddisfatte assumendo cautelativamente un angolo d'attrito  $\varphi=30^\circ$ . Le armature in testa al palo utilizzate per il calcolo del momento resistente ( $M_y$ ) sono riportate al paragrafo delle verifiche strutturali dei pali di fondazione.

#### **CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA**

##### **TEORIA DI BASE:**

(Broms, 1964)

coefficienti parziali		A		M	R	
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	$\gamma_\varphi$	$\gamma_T$	
		$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
SLU	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.60
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.30
	SISMA	●	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		○	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		○	1.30	1.50	1.25	1.00



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.45
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

Palo corto: 
$$H = 1.5 k_p \gamma d^3 \left( \frac{L}{d} \right)^2$$

Palo intermedio: 
$$H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left( \frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo: 
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left( 3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4} \right)^2}$$

**DATI DI INPUT:**

Lunghezza del palo	L =	22.00	(m)		
Diametro del palo	d =	1.50	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	$M_y$ =	6285.53	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	$\varphi'_{med}$ =	30.00	(°)	$\varphi'_{min}$ =	30.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d}$ =	30.00	(°)	$\varphi'_{min,d}$ =	30.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1 + \sin \Phi') / (1 - \sin \Phi')$ )	$k_{p_{med}}$ =	3.00	(-)	$k_{p_{min}}$ =	3.00 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ )	$\gamma$ =	10.00	(kN/m <sup>3</sup> )		
Azione Tagliante (V):	V =	867	(kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0	(kN)		

Palo corto:

$H1_{med} = 32670.00$  (kN)  $H1_{min} = 32670.00$  (kN)

Palo intermedio:

$H2_{med} = 11175.71$  (kN)  $H2_{min} = 11175.71$  (kN)

Palo lungo:

$H3_{med} = 2885.46$  (kN)  $H3_{min} = 2885.46$  (kN)

$H_{med} = 2885.46$  (kN) palo lungo  $H_{min} = 2885.46$  (kN) palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 1697.33$  (kN)

$H_d = H_k / \gamma_T = 1305.64$  (kN)

$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 867.00$  (kN)

$FS = H_d / F_d = 1.51$

$FS(\text{gruppo}) = 1.20$

Si fa notare che per tener conto degli effetti di gruppo è stato considerato un coefficiente riduttivo del carico limite pari a 0,8 (coefficiente di gruppo).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

### 10.3 Valutazione dei cedimenti in fondazione

Per la valutazione dei cedimenti in fondazione si rimanda alla relazione geotecnica di calcolo per le fondazioni dei viadotti

## 11 ANALISI E VERIFICHE SPALLA 02 (LATO APPOGGI MOBILI)

Di seguito si riportano le modalità di calcolo delle sollecitazioni e le verifiche di resistenza nei diversi elementi.

### 11.1 Muro Frontale

Il muro frontale della spalla in esame riceve le azioni provenienti dall'impalcato trasmesse dagli apparecchi di appoggio riportate al paragrafo 8.3.2. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato. Le sollecitazioni a quota testa muro, riportate nella tabella seguente, si ottengono a partire dagli scarichi dei singoli appoggi e considerando le eccentricità dei singoli appoggi rispetto all'asse del muro frontale.

**Tabella 28– Scarichi dall'impalcato per combinazioni di carico a quota testa muro**

TESTA MURO FRONTALE					
Combinazioni	N KN	Mlong kNm	Mtrasv kNm	Tlong KN	Ttrasv KN
ULS_A1_Gr1(max)	10091	0	14629	0	107
ULS_A1_Gr1(min)	5228	1	12506	0	544
ULS_A1_Gr1_Gfav(max)	8504	2	11783	0	103
ULS_A1_Gr1_Gfav(min)	3642	3	9660	0	540
ULS_A1_Gr2a(max)	8259	4	12856	0	191
ULS_A1_Gr2a(min)	5279	5	11417	0	471
ULS_A1_Gr2a_Gfav(max)	6672	6	10010	0	188
ULS_A1_Gr2a_Gfav(min)	3693	7	8571	0	467
ULS_A1_Gr2b(max)	8256	8	13021	0	251
ULS_A1_Gr2b(min)	5276	9	11582	0	530
ULS_A1_Gr2b_Gfav(max)	6669	10	10175	0	247
ULS_A1_Gr2b_Gfav(min)	3689	11	8736	0	526
ULS_A1_Q5c_Gfav(max)	6807	12	11546	0	334
ULS_A1_Q5c_Gfav(min)	3827	13	10106	0	613
SLV-0.3Ex+Ey+0.3Ez	5756	14	8818	0	1795
SLV-Ex+0.3Ey+0.3Ez	5969	15	7172	0	773
SLS_RA_Gr1(max)	7364	16	10691	0	69
SLS_RA_Gr1(min)	3762	17	9118	0	393
SLS_RA_Gr2a(max)	6007	18	9377	0	132
SLS_RA_Gr2a(min)	3800	19	8311	0	339
SLS_RA_Gr2b(max)	6004	20	9500	0	176
SLS_RA_Gr2b(min)	3797	21	8433	0	383
SLS_FR_Gr1	4132	22	9043	0	75
SLS_QP	3979	23	7831	0	77

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

Ai carichi prima riportati, si aggiungono il peso proprio del muro frontale, del muro paraghiaia, del solettone superiore e la spinta del terreno di riempimento che nel caso in esame è nulla in quanto non è presente terreno di riempimento.

**Tabella 29 – Valutazioni pesi e spinte agenti sul muro frontale**

<b>MURO FRONTALE</b>	
H Muro Frontale	3.00 m
Spessore Muro Frontale	3.00 m
Lunghezza Muro Frontale	16.9 m
Altezza Muro Paraghiaia	3.65 m
Spessore Muro Paraghiaia	0.60 m
Spessore solettone	1.30 m
Peso Solettone superiore	0.00 kN/m
Peso Muro Frontale	3791 kN
Peso Muro Paraghiaia	923 kN
Eccentr. appoggi - muro frontale (base)	0.55 m
Eccentr. paraghiaia - muro frontale (base)	-1.20 m
Peso Specifico Terreno di Rilevato	20 kN/mc
Angolo di Attrito Terreno di Rilevato	35 °
Coefficiente di spinta a riposo $K_0$	0.426
Coefficiente di spinta attiva $K_a$	0.271
Altezza del rilevato	6.85 m
Spinta a riposo	3047 kN
Spinta attiva	1936 kN
Sovraccarico accidentale da traffico	30 kN/mq
Fattore di amplificazione sismica $F_0$	2.547
Accelerazione sismica di base $a_g$	0.168
Coefficiente stratigrafico $SS$	1.444
Coefficiente topografico $ST$	1.000
Accelerazione orizzontale massima attesa $a_{max}$	0.243
$\beta_m$ (massa cls spalla)	1.000
$K_h$ (cls spalla) =	0.243
$K_v$ (cls spalla)=	0.121
$\beta_m$ (massa terreno)	1.000
$K_h$ (terreno) =	0.243
$K_v$ (terreno)=	0.121
Coefficiente di spinta attiva con sismiche $K'a$ (M-O)	0.48
Spinta in condizione sismiche (wood)	3467 kN
Inerzia del Muro Frontale (H)	920 kN
Inerzia del Muro Paraghiaia (H)	224 kN
Inerzia del Muro Frontale (V)	460 kN
Inerzia del Muro Paraghiaia (V)	112 kN

Per la verifica del muro frontale, a quota spiccato, tali azioni possono essere considerate uniformemente distribuite in quanto l'altezza del muro frontale è tale che nell' ipotesi di ripartizione a 45°, tali scarichi si ripartiscono uniformemente alla base del muro

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>				
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>

Si ottengono quindi le seguenti sollecitazioni, con riferimento alle combinazioni maggiormente significative.

BASE MURO FRONTALE					
Combinazioni	N KN	Mlong kNm	Mtrasv kNm	Tlong KN	Ttrasv KN
ULS_A1_Gr1(max)	16455	17561	14950	5314	107
ULS_A1_Gr1(min)	11592	14888	14137	5314	544
ULS_A1_Gr1_Gfav(max)	14868	16690	12092	5314	103
ULS_A1_Gr1_Gfav(min)	10005	14017	11279	5314	540
ULS_A1_Gr2a(max)	14622	16557	13431	5314	191
ULS_A1_Gr2a(min)	11643	14919	12830	5314	471
ULS_A1_Gr2a_Gfav(max)	12120	20440	14940	6547	2138
ULS_A1_Gr2a_Gfav(min)	12333	10525	11950	3319	1916
ULS_A1_Gr2b(max)	12078	12963	10898	3937	69
ULS_A1_Gr2b(min)	8476	10983	10296	3937	393
ULS_A1_Gr2b_Gfav(max)	10721	12219	9773	3937	132
ULS_A1_Gr2b_Gfav(min)	8513	11006	9327	3937	339
ULS_A1_Q5c_Gfav(max)	10718	12219	10026	3937	176
ULS_A1_Q5c_Gfav(min)	8511	11007	9581	3937	383
SLV-0.3Ex+Ey+0.3Ez	12120	20440	14940	6547	2138
SLV-Ex+0.3Ey+0.3Ez	12333	10525	11950	3319	1916
SLS_RA_Gr1(max)	12078	12963	10898	3937	69
SLS_RA_Gr1(min)	8476	10983	10296	3937	393
SLS_RA_Gr2a(max)	10721	12219	9773	3937	132
SLS_RA_Gr2a(min)	8513	11006	9327	3937	339
SLS_RA_Gr2b(max)	10718	12219	10026	3937	176
SLS_RA_Gr2b(min)	8511	11007	9581	3937	383
SLS_FR_Gr1	8846	9364	9267	3403	75
SLS_QP	8692	8061	8063	3047	77

Le sollecitazioni in direzione trasversale risultano trascurabili rispetto a quelle in direzione longitudinale, tenuto anche conto della geometria della sezione del muro frontale. Di seguito si riportano le verifiche di resistenza con riferimento ad una striscia di un metro per le combinazioni che provocano il massimo e il minimo sforzo normale, il massimo momento longitudinale ed il massimo taglio alla base del muro frontale.

**Tabella 30 – Geometria sezione e armatura del muro frontale**

Muro	Sezione di verifica		Armatura		
	Base [m]	Altezza [m]	Tesa	Compressa	Taglio
Frontale	1.0	3.0	1φ26/10	1φ26/20	-

BASE MURO FRONTALE - Verifiche allo SLU - SLV						
Combinazioni		N kN/m	Mlong kNm/m	Tlong kN/m	C.S. (NRd, MRd)	C.S. (VRd)
Max N	ULS_A1_Gr1(max)	977	1042	315	5.18	3.07
Min N	ULS_A1_Gr2b(min)	503	652	234	3.94	4.14
Max ML	SLV-0.3Ex+Ey+0.3Ez	719	1213	389	3.94	2.49
Max VL	SLV-0.3Ex+Ey+0.3Ez	719	1213	389	3.94	2.49

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

BASE MURO FRONTALE - Verifiche allo SLE							
Combinazioni		N	Mlong	Tlong	$\sigma_c$	$\sigma_s$	Wk
		kN/m	kNm/m	kN/m	Mpa	Mpa	mm
RARA	SLS_RA_Gr1(max) - Max N	717	769	234	-1.06	15.80	0.0
	SLS_RA_Gr1(min) - Min N	503	652	234	-1.00	18.76	0.0
	SLS_RA_Gr1(max) - Max ML	717	769	234	-1.06	15.80	0.0
FREQ	SLS_FR_Gr1 - Max N	525	556	202	-0.89	9.59	0.0
	SLS_FR_Gr1 - Min N	525	556	202	-0.82	11.53	0.0
	SLS_FR_Gr1 - Max ML	525	556	202	-0.89	9.59	0.0
QP	SLS_QP	516	478	181	-0.71	7.50	0.0

## 11.2 Muro paraghiaia

In condizioni statiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta a riposo del rilevato, dalla spinta dei sovraccarichi accidentali, dai sovraccarichi mobili agenti sulla mensola del muro e dall'azione di frenatura. In condizioni sismiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta sismica del rilevato, dalle masse del muro e della mensola.

Nella tabella che segue sono indicati i parametri geometrici, meccanici e di carico utilizzati nell'analisi. Il modello di calcolo utilizzato è quello di mensola incastrata al muro frontale.

MURO PARAGHIAIA		
Peso Muro Paraghiaia	54.75	KN/m
Altezza Muro Paraghiaia	3.65	m
Spessore Muro Paraghiaia	0.60	m
Coefficiente di spinta a riposo $K_0$	0.43	
Coefficiente di spinta attiva $K_a$	0.27	
Peso Specifico Terreno di Rilevato	20.00	kN/mc
Sovraccarico accidentale da traffico	20.00	kN/mq
Angolo di Attrito Terreno di Rilevato	35.00	
Spinta a riposo	94.34	kN/m
Spinta attiva	55.73	kN/m
Coefficiente di spinta attiva con sismiche $K'a$	0.48	
Spinta in condizione sismiche (wood)	30.98	kN/m
Inerzia del Muro Paraghiaia /m	13.28	kN/m

Tabella 31 – Valutazioni pesi e spinte agenti sul muro paraghiaia

Muro	Sezione di verifica		Armatura		
	Base [m]	Altezza [m]	Tesa	Compressa	Taglio
Paraghiaia	1.0	0.6	1 $\phi$ 16/10	1 $\phi$ 16/20	-

Tabella 32 – Geometria sezione e armatura del muro paraghiaia

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

VERIFICHE DI ESERCIZIO						
Combinazione	N	M	V	$\sigma_c$	$\sigma_s$	Wk
	KN/m	kNm/m	KN/m	Mpa	Mpa	mm
SLE_RARA	55	141	94	-2.1	76.2	0

VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SLU/SLV					
Combinazione	N	M	V	C.S. (NRd, MRd)	C.S. (VRd)
	KN/m	kNm/m	KN/m		
SLU	74	190	127	7.60	2.0
SLV	55	85	44	16.70	5.6

Tabella 33 – Verifiche del muro paraghiaia

### 11.3 Muri laterali

In questo paragrafo si riporta il calcolo dei muri laterali della spalla. Nel caso in esame data l'esigua altezza del terreno spingente ai lati dei muri questi sono stati dimensionati considerando unicamente le azioni trasmesse a testa muro dal solettone superiore. Nella tabella che segue sono indicati i parametri geometrici, meccanici e di carico utilizzati nell'analisi.

Tabella 34 – Valutazioni pesi e spinte agenti sui muri laterali

MURI LATERALI	
Muro laterale H1	3.00 m
Muro laterale s1	1.20 m
Muro laterale H2	3.75 m
Muro laterale s2	0.50 m
Muro laterale H3	0.00 m
Muro laterale s3	0.00 m
Altezza totale muri laterali	6.75 m
Spessore medio Muri Laterali	0.81 m
Lunghezza Massima muri laterali	7.05 m
Peso Muro laterale (singolo)	964.97 kN
Peso totale Muri laterali	1929.94 kN
Spinta a riposo (con 100% sovraccarichi)	263.54 kN/m
Spinta a riposo (con 50% sovraccarichi)	234.76
Spinta attiva	159.68 kN/m
Coefficiente di spinta attiva con sismiche K'a	0.48
Spinta in condizione sismiche (wood)	234.36 kN/m
Inerzia del Muro laterale /m	33.20 kN/m

Muro	Sezione di verifica		Armatura		
	Base [m]	Altezza [m]	Tesa	Compresa	Taglio
Laterale	1.0	1.2	1 $\phi$ 26/10	1 $\phi$ 22/10	$\Phi$ 10/40X20 cm

Tabella 35 – Geometria sezione e armatura dei muri laterali

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

**VERIFICHE BASE MURO LATERALE**

VERIFICHE DI ESERCIZIO						
Combinazione	N	M	V	$\sigma_c$	$\sigma_s$	Wk
	KN/m	kNm/m	KN/m	Mpa	Mpa	mm
SLE_RARA	137	677	264	-4.78	180	0.118

VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SLU/SLV					
Combinazione	N	M	V	C.S. (NRd, MRd)	C.S. (VRd)
	KN/m	kNm/m	KN/m		
SLU	185	914	356	7.16	1.2
SLV	137	930	268	6.93	1.6

432.25

**Tabella 36 – Verifiche dei muri laterali**

## 12 VERIFICA DELLE FONDAZIONI

Nei seguenti paragrafi sono riportate le verifiche strutturali e geotecniche del sistema fondazionale.

### 12.1 plinto di fondazione

In questo paragrafo si riporta la determinazione delle sollecitazioni in quota testa pali che si ottengono sommando, alle azioni provenienti dall'impalcato, la risultante e il momento risultante dei pesi della struttura. In condizioni sismiche si è tenuto conto dell'incremento di spinta delle inerzie

Nella tabella che segue sono indicati i parametri geometrici, meccanici e di carico del plinto utilizzati nell'analisi per il calcolo della risultante e momento risultante rispetto al baricentro del plinto di fondazione.

**Tabella 37 – Valutazioni pesi e spinte agenti sul plinto di fondazione**

PLINTO DI FONDAZIONE	
Peso Muro Frontale	3791.25 kN
Ecc. Long. Muro Frontale - Plinto	2.55 m
Peso Muro Posteriore	0.00 kN
Ecc. Long. Muro Posteriore - Plinto	0.00 m
Peso Solettone superiore	0.00 kN
Ecc. Long. Solettone superiore- Plinto	0.00 m
Ecc.Appoggi Plinto	3.10 m
Peso Muro Paraghiaia	922.54 kN
Ecc. Long. Muro Paraghiaia - Plinto	1.35 m
Peso Terreno di riempimento	14707.75 kN
Peso Accidentali su terreno di riempimento	3060.78 kN
Peso Accidentali su solettone superiore	0.00 kN
Eccentricità long Terreno -Plinto	-2.50 m
Eccentricità long Muri laterali -Plinto	-2.50 m
Spessore Plinto	2.50 m
Lunghezza plinto	12.00 m

Larghezza plinto	21.00 m
Peso plinto di fondazione	15750.00
Altezza Rilevato+H plinto	9.35 m
Spinta a riposo rilevato	6281.51 kN
Spinta a riposo sovraccarichi	1343.64 kN
Spinta attiva rilevato	3991.87 kN
Spinta in condizione sismiche (wood)	7147.10 kN
Inerzia dei muri laterali (H)	468.19 kN
Inerzia dei muri laterali (V)	234.09 kN
Inerzia solettone superiore (H)	0.00 kN
Inerzia solettone superiore (V)	0.00 kN
Inerzia muro posteriore (H)	0.00
Inerzia muro posteriore (V)	0.00
Inerzia plinto di fondazione (H)	3820.82 kN
Inerzia plinto di fondazione (V)	1910.41 kN
Inerzia rilevato interno(H)	3567.98 kN
Inerzia rilevato interno (V)	1783.99 kN

**Tabella 38 – Sollecitazioni ad intradosso plinto (quota testa pali)**

SOLLECITAZIONI BASE PLINTO							
Combo	N	M <sub>L</sub>	M <sub>T</sub>	V <sub>L</sub>	V <sub>T</sub>	M <sub>L,AM</sub>	M <sub>T,AM</sub>
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
ULS_A1_Gr1(max)	64310	16293	15218	10294	107	40494	15469
ULS_A1_Gr1(min)	59448	1218	15496	10294	544	25419	16775
ULS_A1_Gr1_Gfav(max)	62724	11374	12350	10294	103	35575	12593
ULS_A1_Gr1_Gfav(min)	57861	-3701	12629	10294	540	20501	13898
ULS_A1_Gr2a(max)	62478	10612	13909	10294	191	34813	14360
ULS_A1_Gr2a(min)	59498	1376	14007	10294	471	25577	15114
ULS_A1_Gr2a_Gfav(max)	60891	5693	11042	10294	188	29895	11483
ULS_A1_Gr2a_Gfav(min)	57912	-3543	11139	10294	467	20658	12237
ULS_A1_Gr2b(max)	62475	10603	14400	10294	251	34804	14989
ULS_A1_Gr2b(min)	59495	1366	14497	10294	530	25567	15743
ULS_A1_Gr2b_Gfav(max)	60888	5684	11533	10294	247	29885	12113
ULS_A1_Gr2b_Gfav(min)	57908	-3553	11630	10294	526	20648	12867
ULS_A1_Q5c_Gfav(max)	61026	6112	13383	10294	334	30313	14168
ULS_A1_Q5c_Gfav(min)	58047	-3125	13480	10294	613	21076	14922
SLV-0.3Ex+Ey+0.3Ez	42858	52869	28377	16148	4495	90832	38945
SLV-Ex+0.3Ey+0.3Ez	43071	7536	43715	4844	9773	18925	66692
SLS_RA_Gr1(max)	47526	11725	11071	7625	69	29652	11234
SLS_RA_Gr1(min)	43924	559	11277	7625	393	18485	12201
SLS_RA_Gr2a(max)	46169	7517	10102	7625	132	25444	10412
SLS_RA_Gr2a(min)	43962	675	10174	7625	339	18602	10970
SLS_RA_Gr2b(max)	46167	7510	10465	7625	176	25437	10878
SLS_RA_Gr2b(min)	43960	668	10537	7625	383	18595	11437
SLS_FR_Gr1	42458	1707	9454	6819	75	17738	9629
SLS_QP	41080	1230	8256	6282	77	15998	8438

Per la valutazione delle sollecitazioni nel plinto di fondazione, è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione. Tali sollecitazioni sono state valutate mediante una ripartizione rigida delle sollecitazioni

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

agenti a base plinto. Nel calcolo degli sforzi nei pali si è tenuto del parametro  $\alpha$  (vedi paragrafo 4) sia per la valutazione dello sforzo nei pali (effetto della deformabilità a taglio degli stessi pali) sia per la valutazione del momento flettente agente in testa al palo ( $M_{Ed} = \alpha V_{Ed}$ ). La situazione peggiore risulta essere sempre quella sismica.

Si riportano nel seguito le coordinate dei pali di fondazione e per ogni combinazione di carico, le sollecitazioni nei pali sollecitati dal massimo e dal minimo sforzo normale.

**Tabella 39 – Numero di pali e coordinate rispetto al baricentro del plinto**

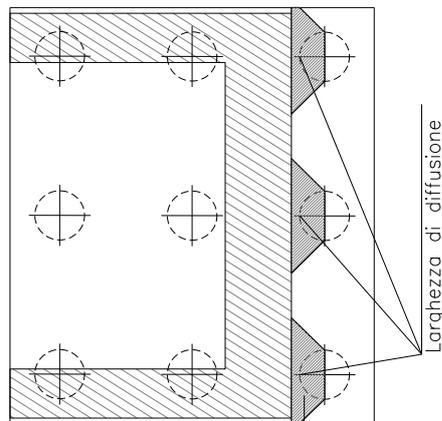
	Pali														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>z</b>	-4.50	-4.50	-4.50	-4.50	-4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
<b>y</b>	9.00	4.50	0.00	-4.50	-9.00	9.00	4.50	0.00	-4.50	-9.00	9.00	4.50	0.00	-4.50	-9.00
<b>z<sup>2</sup></b>	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25
<b>y<sup>2</sup></b>	81.00	20.25	0.00	20.25	81.00	81.00	20.25	0.00	20.25	81.00	81.00	20.25	0.00	20.25	81.00
<b>W<sub>y</sub></b>	67.50	135.00	0.00	-135.00	-67.50	67.50	135.00	0.00	-135.00	-67.50	67.50	135.00	0.00	-135.00	-67.50
<b>W<sub>z</sub></b>	-45.00	-45.00	-45.00	-45.00	-45.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00

**Tabella 40 – Massime e minime sollecitazioni nei pali di fondazione**

SFORZI MASSIMI E MINIMI NEI PALI						
Combo	N <sub>min</sub>		N <sub>max</sub>		V <sub>max</sub>	M <sub>max</sub>
	Palo	[kN]	Palo	[kN]	[kN]	[kNm]
ULS_A1_Gr1(max)	5	3158	11	5416	686	1613
ULS_A1_Gr1(min)	5	3150	11	4777	687	1616
ULS_A1_Gr1_Gfav(max)	5	3204	11	5159	686	1613
ULS_A1_Gr1_Gfav(min)	5	3196	11	4519	687	1616
ULS_A1_Gr2a(max)	5	3179	11	5152	686	1614
ULS_A1_Gr2a(min)	5	3174	11	4759	687	1615
ULS_A1_Gr2a_Gfav(max)	5	3225	11	4894	686	1614
ULS_A1_Gr2a_Gfav(min)	5	3220	11	4501	687	1615
ULS_A1_Gr2b(max)	5	3170	11	5160	686	1614
ULS_A1_Gr2b(min)	5	3165	11	4768	687	1616
ULS_A1_Gr2b_Gfav(max)	5	3216	11	4903	686	1614
ULS_A1_Gr2b_Gfav(min)	5	3211	11	4510	687	1616
ULS_A1_Q5c_Gfav(max)	5	3185	11	4952	687	1614
ULS_A1_Q5c_Gfav(min)	5	3180	11	4559	687	1616
SLV-0.3Ex+Ey+0.3Ez	5	262	11	5453	1117	2627
SLV-Ex+0.3Ey+0.3Ez	5	1463	11	4280	727	1710
SLS_RA_Gr1(max)	5	2343	11	3994	508	1195
SLS_RA_Gr1(min)	5	2337	11	3520	509	1197
SLS_RA_Gr2a(max)	5	2358	11	3798	508	1195
SLS_RA_Gr2a(min)	5	2355	11	3507	509	1196
SLS_RA_Gr2b(max)	5	2351	11	3804	508	1195
SLS_RA_Gr2b(min)	5	2348	11	3513	509	1197
SLS_FR_Gr1	5	2294	11	3367	455	1069
SLS_QP	5	2258	11	3219	419	985

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

Il tacco anteriore del plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone. Si riporta di seguito la verifica. La larghezza di diffusione è stata valutata in corrispondenza del filo anteriore del muro frontale, mediante una diffusione a 45° a partire dal piano medio del palo (vedi figura seguente), mentre l'altezza della biella compressa è stata valutata pari a 0.2 dp (con dp altezza utile della sezione del plinto). La verifica è stata eseguita in corrispondenza del palo più sollecitato (generalmente quello di spigolo).



**Figura 4 – Diffusione delle azioni dal palo al muro frontale**

**Tabella 41 – Verifica dello zoccolo anteriore del plinto di fondazione con meccanismo tirante-puntone**

<b>VERIFICA DELLO ZOCCOLO ANTERIORE DEL PLINTO DI FONDAZIONE</b>	
Nmax (palo)	5453 kN
Dist. Asse palo-bordo muro frontale	0.45 m
Diametro palo	1.50 m
Larghezza di diffusione	2.30 m
Spessore della Fondazione	2.50 m
Copriferro nominale	0.10 m
Altezza utile della sezione	2.37 m
Altezza della biella compressa	0.5 m
Sforzo di Trazione	1292 kN
Sforzo di compressione	5604 kN
Diametro armatura primo strato	26 mm
Passo armatura primo strato	20 cm
Diametro armatura secondo strato	0 mm
Passo armatura secondo strato	0 cm
Area complessiva delle armature	6106 mm <sup>2</sup>
Tensione nel calcestruzzo	5.1 Mpa
Tensione nell'acciaio	211.6 Mpa

I valori di tensione ottenuti sono inferiori ai limiti di normativa riportati al paragrafo 7.2.2. La verifica è pertanto soddisfatta.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

## 12.2 pali di fondazione

Per ricavare le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione è stato considerato un modello di plinto rigido, in cui l'azione assiale nei pali viene valutata assumendo una rotazione rigida del plinto (palo impedito di ruotare in testa), tenendo poi conto, in maniera approssimata mediante la definizione di un apposito coefficiente, degli effetti flessionali sui pali dovuti ai carichi trasmessi dalla spalla, come mostrato nelle immagini riportate alla pagina successiva.

Lo sforzo normale nei pali è quindi calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{(M_{Ed})d_i}{\sum_i d_i^2}$$

Le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali, mentre il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente  $\alpha$  (espresso in metri):

$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente  $\alpha$  dipende principalmente dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e, generalmente, fornisce un valore delo momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo,  $\alpha$  dipende quindi dalla rigidità del terreno. Per l'opera in esame sono quindi definiti i seguenti valori:

<b>D<sub>palo</sub> [m]</b>	<b><math>\alpha</math> [m]</b>
1.5	2.351

Si rimanda alla relazione geotecnica per maggiori dettagli relativi al calcolo di tale parametro.

Le azioni derivanti da questo modello sono quindi confrontate con la curve di capacità portante dei pali di fondazione riportata nella relazione geotecnica.

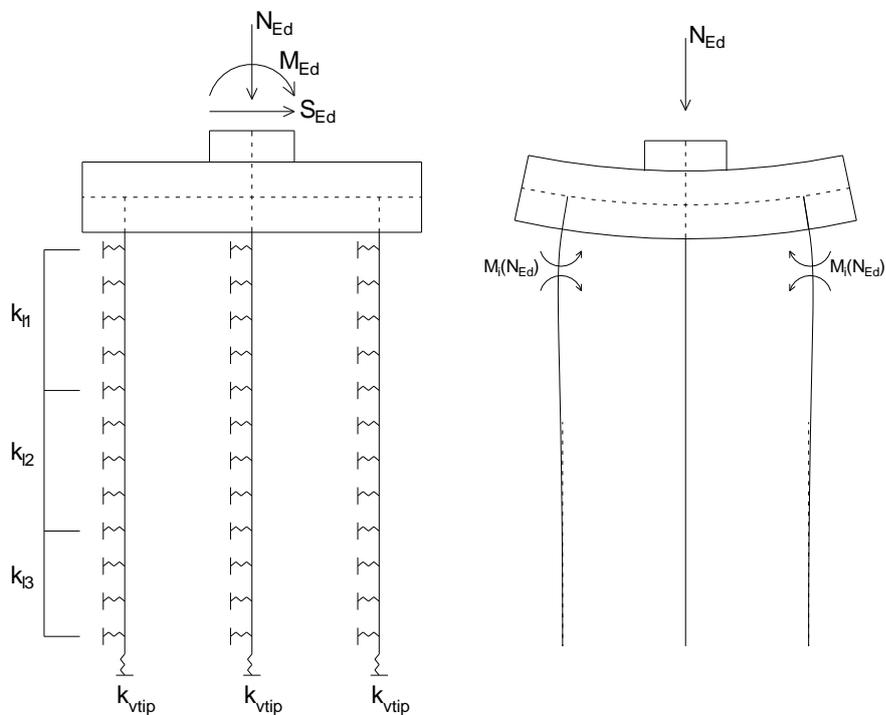


Figura 5 – Modello del plinto su pali ed effetto flessionale su pali dovuto al carico assiale agente sul plinto (a destra)

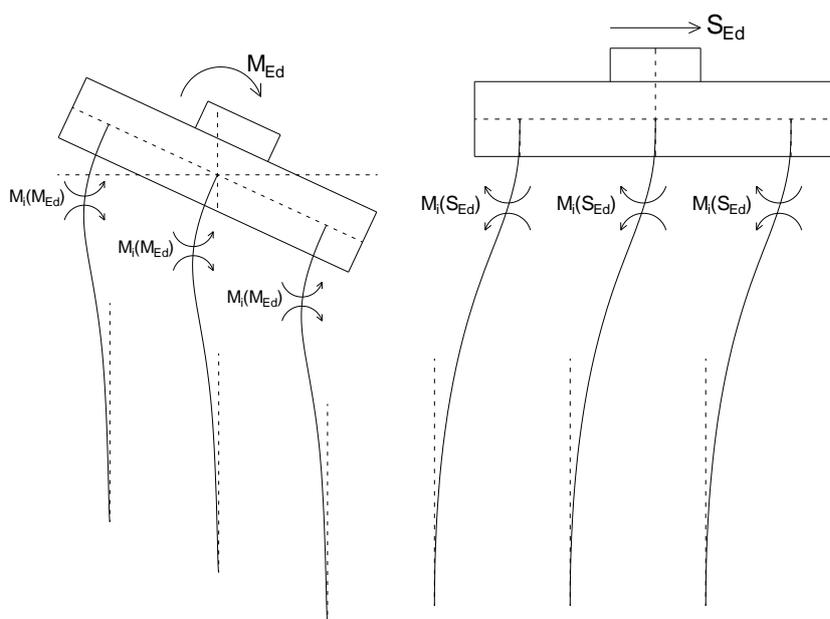


Figura 6 – Effetto flessionale sui pali dovuti al momento flettente (a sinistra) e al taglio (a destra) agenti sul plinto

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

I pali saranno armati con un doppio strato di  $\phi 28$  longitudinali (28+28 $\phi 28$ ) e con una spirale  $\phi 12/20$  (2 bracci resistenti). Tale armatura costituisce la prima gabbia di armatura del palo e si estende per 18 metri a partire dalla testa del palo. Le successive gabbie di armatura potranno essere realizzate con un'armatura longitudinale e trasversale pari alla metà di quella verificata.

Palo	Sezione di verifica	Armatura	
	D [m]	Armatura longitudinale	Taglio
$\phi 1500$	1.5	I Strato: 28 $\phi 28$ II Strato: 28 $\phi 28$	Spirale $\phi 12/20$

PALO - Verifiche allo SLU						
Combinazioni		N kN	Mlong kNm	Tlong kN	C.S. (NRd, MRd)	C.S. (VRd)
Max N	SLV-0.3Ex+Ey+0.3Ez	262	2627	1117	3.24	3.0
Min N	SLV-0.3Ex+Ey+0.3Ez	5453	2627	1117	3.38	3.0
Max VL	SLV-0.3Ex+Ey+0.3Ez	5453	2627	1117	3.38	3.0

PALO - Verifiche allo SLE							
Combinazioni		N	Mlong	Tlong	$\sigma_c$	$\sigma_s$	Wk
		kN	kNm	kN	Mpa	Mpa	mm
RARA	SLS_RA_Gr1(min)	2337	1197	509	4.35	36.20	0.000
	SLS_RA_Gr1(max)	3994	1195	508	-4.81	15.20	0.000
FREQ	SLS_FR_Gr1	2294	1069	455	-3.97	29.85	0.000
	SLS_FR_Gr1	3367	1069	455	-4.41	11.65	0.000
QP	SLS_QP	2258	985	419	-3.71	26.00	0.000
	SLS_QP	3219	985	419	-4.04	12.50	0.000

### 12.2.1 Verifiche di capacità portante Palo singolo

In accordo con le curve di capacità portante ottenute per il viadotto in esame, nelle seguenti tabelle si riporta le lunghezze dei pali utilizzate. Agli SLE si è verificato che il rapporto tra la resistenza laterale e il carico assiale in combinazione caratteristica risulti maggiore di 1.25, come prescritto dalla normativa ferroviaria.

FONDAZIONE			SFORZI NEI PALI SLU			SFORZI NEI PALI SLE			
D <sub>pali</sub>	n <sub>pali</sub>	L <sub>pali</sub>	Combinazione	N <sub>min</sub>	Q <sub>d,c</sub>	Combinazione	N <sub>min</sub>	Q <sub>II,k</sub>	Q <sub>II/Nmin</sub>
[m]	[m]	[m]		[kN]	[kN]		[kN]	[kN]	[-]
1.5	15	25	SLV-0.3Ex+Ey+0.3Ez	5453	7923	SLS_RA_Gr1(min)	3994	8950	2.24

Tabella 42 – Verifica della portanza verticale dei pali di fondazione

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

### 12.2.2 Verifiche capacità portante Pali Di Gruppo

La valutazione del carico limite verticale di una palificata è eseguito con la seguente relazione:

$$Q_{d, Gruppo} = N \cdot E \cdot Q_{d, \text{ singolo palo}}$$

La resistenza a carico verticale della palificata è data dal prodotto della resistenza del palo singolo ( $Q_{d, \text{ singolo palo}}$ ) per il numero  $N$  di pali del gruppo e per il fattore  $E$  di efficienza della palificata. In particolare l'efficienza è valutata con la formulazione empirica di Converse Labarre.

Nel seguito si riportano le verifiche eseguite per le pile in esame:

Lpali	Rd = Q <sub>d</sub>	PORTANZA PALI DI GRUPPO								
		Dametro	interasse	n. pali x fila	m. n. fila	Φ	E efficienza	N <sub>max, SLU</sub>	Q <sub>d Gruppo</sub>	FS
[m]	[kN]	[m]	[m]	[-]	[-]	[°]	[-]	[kN]	[kN]	[-]
22	7923	1.5	4.5	5	3	18.43	0.70	64310	83141	1.29

### 12.2.3 Capacità portante laterale dei pali di fondazione

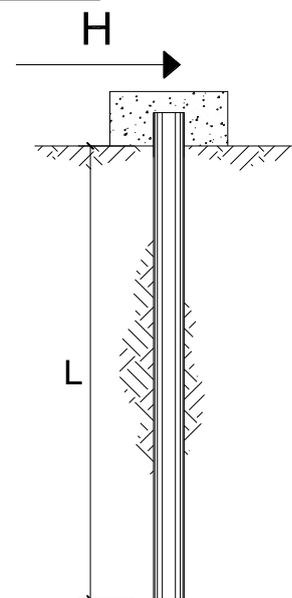
Per i pali di fondazione da realizzare nei terreni non suscettibili ai fenomeni di liquefazione, le verifiche di capacità portante laterale dei pali di fondazione vengono eseguite secondo la consolidata metodologia di Broms (1964) per terreni incoerenti sotto falda attraverso un apposito foglio di calcolo. Per tutti i pali si configura l'ipotesi di palo lungo. Le verifiche, riportate nelle pagine seguenti, risultano soddisfatte assumendo cautelativamente un angolo d'attrito  $\varphi=30^\circ$ . Le armature in testa al palo utilizzate per il calcolo del momento resistente ( $M_y$ ) sono riportate al paragrafo delle verifiche strutturali dei pali di fondazione.

#### CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA

#### TEORIA DI BASE:

(Broms, 1964)

coefficienti parziali			A		M	R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_\varphi$	$\gamma_T$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$		
SLU	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.60
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.30
	SISMA	●	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			○	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			○	1.30	1.25	1.00



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.45
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

Palo corto: 
$$H = 1.5 k_p \gamma d^3 \left( \frac{L}{d} \right)^2$$

Palo intermedio: 
$$H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left( \frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo: 
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left( 3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4} \right)^2}$$

**DATI DI INPUT:**

Lunghezza del palo	L =	22.00	(m)		
Diametro del palo	d =	1.50	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	$M_y =$	7079.27	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	$\varphi'_{med} =$	30.00	(°)	$\varphi'_{min} =$	30.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d} =$	30.00	(°)	$\varphi'_{min,d} =$	30.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1 + \sin \Phi') / (1 - \sin \Phi')$ )	$k_{p,med} =$	3.00	(-)	$k_{p,min} =$	3.00 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ )	$\gamma =$	10.00	(kN/m <sup>3</sup> )		
Azione Tagliante (V):	V =	1117	(kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0	(kN)		

Palo corto:

$H1_{med} = 32670.00$  (kN)  $H1_{min} = 32670.00$  (kN)

Palo intermedio:

$H2_{med} = 11211.78$  (kN)  $H2_{min} = 11211.78$  (kN)

Palo lungo:

$H3_{med} = 3123.54$  (kN)  $H3_{min} = 3123.54$  (kN)

$H_{med} = 3123.54$  (kN) palo lungo  $H_{min} = 3123.54$  (kN) palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 1837.37$  (kN)

$H_d = H_k / \gamma_T = 1413.37$  (kN)

$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 1117.00$  (kN)

$FS = H_d / F_d = 1.27$

$FS (\text{gruppo}) = 1.01$

Si fa notare che per tener conto degli effetti di gruppo è stato considerato un coefficiente riduttivo del carico limite pari a 0,8 (coefficiente di gruppo).

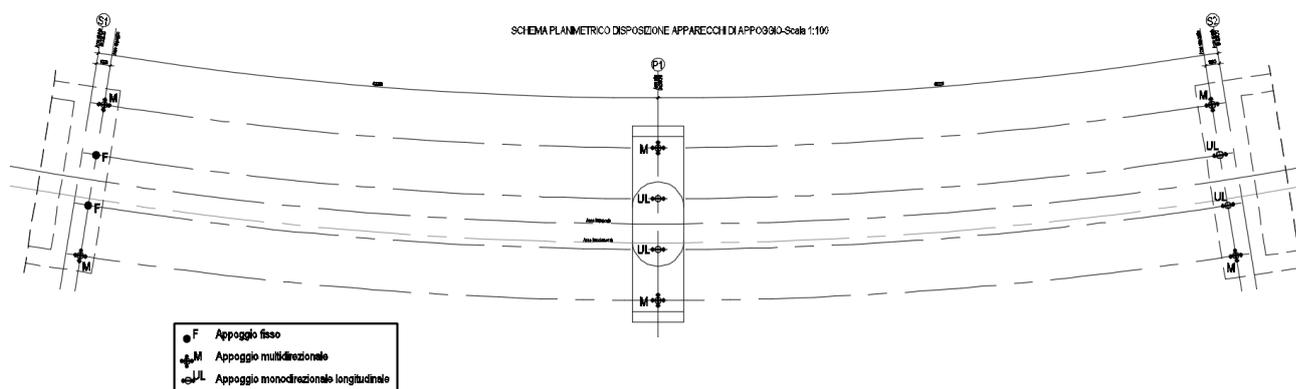
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>68 di 177</b>

### 12.3 Valutazione dei cedimenti in fondazione

Per la valutazione dei cedimenti in fondazione si rimanda alla relazione geotecnica di calcolo per le fondazioni dei viadotti

### 13 APPOGGI E GIUNTI

Nel seguito si riepilogano i valori delle azioni sugli appoggi per effetto dei carichi descritti in precedenza. Per la determinazione dei valori complessivi delle azioni sugli appoggi si rimanda alla relazione di calcolo delle sottostrutture.



#### 13.1 spalla 1

SLU	TL [kN]	TT [kN]	N [kN]
MULTI	0	0	4500
FISSI	500	250	2750

SLE-R	TL [kN]	TT [kN]	N [kN]
MULTI	0	0	3250
FISSI	500	250	2000

SLV	TL [kN]	TT [kN]	N [kN]
MULTI	0	0	3000
FISSI	4500	1250	1750

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

### 13.2 spalla 2

SLU	TL [kN]	TT [kN]	N [kN]
MULTI	0	0	4500
UNI	0	500	2500

SLE-R	TL [kN]	TT [kN]	N [kN]
MULTI	0	0	3250
UNI	0	500	2000

SLV	TL [kN]	TT [kN]	N [kN]
MULTI	0	0	3000
UNI	0	1500	1250

### 13.3 escursioni e giunti

Escursioni	EL [mm]
Appoggi	± 175
Giunti	± 150

### 13.4 Escursione dei giunti

In accordo con il p.to 2.5.2.1.5.1 del RFI DTC SICS PS MA IFS 001 A, per ponti e viadotti costituiti da una serie di travi semplicemente appoggiate di uguale luce, l'entità dell'escursione totale dei giunti e degli apparecchi di appoggio può essere valutata come segue:

$$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2D_t + 4d_{Ed} \cdot k_2 + 2d_{eg})$$

dove:

- $E_1$  è lo spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;
- $E_2$  è lo spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;
- $E_3$  è lo spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni non collegate;
- $k_1 = 0.45$  è un coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;
- $k_2 = 0.55$  è un coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

- $d_{Ed}$  è lo 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 del D.M. 14/01/2008:  $d_E = \pm \mu_d \cdot d_{Ee}$

dove  $d_{Ee}$  è lo 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). Nel caso delle spalle. Data la loro elevata rigidezza si assume  $d_{Ee}=0$

- $d_{eg}$  è lo spostamento relativo tra le parti dovuto agli spostamenti relativi del terreno, da valutare secondo il paragrafo 3.2.3.3 del D.M. 14/01/2008. Il valore di spostamento assoluto orizzontale massimo del suolo ( $d_g$ ) di un punto può calcolarsi secondo l'espressione seguente:

$$d_g = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C T_D$$

dove  $a_g$ ,  $S$ ,  $T_C$ ,  $T_D$  sono le grandezze definite al paragrafo 6. Nel caso in esame si suppone in via cautelativa che tale spostamento assoluto coincida con lo spostamento relativo tra due punti, ossia si sta valutando lo spostamento relativo della fondazione in esame rispetto ad un punto fermo.

Di seguito è riportato il calcolo per le sottostrutture in esame:

Calcolo escursione longitudinale dei giunti													
Azione termica				Azione sismica					Azione sismica in fondazione		Escursione giunti		Limitazioni Normative
L	$\Delta T$	$D_t$	$E_1$	$T_1$	$\mu_d$	$d_E$	$k_2$	$E_2$	$d_g$	$E_3$	$k_1$	$E_L$	$E_L = \max(E_0 + E_i)$
[mm]	[°]	[mm]	[mm]	[s]	[-]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]
80000	25.0	60.00	40.0	-	-	0.00	-	0.00	72.4	144.84	0.45	83.18	160.0

Per garantire infine un minimo di escursione in funzione della sismicità del sito, il valore  $E_L$  dovrà essere assunto non minore di:

$$\text{Per valori di } a_g(\text{SLV}) < 0.25g : E_L \geq \max(0.10m; 2.3 \cdot L/1000 + 0.073) = E_{L\min} \quad 257.0 \text{ mm}$$

$$\text{Per valori di } a_g(\text{SLV}) \geq 0.25g : E_L \geq \max(0.15m; 3.3 \cdot L/1000 + 0.1) = E_{L\min \text{ sismica}} \quad 364.0 \text{ mm}$$

ove:  $L =$  Lunghezza del ponte (m)

In definitiva:

$$E_L = \mathbf{257.0} \text{ mm}$$

Pertanto:

#### **ESCURSIONE DEI GIUNTI ( $\delta_{GIU}$ )**

$$\delta_{GIU} = \pm E_L/2 + 10\text{mm} = \pm \mathbf{138.5} \text{ mm}$$

#### **AMPIEZZA DEI VARCHI ( $v$ )**

$$v \geq E_L/2 + V_0 = \mathbf{148.5} \text{ mm}$$

ove:  $V_0 = 20 \text{ mm}$



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>73 di 177</b>

## 14.2 Analisi dei carichi

Le azioni considerate per la verifica delle strutture di sostegno sono le seguenti:

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI			
1	Peso Proprio	6	Sisma sinistra
2	Permanenti	7	Sisma destra
3	Spinta terreno sinistra	8	Sovraccarico stradale
4	Spinta terreno destra	9	Variazioni termiche della struttura
5	Spinta Falda	10	Ritiro e viscosità

Per quanto riguarda tuttavia le condizioni 5 e 7, proposte di default dal software di calcolo utilizzato, nel caso in esame non assumono significato.

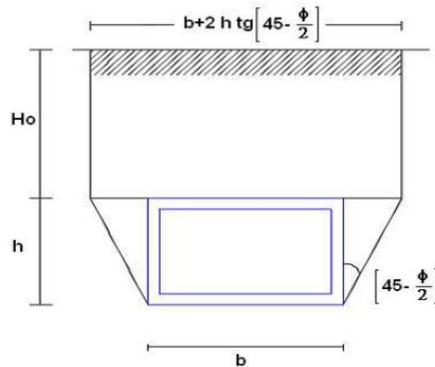
Nel seguito si andranno ad esporre in dettaglio, le valutazioni di calcolo effettuate per ciascuna delle condizioni citate.

### 14.2.1 Peso proprio (cond. di carico 1)

Il peso proprio delle strutture è determinato automaticamente dal programma di calcolo, avendo considerato un peso dell'unità di volume del c.a.  $\gamma_{cls} = 25 \text{ KN/m}^3$ .

### 14.2.2 Permanenti (cond. di carico 2)

Peso proprio del terreno di ricoprimento. Per la valutazione del carico permanente in copertura, si è fatto riferimento al metodo di Terzaghi secondo il quale, il carico sul traverso si manifesta come semplice peso di una massa parabolica o ellittica di distacco.



Più in dettaglio Terzaghi fornisce due espressioni differenti della pressione a seconda della maggiore o minore altezza del ricoprimento,  $H_0$ .

Facendo riferimento ai simboli della figura precedente, ed indicando con  $C$  la coesione, con  $\varphi$  l'angolo di attrito e con  $\gamma$  il peso di volume del terreno di ricoprimento, le due espressioni sono le seguenti:

$$p_v = \frac{\gamma B_1 - C}{K \operatorname{tg} \varphi} \left( 1 - e^{-K \frac{H_0}{B_1} \operatorname{tg} \varphi} \right)$$

nella quale  $K$  è un coefficiente sperimentale, che, secondo misure eseguite dallo stesso Terzaghi è circa uguale ad 1, mentre il coefficiente  $B_1$ , si ricava attraverso la seguente espressione:

$$B_1 = \frac{b}{2} + h \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

nella quale  $\varphi$  è l'angolo di attrito dello strato di rinfianco.

### 14.2.3 Spinta del terreno (cond. di carico 3/4)

Per la valutazione delle Spinte del terreno sui piedritti, in considerazione della ridotta capacità deformativa dell'opera, si è assunto che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo. L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume  $\gamma$ , su una parete di altezza  $H$ , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente) :

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>75 di 177</b>

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione:  $K_0 = 1 - \sin \phi$ . Dove  $\phi$  rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco. Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità  $z$  e la spinta totale sulla parete di altezza  $H$  valgono:

$$\sigma = \gamma \cdot z \cdot K_0 + p_v \cdot K_0$$

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0 + p_v \cdot K_0 \cdot H$$

dove  $p_v$  è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

#### 14.2.4 Spinta in presenza di falda (cond. di carico 5)

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:

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove  $\gamma_{sat}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso di volume dell'acqua.

Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Nel caso in esame il regime di spinta non è influenzato dalla presenza della falda.

#### 14.2.5 Variazioni termiche della struttura (cond. di carico 9)

La variazione termica applicata sulla struttura è pari a  $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$ , con una variazione termica aggiuntiva a farfalla pari a  $\Delta T = \pm 5^\circ\text{C}$  (variabile linearmente da  $-2.5^\circ\text{C}$  all'estradosso della soletta superiore, a  $+2.5^\circ\text{C}$ ) all'intradosso della soletta superiore applicata sulla soletta di copertura.

#### 14.2.6 Ritiro e viscosità (cond. di carico 10)

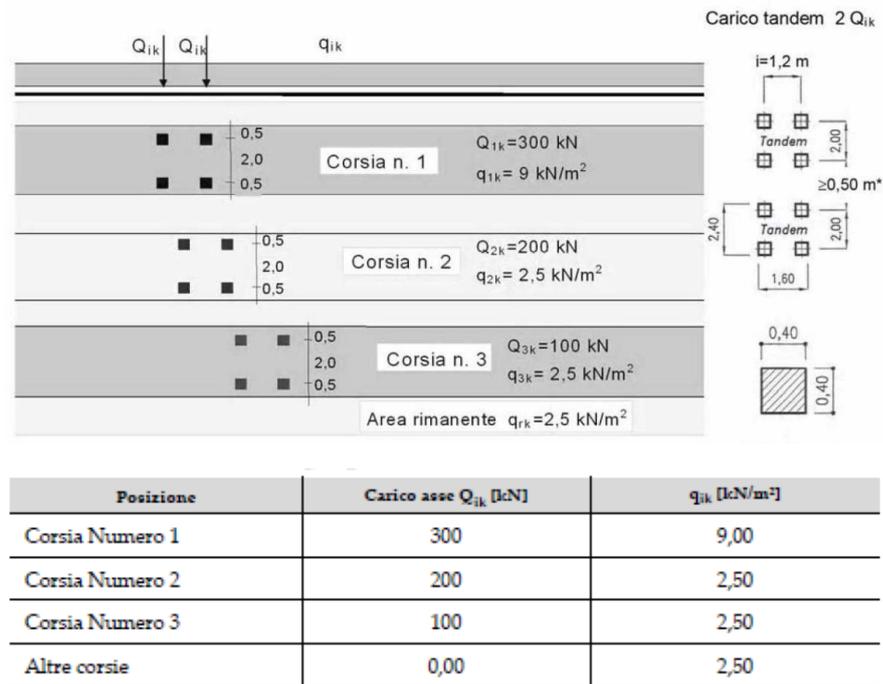
Gli effetti del ritiro del calcestruzzo e della viscosità sono assimilati ad una variazione termica uniforme della soletta superiore.

Nello specifico, si è assunto di modellare la deformazione da ritiro totale comprensiva anche degli effetti da deformazione viscosa, attraverso l'introduzione di un carico termico uniforme nella soletta superiore di  $-10^\circ\text{C}$

	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>				
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>

### 14.2.7 Azioni variabili da traffico (Q1) (cond. di carico 8)

Per la determinazione dei carichi accidentali da traffico da considerare sul piano della pavimentazione, si è fatto riferimento agli schemi di carico stabilità al punto 5.1.3.3.3 del DM 14/01/08 di cui nel seguito:



**Figura 9 – Schema di carico 1**

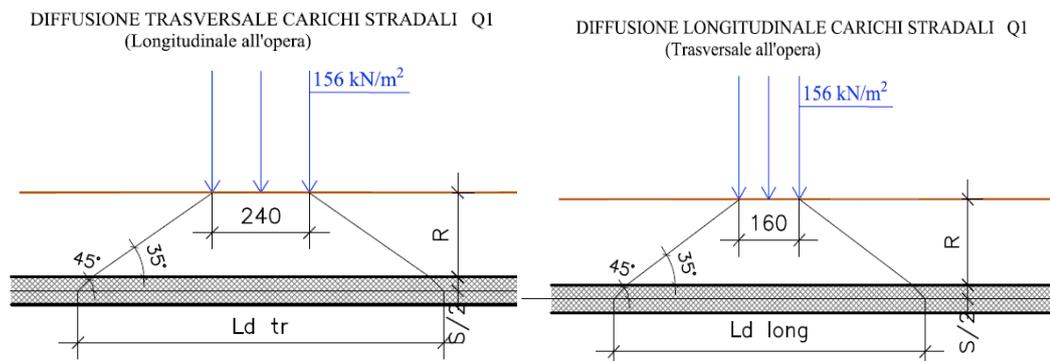
Ai fini delle analisi, si è assunto di trasformare i carichi concentrati Q<sub>ik</sub>, in un carico distribuito equivalente, che, con riferimento alle tre colonne di carico, risulta :

$$Q_{1k} d = 600 / 2.40 \times 1.60 = 156.24 \text{ KN/m}^2 + \text{carico distribuito da } 9.0 \text{ KN/m}^2 \text{ su } 3.0 \text{ di corsia}$$

$$Q_{2k} d = 400 / 2.40 \times 1.60 = 104.16 \text{ KN/m}^2 + \text{carico distribuito da } 2.5 \text{ KN/m}^2 \text{ su } 3.0 \text{ di corsia}$$

$$Q_{3k} d = 200 / 2.40 \times 1.60 = 52.08 \text{ KN/m}^2 + \text{carico distribuito da } 2.5 \text{ KN/m}^2 \text{ su } 3.0 \text{ di corsia}$$

Si è assunto inoltre di diffondere il carico valutato in precedenza fino al piano medio della soletta, secondo quanto riportato negli schemi grafici di figura seguente:



Schema di diffusione in soletta carichi Q1

Quindi, sul piano medio della soletta, agirà un carico uniforme distribuito pari a:

Hr [m]	0.7	Altezza dello strato di terreno di ricoprimento
Ss [m]	1.3	Spessore Traverso
b [m]	0.4	Impronta ruota:
l <sub>trasv</sub> [m]	2.4	
l <sub>long</sub> [m]	1.6	
L <sub>trasv</sub> [m]	5.5	$L_{trasv} = 2 \cdot Hr + 2 \cdot (Ss / 2) + b + l_{trasv}$
L <sub>long</sub> [m]	4.7	$L_{long} = 2 \cdot Hr + 2 \cdot (Hr / 2) + b + l_{long}$
q'1a [kN/m <sup>2</sup> ]	23.2	$q'1a = 2 \times 300 \text{ KN} / (L_{trasv} \times L_{long})$
q'2a [kN/m <sup>2</sup> ]	15.5	$q'2a = 2 \times 200 \text{ KN} / (L_{trasv} \times L_{long})$
q'3a [kN/m <sup>2</sup> ]	7.7	$q'3a = 2 \times 100 \text{ KN} / (L_{trasv} \times L_{long})$

Nell'ambito della modellazione effettuata tuttavia, si è fatto riferimento, come di norma, ad un modulo di scatolare di lunghezza unitaria; la diffusione dei carichi in direzione trasversale all'opera è effettuata in automatico dal programma di Calcolo Utilizzato secondo i criteri definiti in precedenza, mentre per tener conto della diffusione in senso longitudinale all'opera, il carico inserito nel modello di analisi sul piano limite stradale, è stato ridotto per tener conto di tale effetto:

$$Q1k d = 600 / (l_{Trasv} \times l_{long}) = 600 / (2.4 \times 4.7) = 53.19 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q2k d = 400 / (l_{Trasv} \times l_{long}) = 400 / (2.4 \times 4.7) = 35.46 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q3k d = 200 / (l_{Trasv} \times l_{long}) = 200 / (2.4 \times 4.7) = 17.73 \text{ kN/m}^2.$$

I carichi appena definiti sono stati infine applicati su una lunghezza complessiva di **2,40m**, pari all'impronta del carico Qik in direzione trasversale all'opera. In aggiunta, si è considerato agente l'ulteriore carico uniforme di 2.5 KN/m<sup>2</sup>, trascurando cautelativamente gli effetti di diffusione sulla restante parte della carreggiata.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

#### 14.2.8 Azioni Sismiche (cond. di carico 6/7)

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico  $k$ .

##### Forze d'inerzia

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale  $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale  $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{max} / g \quad k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$$

Nel caso specifico, in accordo a quanto già riportato al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** risulta:

<i>Condizione</i>	<b>Cat. di sottosuolo</b>	<b><math>a_g/g</math></b>	<b><math>S=S_s S_t</math></b>	<b><math>a_{max}/g</math></b>	<b><math>\beta_m</math></b>	<b><math>K_h</math></b>
SLV	B	0.224	1.177	0.264	(-)	(-)
					1.00	0.264

dove:

- $a_{max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito,
- $\beta$  è il coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 14/01/2008).

Nel caso in esame si assume  $\beta=1$  in accordo alla teoria di Wood.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><i>LINEA PESCARA – BARI</i> RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA L102</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA D 78 CL</p>	<p>DOCUMENTO IV020 003</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 79 di 177</p>

### Spinta sismica terreno

In corrispondenza di un evento sismico è necessario tener conto dell'amplificazione/deamplificazione delle spinte del terreno a monte e a valle dell'opera. Si trascurano gli effetti inerziali sulle masse che costituiscono la struttura di sostegno (DM 14/01/2008).

Le spinte del terreno in fase sismica, sono state determinate con la **teoria di Wood**, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza  $H$  viene determinata con la seguente espressione:  $\Delta S_E = K_h \cdot \gamma \cdot H^2$

L'effetto del sisma è ottenuto applicando un incremento di spinta del terreno valutato secondo la teoria di Wood, agente direttamente sulla paratia secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza dell'opera. Utilizzando la formulazione seguente:

$$\Delta P_d = \frac{a_g}{g} \cdot S \gamma \cdot H^2 = E$$

Dove  $\gamma$  rappresenta il peso del volume di terreno che interagisce con l'opera,  $H$  rappresenta l'altezza totale dell'opera (comprensiva del tratto infisso),  $S$  è il coeff. di amplificazione locale mentre  $a_g$  è la PGA.

### 14.3 Combinazioni di carico

Sulla base della definizione dei carichi di cui sopra, in accordo a quanto prescritto dal DM 14/01/2008, sono state individuate le combinazioni di carico per le verifiche di stati limite ultimi e di esercizio in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

- combinazione fondamentale (SLU)
- combinazione sismica (SLV): il coefficiente di combinazione per il carico variabile  $Q_1$  è pari a 0
- coefficienti di partecipazione  $\Psi$  per carichi di tipo variabile:

Variabili da traffico:  $\Psi_0 = 0.75 \quad \Psi_1 = 0.75 \quad \Psi_2 = 0.00$

Azioni Termiche:  $\Psi_0 = 0.60 \quad \Psi_1 = 0.60 \quad \Psi_2 = 0.50$

Per un riepilogo delle Combinazioni di Calcolo considerate nelle analisi si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><i>LINEA PESCARA – BARI</i> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>80 di 177</b></p>

#### 14.4 Approcci progettuali e metodi di verifica

Come prescritto dal DM 14/01/2008 è stato adottato l'Approccio Progettuale 1 con le due combinazioni di coefficienti parziali (tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del DM 14/01/2008):

- combinazione 1:  $A1 + M1 + R1$
- combinazione 2:  $A2 + M2 + R1$ .

Il dimensionamento geotecnico dell'opera è stato condotto con la verifica di stati limite ultimi GEO, applicando la Combinazione 2 ( $A2+M2+R1$ ). Per le verifiche di stati limite ultimi STR l'analisi è stata condotta la combinazione 1 ( $A1+M1+R1$ ), applicando i coefficienti parziali  $A1$  all'effetto delle azioni.

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV). Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni sono pari all'unità.

#### 14.5 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Nell'ambito del presente paragrafo si riporta una descrizione delle caratteristiche dei Software utilizzati per l'effettuazione delle Analisi e Verifiche strutturali e geotecniche esposte nel presente documento.

##### Denominazione ed Estremi di Licenza del Software

Titolo	SCAT - Analisi Strutture Scatolari
Versione	11.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PROGIN S.P.A.
Licenza	AIU01054U

##### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfianco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione. L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>81 di 177</b>

- Calcolo della spinta del terreno;
- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

### **Affidabilità dei codici di calcolo**

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software impiegati ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Le stesse società produttrici hanno verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati sono contenuti in apposita documentazione fornita a corredo dell'acquisto del prodotto, che per brevità espositiva si omette di allegare al presente documento.

### **Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni esposte nel documento sono state inoltre sottoposte a controlli dal sottoscritto utente del software.

Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali, che per brevità espositiva si omette dall'allegare al presente documento.

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.

In base a quanto sopra, Il Progettista dichiara pertanto che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, validando conseguentemente i risultati dei calcoli esposti nella presente.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

## 14.6 Risultati, Analisi E Verifiche

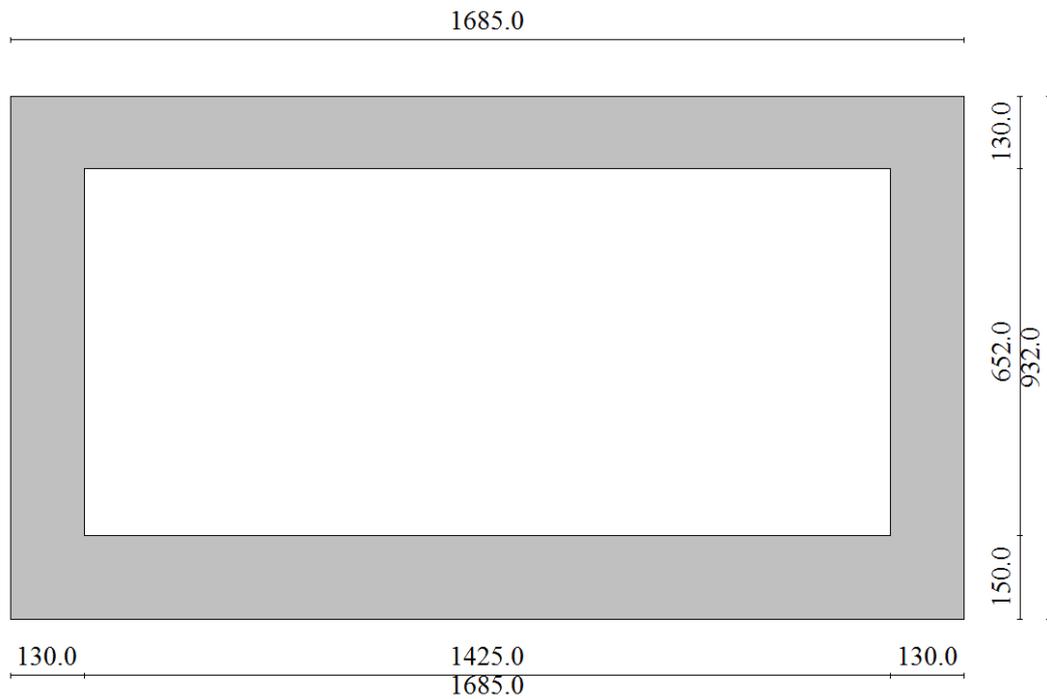
Di seguito di riporta una descrizione della modellazione effettuata mediante ausilio del software di calcolo SCAT v.11 prodotto dalla AZTEC Informativa, con una descrizione del modello strutturale implementato, sollecitazioni di calcolo ottenute e risultati delle verifiche effettuate.

### 14.6.1 Modello di calcolo

Di seguito di riporta una descrizione del modello geometrico/geotecnico considerato ai fini del dimensionamento:



Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 1/2



Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 2/2

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>83 di 177</b></p>

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

Il terreno di fondazione viene schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento,  $K_e$ , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura  $K$ . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali  $p$ .

Indicando con  $u$  il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma  $K u = p$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti  $u$

$$u = K^{-1} p$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

Nel caso in esame, Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

- $s = B \cdot c_t \cdot (q - \sigma_{v0}) \cdot (1 - \nu^2) / E$

dove:

- $s$  = cedimento elastico totale;
- $B$  = lato minore della fondazione;
- $c_t$  = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 ( $L$  = lato maggiore della fondazione):
  - $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L / B)$  rettangolare con  $L / B \leq 10$
  - $c_t = 2 + 0.0089 (L / B)$  rettangolare con  $L / B > 10$
- $q$  = pressione media agente sul terreno;
- $\sigma_{v0}$  = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- $\nu$  = coefficiente di Poisson del terreno;

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>84 di 177</b></p>

-  $E$  = modulo elastico medio del terreno sottostante.

Il valore della costante di sottofondo  $k_w$  è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento pertanto, si ottiene:

- $k_w = E / [(1-\nu^2) \cdot B \cdot ct]$

Di seguito si riportano, in forma tabellare, i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, sulla scorta del valore di progetto di  $E$  attribuito allo strato di Fondazione, avendo considerato una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaboranti:

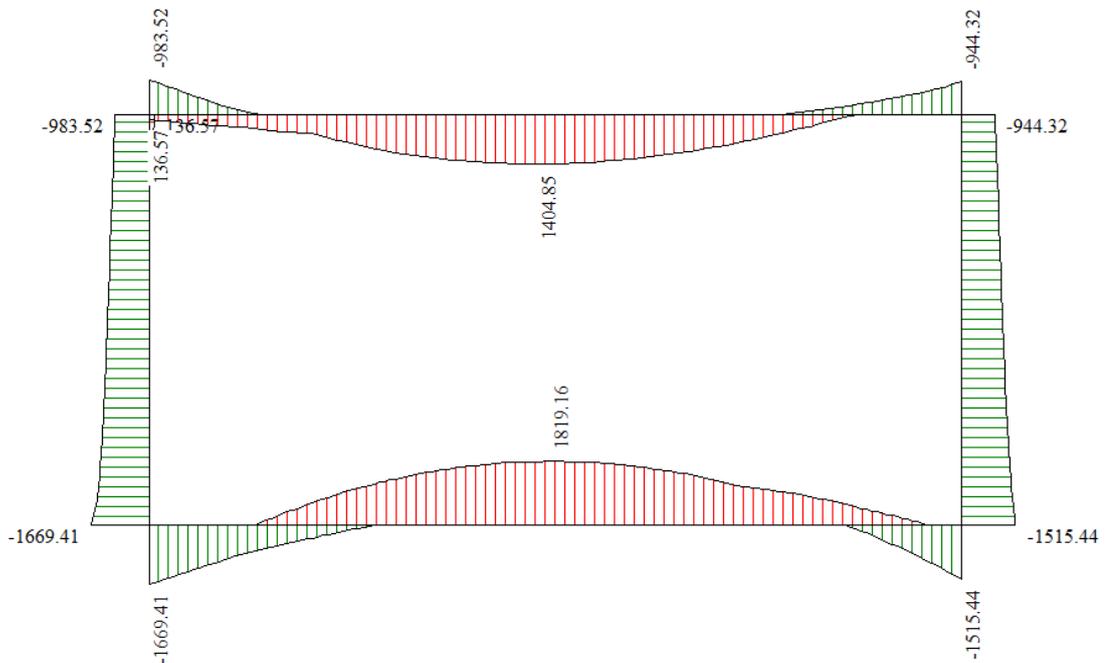
**Terreno ba3**

$E_0 =$	120000	KN/m <sup>2</sup>
$E' =$	24000.	KN/m <sup>2</sup>
$\nu =$	0.25	
$B =$	16.9	m
$L =$	17.0	m
$ct =$	<b>0.86</b>	
$K_w =$	<b>1771</b>	KN/m <sup>3</sup>

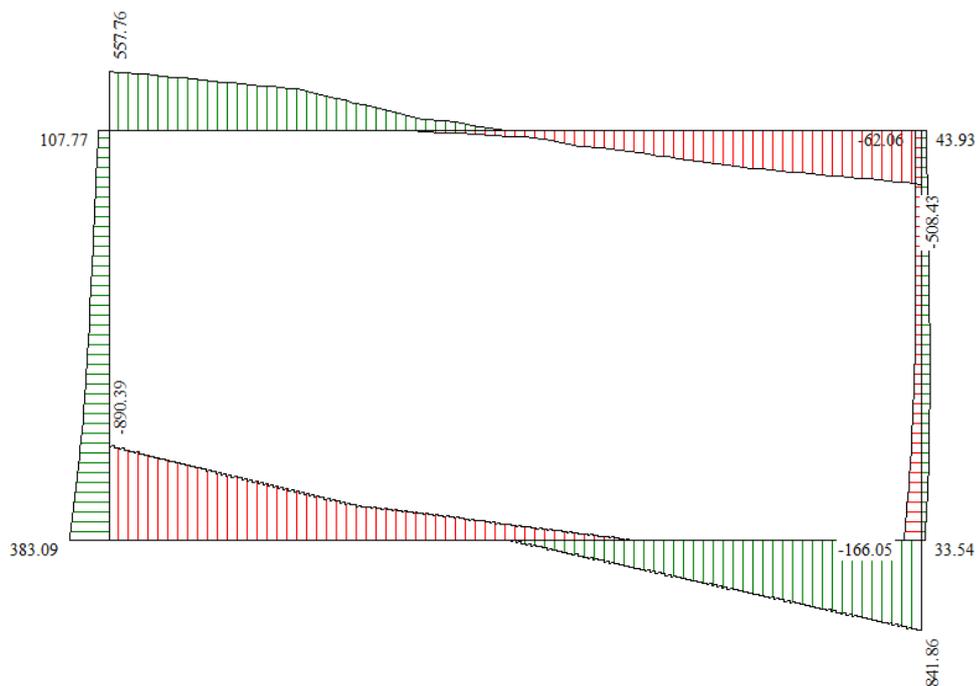
In fase di analisi si assume cautelativamente  $k_w=1770$  Kpa/m.

### 14.6.2 Sollecitazioni di calcolo

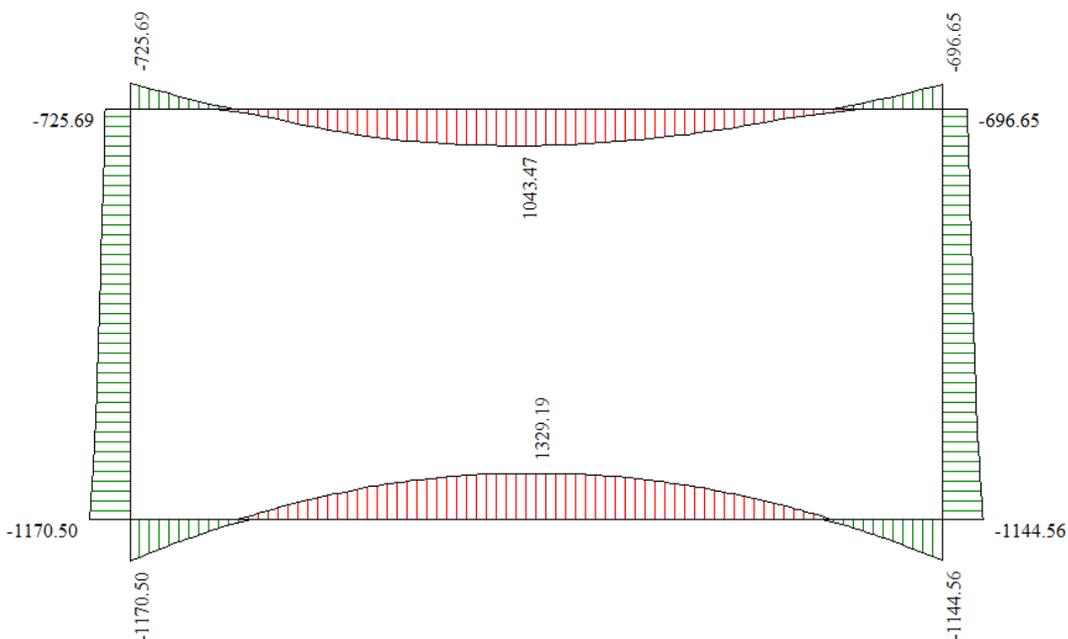
Si riportano, di seguito, i diagrammi di involuppo delle caratteristiche delle sollecitazioni di Flessione, Taglio; le unità di misura dei grafici sono i KN e m:



**Involuppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico**



**Involuppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico**



**Involuppo diagrammi del momento flettente – SLE**

### 14.6.3 Armature di progetto

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative:

<i>Elemento</i>	<b>Armatura a flessione</b>		<b>Armatura a taglio</b>
	<b>Af 1</b>	<b>Af 2</b>	<b>Af t</b>
TRAVERSO	1 $\phi$ 26/10	1 $\phi$ 26/10	Spilli $\Phi$ 12/40x20
PIEDRITTI	1 $\phi$ 26/10	1 $\phi$ 26/10	Spilli $\Phi$ 12/40x20
FONDAZIONE	1 $\phi$ 26/10	1 $\phi$ 26/10	Spilli $\Phi$ 12/40x20

**Af1** : Armatura lato terreno

**Af2** : Armatura lato interno

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento ad un copriferro netto pari a 6 cm.

### 14.6.4 Verifiche di resistenza e fessurazione

Il software esegue in automatico tutte le verifiche strutturali sia allo stato limite ultimo che allo stato limite di esercizio. Per quanto riguarda il taglio il programma prevede sia la verifica per elementi non armati a taglio e sia quella per elementi dotati di apposita armatura a taglio, disponendo tuttavia ferri sagomati resistenti a taglio e non staffe o tiranti. Per questo motivo le verifiche a taglio vengono eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati ad hoc.

Cautelativamente nei modelli si è impiegato una classe di cls C25/30 sia per la parte di elevazione che per le fondazioni.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

#### 14.6.5 Verifiche Allo SLU

Per le verifiche SLU nei confronti della pressoflessione si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato. In particolare si segnala che le verifiche risultano soddisfatte per ognuna delle combinazioni di carico esaminate.

##### Verifiche a taglio

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate (a filo parete) per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio						
Sezione	$V_{Ed}$	b	h	$V_{Rd}$	Verificato	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
TRAVERSO	550	100	130	1530	SI	Spilli $\Phi$ 12/40x20
PIEDRITTI	380	100	130	1530	SI	Spilli $\Phi$ 12/40x20
FONDAZIONE	890	100	150	1780	SI	Spilli $\Phi$ 12/40x20

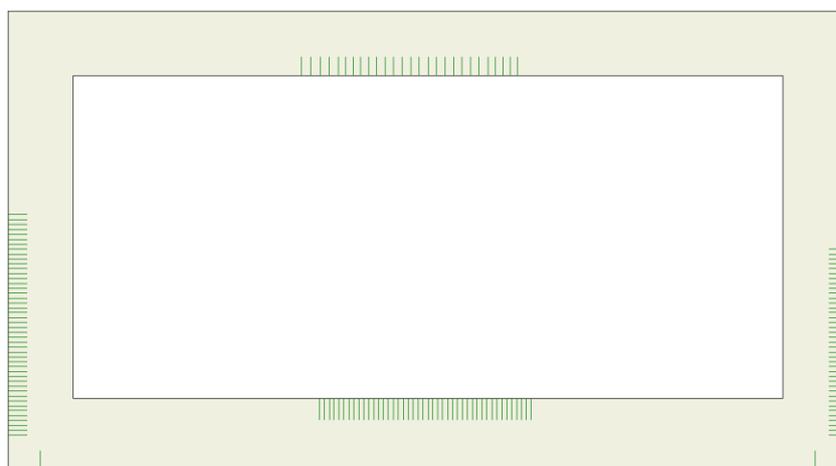
Le sollecitazioni taglianti sono valutate in corrispondenza del filo esterno degli elementi.

#### 14.6.6 Verifiche Allo SLE

Per le verifiche delle alle tensioni per il calcestruzzo e per l'acciaio di armatura si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato. In particolare si segnala che le verifiche risultano soddisfatte per ognuna delle combinazioni di carico esaminate.

##### Verifiche a fessurazione

L'ampiezza delle fessure è sempre al di sotto dei limiti sopra descritti, pertanto le verifiche si possono ritenere soddisfatte. Nella seguente figura vengono riportati lo schema con indicazione delle zone della struttura ove si innesca il processo di fessurazione. Per i relativi valori di ampiezza delle fessure ricavati riferirsi al tabulato in allegato:



**Schema con indicazione delle zone fessurate\***

#### 14.6.7 Verifiche geotecniche

La verifica a carico limite è stata eseguita in automatico dal software di calcolo attraverso l'utilizzo di della formula di Meyerhof. Si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>				
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>

## 15 VERIFICHE INTEGRATIVE MURO POSTERIORE

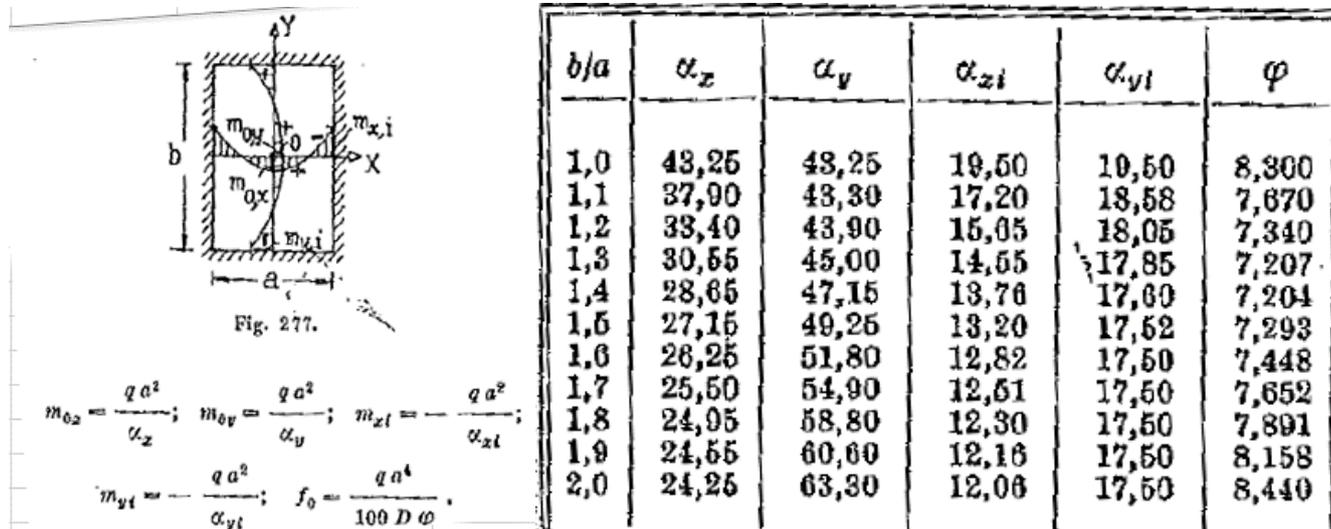
Di seguito si riportano le analisi e le verifiche del muro posteriore a chiusura dello scatolare. Il muro è stato schematizzato come una piastra incastrata alle estremità caricata da un carico uniforme equivalente alle spinte del terreno. La verifica in particolare è condotta considerando la porzione di piastra incastrata tra il setto centrale e quello di estremità. I risultati possono essere estesi anche all'altra porzione in virtù della simetria di carichi e geometrica.

MURO POSTERIORE		
H muro (interna)	6.15	m
Larghezza muro (interna)	14.25	
Spessore muro	1.30	m
Peso Muro	32.5	kN/mq
Peso Muro	2848.2	kN
Peso Specifico Terreno di Rilevato	20	kN/mc
Angolo di Attrito Terreno di Rilevato	35	°
Coefficiente di spinta a riposo	0.426	
Altezza terreno spingente	7	m
Spinta statica a riposo	237	kN/m
Pressione statica terreno uniforme equivalente	32	kN/mq
Sovraccarico accidentale da traffico	20	kN/mq
Spinta a riposo sovraccarichi	64	kN/m
Pressione statica unif. equivalente sovraccarico	8.5	kN/mq
Accelerazione sismica di base $a_g$	0.168	g
Coefficiente stratigrafico SS	1.444	-
Coefficiente topografico ST	1.0	-
Accelerazione orizzontale massima attesa $a_{max}$	0.24	g
$\beta_m$ (massa cls spalla)	1.000	-
$K_h$ (cls spalla) =	0.243	-
$K_v$ (cls spalla)=	0.121	-
Inerzia Muro /m	7.9	kN/mq
Inerzia Muro	690.96	kN
$\beta_m$ (massa terreno)	1.000	-
$K_h$ (terreno) =	0.243	-
$K_v$ (terreno)=	0.121	-
Spinta in condizione sismiche (wood)	269.3	kN/m
Pressione sismica unif. equivalente	36.1	kN/mq

Elemento strutturale	Sezione di verifica		Armatura		
	Base [m]	Altezza [m]	Direz. X (orizzontale)	Direz. Y (verticale)	Taglio
Muro posteriore	1.0	1.30	1 $\phi$ 22/10 sup 1 $\phi$ 22/10 inf	1 $\phi$ 22/10 sup 1 $\phi$ 22/10 inf	Spilli $\phi$ 12/20x40

Tabella 43 – Geometria sezione e armatura dei muri laterali

### Schema di calcolo



### Dati geometrici Piastra

a [m]=	6.15
b [m] =	14.25
b/a =	2.00
$\alpha_x$ =	24.25
$\alpha_y$ =	63.30
$\alpha_{xi}$ =	12.06
$\alpha_{yi}$ =	17.50

### Dati carico Piastra

$q_{pp}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	0.00	
$q_{s,ko}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	31.77	Pressione statica equivalente spinta terreno (a riposo)
$q_{sq,ko}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	8.53	Pressione statica equivalente spinta carico accidentale (a riposo)
$q_{sa}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	36.15	Pressione equivalente spinta sismica (Wood)
$q_{sa}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	7.88	Pressione equivalente inerzia muro

### COMBINAZIONI E COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE

	P.P	Spinte Terreno	Rinterro	Sovraccarico acc.		Sisma
				$\gamma$	$\psi$	
SLU	1	1.35	1.35	1	1.45	0
SISMA	1	1	1	1	0.2	1
SLE (FREQ)	1	1	1	1	1	0

$q^{SLU}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	54.40	Pressione uniforme equivalente SLU
$q^{SLV}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	44.03	Pressione uniforme equivalente SLV
$q^{SLE}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	40.30	Pressione uniforme equivalente SLE

**SOLLECITAZIONI SLU**

Mox =	<b>84.85</b>	KNm
Moy =	<b>32.51</b>	KNm
Mix =	<b>170.61</b>	KNm
Miy =	<b>117.58</b>	KNm

**SOLLECITAZIONI SLV**

Mox =	<b>68.67</b>	KNm
Moy =	<b>26.31</b>	KNm
Mix =	<b>138.09</b>	KNm
Miy =	<b>95.16</b>	KNm

**VERIFICHE MURO POSTERIORE**

**VERIFICHE DI ESERCIZIO**

Combinazione	Direzione		N	M	$\sigma_c$	$\sigma_s$	Wk
			KN/m	kNm/m	Mpa	Mpa	mm
SLE_RARA	Long. X	Campata	0	63	-0.3	18.5	0.00
		Bordi	0	126	-0.9	52.6	0.00
	Trasv Y	Campata	0	24	-0.21	10.5	0.00
		Bordi	0	87	-0.40	23.8	0.00

**VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SLU/SLV**

Combinazione	Direzione		N	M	V	C.S. ( $N_{Rd}$ , $M_{Rd}$ )	C.S. ( $V_{Rd}$ )
			KN/m	kNm/m	KN/m		
SLU	Long. X	Campata	0	85	0	8.3	-
		Bordi	0	171	194	8.3	7.30
	Trasv Y	Campata	0	33	0	12.4	-
		Bordi	0	118	84	4.5	16.92
SLV	Long. X	Campata	0	69	0	10.0	-
		Bordi	0	138	157	4.3	9.02
	Trasv Y	Campata	0	26	0	15.3	-
		Bordi	0	95	68	5.5	20.91

\*Cautelativamente nelle verifiche a pressoflessione si è trascurato lo sforzo normale dato dal peso del muro

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>91 di 177</b></p>

## 16 ALLEGATO 1: TABULATI DI CALCOLO SCATOLARE DI APPROCCIO ALLA SPALLA S01

### Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	9.32	[m]
Larghezza esterna	16.85	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	1.30	[m]
Spessore piedritto destro	1.30	[m]
Spessore fondazione	1.50	[m]
Spessore traverso	1.30	[m]

### Caratteristiche strati terreno

#### Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	23.33	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	0	[kPa/cm]

#### Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	19.5000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.5000	[kN/mc]
Angolo di attrito	25.00	[°]

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

Angolo di attrito terreno struttura	16.67	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	18	[kPa/cm]
Tensione limite	1000	[kPa]

## Caratteristiche materiali utilizzati

### *Materiale calcestruzzo*

$R_{ck}$ calcestruzzo	30000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	30976850	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

## Condizioni di carico

### *Convenzioni adottate*

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

*Simbologia adottata e unità di misura*

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

*Forze concentrate*

X	ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y	ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F <sub>y</sub>	componente Y del carico concentrato
F <sub>x</sub>	componente X del carico concentrato
M	momento

*Forze distribuite*

X <sub>i</sub> , X <sub>f</sub>	ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
Y <sub>i</sub> , Y <sub>f</sub>	ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
V <sub>ni</sub>	componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
V <sub>nf</sub>	componente normale del carico distribuito nel punto finale
V <sub>ti</sub>	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V <sub>tf</sub>	componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
D <sub>ie</sub>	variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
D <sub>ii</sub>	variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (tandem+corsia1)

Distr	Traverso	X <sub>i</sub> = 7.22	X <sub>f</sub> = 9.63	V <sub>ni</sub> = 35.46	V <sub>nf</sub> = 35.46	V <sub>ti</sub> = 0.00 V <sub>tf</sub> = 0.00
Distr	Traverso	X <sub>i</sub> = 6.92	X <sub>f</sub> = 9.93	V <sub>ni</sub> = 2.50	V <sub>nf</sub> = 2.50	V <sub>ti</sub> = 0.00 V <sub>tf</sub> = 0.00
Distr	Traverso	X <sub>i</sub> = 3.92	X <sub>f</sub> = 6.92	V <sub>ni</sub> = 2.50	V <sub>nf</sub> = 2.50	V <sub>ti</sub> = 0.00 V <sub>tf</sub> = 0.00
Distr	Traverso	X <sub>i</sub> = 4.22	X <sub>f</sub> = 6.63	V <sub>ni</sub> = 53.19	V <sub>nf</sub> = 53.19	V <sub>ti</sub> = 0.00 V <sub>tf</sub> = 0.00
Distr	Traverso	X <sub>i</sub> = 9.93	X <sub>f</sub> = 12.93	V <sub>ni</sub> = 2.50	V <sub>nf</sub> = 2.50	V <sub>ti</sub> = 0.00 V <sub>tf</sub> = 0.00
Distr	Traverso	X <sub>i</sub> = 10.23	X <sub>f</sub> = 12.63	V <sub>ni</sub> = 17.73	V <sub>nf</sub> = 17.73	V <sub>ti</sub> = 0.00 V <sub>tf</sub> = 0.00
Distr	Traverso	X <sub>i</sub> = 12.93	X <sub>f</sub> = 16.85	V <sub>ni</sub> = 2.50	V <sub>nf</sub> = 2.50	V <sub>ti</sub> = 0.00 V <sub>tf</sub> = 0.00
Distr	Traverso	X <sub>i</sub> = 0.00	X <sub>f</sub> = 3.92	V <sub>ni</sub> = 2.50	V <sub>nf</sub> = 2.50	V <sub>ti</sub> = 0.00 V <sub>tf</sub> = 0.00

Condizione di carico n° 8 (termico)

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

Term	Traverso	$D_{te} = -2.50$	$D_{ti} = 2.50$
Term	Traverso	$D_{te} = -15.00$	$D_{ti} = -15.00$
<u>Condizione di carico n° 9 (ritiro)</u>			
Term	Traverso	$D_{te} = -10.00$	$D_{ti} = -10.00$

## Impostazioni di progetto

### Verifica materiali:

#### Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

### Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\operatorname{ctg}(\theta) + \operatorname{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \operatorname{ctg}^2 \theta)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
$b_w$	larghezza minima sezione [mm]
$\sigma_{cp}$	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
$\rho_l$	rapporto geometrico di armatura
$A_{sw}$	area armatura trasversale [mm <sup>2</sup> ]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo, funzione di $f_{cd}'$ e $\sigma_{cp}$

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

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>95 di 177</b></p>

$$k=1+(200/d)^{1/2}$$

$$v_{min}=0.035*k^{3/2}*f_{ck}^{1/2}$$

### Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) 0.60  $f_{ck}$

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) 0.45  $f_{ck}$

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) 0.80  $f_{yk}$

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure  $w_1=0.10$   $w_2=0.15$   $w_3=0.20$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 1

Copriferro sezioni 6.00 [cm]

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

$C$  Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2008

### Simbologia adottata

$\gamma_{G1sfav}$  Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti

$\gamma_{G1fav}$  Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti

$\gamma_{G2sfav}$  Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	96 di 177

$\gamma_{G2fav}$  Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali

$\gamma_Q$  Coefficiente parziale sulle azioni variabili

$\gamma_{\tan\phi'}$  Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato

$\gamma_c$  Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata

$\gamma_{cu}$  Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata

$\gamma_{qu}$  Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

#### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1fav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q1sfav}$	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.35	1.15
Termici	Favorevole	$\gamma_{efav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{esfav}$	1.20	1.20

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>97 di 177</b></p>

**Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1fav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q1sfav}$	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00
Termici	Favorevole	$\gamma_{efav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{esfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	98 di 177

tandem+corsia1	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
termico	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
tandem+corsia1	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15
termico	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
tandem+corsia1	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
termico	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
tandem+corsia1	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	99 di 177

termico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	100 di 177

ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
--------	-------------	------	------	------

Combinazione n° 8 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
tandem+corsia1	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
termico	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	101 di 177

Combinazione n° 11 SLE (Frequente)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Rara)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
tandem+corsia1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLE (Rara)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
tandem+corsia1	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>LI02</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>102 di 177</b></p>

## Analisi della spinta e verifiche

*Simbologia adottata ed unità di misura*

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

$X$  ascisse (espresse in m) positive verso destra

$Y$  ordinate (espresse in m) positive verso l'alto

$M$  momento espresso in kNm

$V$  taglio espresso in kN

$SN$  sforzo normale espresso in kN

$ux$  spostamento direzione X espresso in cm

$uy$  spostamento direzione Y espresso in cm

$\sigma$  pressione sul terreno espressa in kPa

### Tipo di analisi

Pressione in calotta

Teoria di Terzaghi

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Metodo di calcolo della portanza

Meyerhof

### Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione 1]

a Riposo [combinazione 2]

a Riposo [combinazione 3]

a Riposo [combinazione 4]

a Riposo [combinazione 5]

a Riposo [combinazione 6]

a Riposo [combinazione 7]

a Riposo [combinazione 8]

a Riposo [combinazione 9]

a Riposo [combinazione 10]

a Riposo [combinazione 11]

a Riposo [combinazione 12]

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>103 di 177</b></p>

a Riposo [combinazione 13]

Sisma

**Identificazione del sito**

Latitudine	41.957056
Longitudine	15.034704
Comune	Campomarino
Provincia	Campobasso
Regione	Molise
Punti di interpolazione del reticolo	28106 - 28105 - 28327 - 28328

**Tipo di opera**

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento	113 anni

**Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g =$	1.91 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.40
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S_s) = 27.37$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 13.69$

**Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.00 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.20

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02	D 78 CL	IV020 003	A	104 di 177

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * S_t * S_s) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Wood
Angolo diffusione sovraccarico	35.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.426	0.000
2	0.511	0.000
3	0.426	0.000
4	0.511	0.000
5	0.426	0.818
6	0.426	0.818
7	0.511	0.891
8	0.511	0.891
9	0.426	0.000
10	0.426	0.000
11	0.426	0.000
12	0.426	0.000
13	0.426	0.000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	158
Numero elementi trasverso	90
Numero elementi piedritto sinistro	80
Numero elementi piedritto destro	80

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>LI02</b>	<b>02</b>	<b>D 78 CL</b>	<b>IV020 003</b>	<b>A</b>	<b>105 di 177</b>

Numero molle fondazione	159
Numero molle piedritto sinistro	81
Numero molle piedritto destro	81

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>106 di 177</b></p>

### Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-11.82	28.67	0.0000

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 57.5672 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 57.5672 [kPa]

### Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-11.82	28.67	0.0000

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 51.1286 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 51.1286 [kPa]

### Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-11.82	28.67	0.0000

#### Spinte sui piedritti

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

Piedritto sinistro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 57.5672 [kPa]

Piedritto destro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 57.5672 [kPa]

#### **Analisi della combinazione n° 4**

Pressione in calotta(solo peso terreno)      0.0000 [kPa]

##### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-11.82	28.67	0.0000

##### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 51.1286 [kPa]

Piedritto destro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 51.1286 [kPa]

#### **Analisi della combinazione n° 5**

Pressione in calotta(solo peso terreno)      0.0000 [kPa]

##### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-11.82	28.67	0.0000

##### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 42.6424 [kPa]

Piedritto destro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 42.6424 [kPa]

##### Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro      Pressione sup. 14.6867 [kPa]      Pressione inf. 14.6867 [kPa]

#### **Analisi della combinazione n° 6**

Pressione in calotta(solo peso terreno)      0.0000 [kPa]

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>108 di 177</b></p>

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-11.82	28.67	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 42.6424 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 42.6424 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 14.6867 [kPa]	Pressione inf. 14.6867 [kPa]
--------------------	------------------------------	------------------------------

**Analisi della combinazione n° 7**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-11.82	28.67	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 51.1286 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 51.1286 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 14.6867 [kPa]	Pressione inf. 14.6867 [kPa]
--------------------	------------------------------	------------------------------

**Analisi della combinazione n° 8**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
----	----	--------

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>109 di 177</b></p>

-11.82                      28.67                      0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 51.1286 [kPa]

Piedritto destro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 51.1286 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro      Pressione sup. 14.6867 [kPa]      Pressione inf. 14.6867 [kPa]

**Analisi della combinazione n° 9**

Pressione in calotta(solo peso terreno)      0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi                      Xj                      Q[kPa]

-11.82                      28.67                      0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 42.6424 [kPa]

Piedritto destro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 42.6424 [kPa]

**Analisi della combinazione n° 10**

Pressione in calotta(solo peso terreno)      0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi                      Xj                      Q[kPa]

-11.82                      28.67                      0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 42.6424 [kPa]

Piedritto destro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 42.6424 [kPa]

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>110 di 177</b></p>

### Analisi della combinazione n° 11

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-11.82	28.67	0.0000

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 42.6424 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 42.6424 [kPa]

### Analisi della combinazione n° 12

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-11.82	28.67	0.0000

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 42.6424 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 42.6424 [kPa]

### Analisi della combinazione n° 13

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-11.82	28.67	0.0000

#### Spinte sui piedritti

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>LI02</b>	<b>02</b>	<b>D 78 CL</b>	<b>IV020 003</b>	<b>A</b>	<b>111 di 177</b>

Piedritto sinistro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 42.6424 [kPa]

Piedritto destro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 42.6424 [kPa]

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><i>LINEA PESCARA – BARI</i> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>LI02</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>112 di 177</b></p>

## Sollecitazioni

### Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-1554.6399	-890.3940	157.4540
4.57	1023.8820	-416.6957	157.4540
8.43	1818.8496	16.3792	157.4540
12.28	979.0781	433.4274	157.4540
16.20	-1515.4422	841.8609	157.4540

### Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-983.5191	557.7615	-53.4995
4.59	850.5977	348.2435	-53.4995
8.43	1399.1525	-32.7808	-53.4995
12.26	696.8556	-316.8054	-53.4995
16.20	-944.3214	-508.4327	-53.4995

### Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1554.6399	157.4919	898.5382
2.73	-1323.7941	83.1749	813.3440
4.71	-1195.4269	53.9839	728.1498
6.69	-1089.4480	53.4995	642.9556
8.67	-983.5191	53.4995	557.7615

### Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1515.4422	-157.4919	849.2094
2.73	-1284.5964	-83.1749	764.0152

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	113 di 177

4.71	-1156.2292	-53.9839	678.8211
6.69	-1050.2503	-53.4995	593.6269
8.67	-944.3214	-53.4995	508.4327

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-1205.3276	-684.1746	129.3098
4.57	773.6170	-319.2709	129.3098
8.43	1380.7982	13.2166	129.3098
12.28	735.4507	332.0279	129.3098
16.20	-1171.9370	642.8316	129.3098

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-781.5316	437.9593	-36.9795
4.59	671.4412	278.3377	-36.9795
8.43	1103.6498	-27.9244	-36.9795
12.26	540.5673	-251.5331	-36.9795
16.20	-748.1410	-395.9385	-36.9795

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1205.3276	129.3409	690.3865
2.73	-1021.1627	63.3359	627.2797
4.71	-928.0146	37.4097	564.1729
6.69	-854.7509	36.9795	501.0661
8.67	-781.5316	36.9795	437.9593

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
-------	---------	--------	--------

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	114 di 177

0.75	-1171.9370	-129.3409	648.3657
2.73	-987.7720	-63.3359	585.2589
4.71	-894.6240	-37.4097	522.1521
6.69	-821.3603	-36.9795	459.0453
8.67	-748.1410	-36.9795	395.9385

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-1542.0097	-835.0117	166.0090
4.57	883.3142	-393.4659	166.0090
8.43	1638.5056	13.9513	166.0090
12.28	849.7112	409.3863	166.0090
16.20	-1512.6114	798.6118	166.0090

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-903.1164	501.9555	-62.0566
4.59	718.6728	302.3896	-62.0566
8.43	1209.0161	-24.5856	-62.0566
12.26	603.1600	-278.8648	-62.0566
16.20	-873.7182	-464.9590	-62.0566

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1542.0097	166.0490	842.7322
2.73	-1294.2208	91.7321	757.5380
4.71	-1148.9104	62.5410	672.3439
6.69	-1025.9885	62.0566	587.1497
8.67	-903.1164	62.0566	501.9555

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1512.6114	-166.0490	805.7357
2.73	-1264.8225	-91.7321	720.5415
4.71	-1119.5122	-62.5410	635.3473
6.69	-996.5902	-62.0566	550.1531
8.67	-873.7182	-62.0566	464.9590

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-1193.5306	-636.9969	136.5612
4.57	654.8938	-299.4764	136.5612
8.43	1228.1779	11.1483	136.5612
12.28	626.2691	311.5422	136.5612
16.20	-1168.4877	605.9896	136.5612

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 4)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-712.2895	390.4209	-44.2326
4.59	559.8117	239.2770	-44.2326
8.43	942.4328	-20.9433	-44.2326
12.26	461.5036	-219.2134	-44.2326
16.20	-687.2465	-358.9053	-44.2326

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1193.5306	136.5941	642.8481
2.73	-995.0044	70.5891	579.7413
4.71	-887.4951	44.6629	516.6345

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

6.69                    -799.8701                    44.2326                    453.5277

8.67                    -712.2895                    44.2326                    390.4209

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1168.4877	-136.5941	611.3325
2.73	-969.9614	-70.5891	548.2257
4.71	-862.4521	-44.6629	485.1189
6.69	-774.8271	-44.2326	422.0121
8.67	-687.2465	-44.2326	358.9053

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-1665.1010	-507.0959	96.8154
4.57	88.9781	-365.7559	136.2334
8.43	1105.8212	-135.9181	175.0852
12.28	1056.6797	191.2121	213.9370
16.20	-493.4791	619.3687	253.3551

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 5)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	31.8839	223.1534	-107.7705
4.59	630.2037	80.2364	-73.3586
8.43	671.7047	-58.5693	-39.9366
12.26	180.4856	-197.5562	-6.4710
16.20	-878.8682	-340.2919	27.8973

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1665.1010	370.2195	510.1300

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

2.73	-1037.9484	268.8155	438.3859
4.71	-578.4875	200.8381	366.6417
6.69	-227.3924	154.1249	294.8975
8.67	31.8839	107.7705	223.1534

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-493.4791	19.9648	627.2686
2.73	-575.8986	57.7396	555.5244
4.71	-700.0241	62.0879	483.7803
6.69	-806.5297	45.1720	412.0361
8.67	-878.8682	27.8973	340.2919

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-1452.9127	-371.4885	83.2448
4.57	-95.8022	-300.6499	122.6629
8.43	793.3380	-137.2607	161.5147
12.28	871.8994	123.3764	200.3665
16.20	-281.2908	483.7613	239.7845

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 6)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	136.5676	155.3195	-94.1966
4.59	535.1992	46.8145	-59.7848
8.43	512.6842	-58.5693	-26.3628
12.26	85.6484	-164.0906	7.1028
16.20	-774.1846	-272.4581	41.4711

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)**

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	118 di 177

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1452.9127	356.6457	373.1972
2.73	-852.6362	255.2417	318.7278
4.71	-420.0516	187.2643	264.2584
6.69	-95.8326	140.5511	209.7890
8.67	136.5676	94.1966	155.3195

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-281.2908	33.5386	490.3358
2.73	-390.5864	71.3134	435.8664
4.71	-541.5881	75.6617	381.3969
6.69	-674.9698	58.7458	326.9275
8.67	-774.1846	41.4711	272.4581

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-1669.4057	-507.0967	109.6789
4.57	84.7486	-365.7812	149.0969
8.43	1101.6488	-135.9176	187.9487
12.28	1052.4502	191.2376	226.8005
16.20	-497.7837	619.3695	266.2186

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 7)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	29.7984	223.1534	-105.3070
4.59	628.1181	80.2364	-70.8951
8.43	669.6191	-58.5693	-37.4731
12.26	178.4001	-197.5562	-4.0075
16.20	-880.9538	-340.2919	30.3607

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	119 di 177

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1669.4057	383.0861	510.1300
2.73	-1028.7161	270.7267	438.3859
4.71	-570.8251	198.4461	366.6417
6.69	-224.6003	151.6614	294.8975
8.67	29.7984	105.3070	223.1534

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-497.7837	7.0982	627.2686
2.73	-566.6662	55.8285	555.5244
4.71	-692.3617	64.4800	483.7803
6.69	-803.7376	47.6355	412.0361
8.67	-880.9538	30.3607	340.2919

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-1457.2174	-371.4893	96.1083
4.57	-100.0317	-300.6752	135.5264
8.43	789.1655	-137.2603	174.3782
12.28	867.6699	123.4019	213.2300
16.20	-285.5955	483.7621	252.6480

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 8)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	134.4820	155.3195	-91.7332
4.59	533.1136	46.8145	-57.3213
8.43	510.5987	-58.5693	-23.8993

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	120 di 177

12.26	83.5628	-164.0906	9.5663
-------	---------	-----------	--------

16.20	-776.2701	-272.4581	43.9345
-------	-----------	-----------	---------

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1457.2174	369.5123	373.1972
2.73	-843.4039	257.1529	318.7278
4.71	-412.3892	184.8723	264.2584
6.69	-93.0405	138.0876	209.7890
8.67	134.4820	91.7332	155.3195

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-285.5955	20.6720	490.3358
2.73	-381.3541	69.4023	435.8664
4.71	-533.9257	78.0538	381.3969
6.69	-672.1777	61.2093	326.9275
8.67	-776.2701	43.9345	272.4581

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-955.3270	-495.4252	138.5238
4.57	497.9956	-238.9003	138.5238
8.43	966.8996	4.9231	138.5238
12.28	497.9956	248.8818	138.5238
16.20	-955.3270	495.4252	138.5238

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-358.8543	247.8057	-61.5257

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	121 di 177

4.59	370.6321	122.0947	-61.5257
8.43	604.4905	0.0000	-61.5257
12.26	370.0212	-122.2541	-61.5257
16.20	-358.8543	-247.8057	-61.5257

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-955.3270	138.5571	500.2329
2.73	-740.9751	83.5076	437.1261
4.71	-602.5332	61.8846	374.0193
6.69	-480.6752	61.5257	310.9125
8.67	-358.8543	61.5257	247.8057

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-955.3270	-138.5571	500.2329
2.73	-740.9751	-83.5076	437.1261
4.71	-602.5332	-61.8846	374.0193
6.69	-480.6752	-61.5257	310.9125
8.67	-358.8543	-61.5257	247.8057

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-1107.9481	-618.5207	123.8596
4.57	687.9895	-291.2546	123.8596
8.43	1246.9361	10.3309	123.8596
12.28	663.0984	303.0457	123.8596
16.20	-1086.1716	591.5578	123.8596

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 10)**

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	122 di 177

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-627.6434	371.8189	-46.8581
4.59	573.6819	223.9923	-46.8581
8.43	936.8992	-18.2116	-46.8581
12.26	488.1169	-206.5665	-46.8581
16.20	-605.8669	-344.4140	-46.8581

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1107.9481	123.8895	624.2461
2.73	-922.6382	68.8399	561.1393
4.71	-813.2383	47.2169	498.0325
6.69	-720.4223	46.8581	434.9257
8.67	-627.6434	46.8581	371.8189

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1086.1716	-123.8895	596.8412
2.73	-900.8617	-68.8399	533.7344
4.71	-791.4618	-47.2169	470.6276
6.69	-698.6458	-46.8581	407.5208
8.67	-605.8669	-46.8581	344.4140

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-967.0040	-495.4274	138.9313
4.57	486.5226	-238.9690	138.9313
8.43	955.5813	4.9242	138.9313
12.28	486.5226	248.9511	138.9313

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02</b></p>	<p>CODIFICA <b>D 78 CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV020 003</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>123 di 177</b></p>

16.20                    -967.0040                    495.4274                    138.9313

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-367.3027	247.8057	-61.9334
4.59	362.1837	122.0947	-61.9334
8.43	596.0421	0.0000	-61.9334
12.26	361.5728	-122.2541	-61.9334
16.20	-367.3027	-247.8057	-61.9334

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-967.0040	138.9648	500.2329
2.73	-751.8449	83.9152	437.1261
4.71	-612.5959	62.2922	374.0193
6.69	-489.9308	61.9334	310.9125
8.67	-367.3027	61.9334	247.8057

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-967.0040	-138.9648	500.2329
2.73	-751.8449	-83.9152	437.1261
4.71	-612.5959	-62.2922	374.0193
6.69	-489.9308	-61.9334	310.9125
8.67	-367.3027	-61.9334	247.8057

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-1170.4987	-659.5547	119.3791
4.57	739.8477	-308.7747	119.3791

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	124 di 177

8.43	1328.9633	12.1346	119.3791
12.28	706.6596	321.1696	119.3791
16.20	-1141.4634	623.6042	119.3791

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 12)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-725.6882	413.1566	-42.3765
4.59	632.9168	257.9582	-42.3765
8.43	1039.2537	-24.2821	-42.3765
12.26	519.0338	-234.6706	-42.3765
16.20	-696.6529	-376.6168	-42.3765

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 12)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1170.4987	119.4079	665.5838
2.73	-994.0623	64.3583	602.4770
4.71	-893.5360	42.7353	539.3702
6.69	-809.5936	42.3765	476.2634
8.67	-725.6882	42.3765	413.1566

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 12)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1141.4634	-119.4079	629.0440
2.73	-965.0270	-64.3583	565.9372
4.71	-864.5007	-42.7353	502.8304
6.69	-780.5583	-42.3765	439.7236
8.67	-696.6529	-42.3765	376.6168

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
-------	---------	--------	--------

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	125 di 177

0.65	-1166.3328	-618.5317	125.8973
4.57	630.6242	-291.5980	125.8973
8.43	1190.3448	10.3367	125.8973
12.28	605.7332	303.3921	125.8973
16.20	-1144.5563	591.5689	125.8973

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 13)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.65	-669.8856	371.8189	-48.8962
4.59	531.4398	223.9923	-48.8962
8.43	894.6570	-18.2116	-48.8962
12.26	445.8748	-206.5665	-48.8962
16.20	-648.1091	-344.4140	-48.8962

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 13)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1166.3328	125.9277	624.2461
2.73	-976.9872	70.8781	561.1393
4.71	-863.5517	49.2551	498.0325
6.69	-766.7001	48.8962	434.9257
8.67	-669.8856	48.8962	371.8189

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 13)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1144.5563	-125.9277	596.8412
2.73	-955.2107	-70.8781	533.7344
4.71	-841.7752	-49.2551	470.6276
6.69	-744.9236	-48.8962	407.5208
8.67	-648.1091	-48.8962	344.4140

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02	D 78 CL	IV020 003	A	126 di 177

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

## Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

$N^{\circ}$	Indice sezione
$X$	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm
$M$	Momento flettente, espresso in kNm
$V$	Taglio, espresso in kN
$N$	Sforzo normale, espresso in kN
$N_u$	Sforzo normale ultimo, espressa in kN
$M_u$	Momento ultimo, espressa in kNm
$A_{fi}$	Area armatura inferiore, espressa in cmq
$A_{fs}$	Area armatura superiore, espressa in cmq
$CS$	Coeff. di sicurezza sezione
$V_{Rd}$	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
$V_{Rd1}$	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
$V_{Rd2}$	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
$A_{sw}$	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

### Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione       $B = 100$  cm

Altezza sezione       $H = 150.00$  cm

#### Verifiche presso-flessione

$N^{\circ}$	$X$	$M$	$N$	$N_u$	$M_u$	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$CS$
1	0.65	1554.64 (1554.64)	157.45	310.70	3067.76	53.09	53.09	1.97
2	4.57	-1023.88 (-1563.92)	157.45	308.73	-3066.49	53.09	53.09	1.96
3	8.43	-1818.85 (-1819.16)	157.45	262.87	-3037.09	53.09	53.09	1.67
4	12.28	-979.08 (-1540.80)	157.45	313.69	-3069.67	53.09	53.09	1.99
5	16.20	1515.44 (1554.64)	157.45	310.70	3067.76	53.09	53.09	1.97

#### Verifiche taglio

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	128 di 177

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	-890.39	522.93	0.00	4536.92	0.00
2	4.57	-416.70	522.93	0.00	0.00	0.00
3	8.43	16.38	522.93	0.00	0.00	0.00
4	12.28	433.43	522.93	0.00	0.00	0.00
5	16.20	841.86	522.93	0.00	4536.92	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]**

Base sezione      B = 100 cm

Altezza sezione    H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.65	-983.52 (-983.52)	-53.50	-129.52	-2381.14	53.09	53.09	2.42
2	4.59	850.60 (1239.24)	-53.50	-103.46	2396.56	53.09	53.09	1.93
3	8.43	1399.15 (1404.85)	-53.50	-91.53	2403.61	53.09	53.09	1.71
4	12.26	696.86 (1050.41)	-53.50	-121.52	2385.88	53.09	53.09	2.27
5	16.20	-944.32 (-983.52)	-53.50	-129.52	-2381.14	53.09	53.09	2.42

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	557.76	454.68	0.00	3878.51	0.00
2	4.59	348.24	454.68	0.00	0.00	0.00
3	8.43	-32.78	454.68	0.00	0.00	0.00
4	12.26	-316.81	454.68	0.00	0.00	0.00
5	16.20	-508.43	454.68	0.00	3878.51	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]**

Base sezione      B = 100 cm

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	129 di 177

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1554.64 (-1554.64)	898.54	2084.31	-3606.25	53.09	53.09	2.32
2	2.73	-1323.79 (-1416.62)	813.34	2064.13	-3595.13	53.09	53.09	2.54
3	4.71	-1195.43 (-1255.67)	728.15	2094.47	-3611.85	53.09	53.09	2.88
4	6.69	-1089.45 (-1149.15)	642.96	1988.03	-3553.20	53.09	53.09	3.09
5	8.67	-983.52 (-1043.22)	557.76	1862.84	-3484.22	53.09	53.09	3.34

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	157.49	590.90	0.00	0.00	0.00
2	2.73	83.17	578.71	0.00	0.00	0.00
3	4.71	53.98	566.52	0.00	0.00	0.00
4	6.69	53.50	554.33	0.00	0.00	0.00
5	8.67	53.50	542.14	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1515.44 (-1515.44)	849.21	1992.48	-3555.65	53.09	53.09	2.35
2	2.73	-1284.60 (-1377.42)	764.02	1963.30	-3539.57	53.09	53.09	2.57
3	4.71	-1156.23 (-1216.48)	678.82	1980.43	-3549.01	53.09	53.09	2.92
4	6.69	-1050.25 (-1109.96)	593.63	1863.68	-3484.68	53.09	53.09	3.14
5	8.67	-944.32 (-1004.03)	508.43	1726.28	-3408.97	53.09	53.09	3.40

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	130 di 177

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	-157.49	583.84	0.00	0.00	0.00
2	2.73	-83.17	571.65	0.00	0.00	0.00
3	4.71	-53.98	559.46	0.00	0.00	0.00
4	6.69	-53.50	547.27	0.00	0.00	0.00
5	8.67	-53.50	535.08	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione      B = 100 cm

Altezza sezione    H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.65	1205.33 (1205.33)	129.31	330.47	3080.44	53.09	53.09	2.56
2	4.57	-773.62 (-1187.39)	129.31	335.84	-3083.88	53.09	53.09	2.60
3	8.43	-1380.80 (-1381.11)	129.31	285.73	-3051.75	53.09	53.09	2.21
4	12.28	-735.45 (-1165.76)	129.31	342.55	-3088.18	53.09	53.09	2.65
5	16.20	1171.94 (1205.33)	129.31	330.47	3080.44	53.09	53.09	2.56

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	-684.17	518.88	0.00	4531.05	0.00
2	4.57	-319.27	518.88	0.00	0.00	0.00
3	8.43	13.22	518.88	0.00	0.00	0.00
4	12.28	332.03	518.88	0.00	0.00	0.00
5	16.20	642.83	518.88	0.00	4531.05	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	131 di 177

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.65	-781.53 (-781.53)	-36.98	-113.13	-2390.84	53.09	53.09	3.06
2	4.59	671.44 (982.07)	-36.98	-90.53	2404.21	53.09	53.09	2.45
3	8.43	1103.65 (1108.78)	-36.98	-80.38	2410.21	53.09	53.09	2.17
4	12.26	540.57 (821.28)	-36.98	-107.79	2394.00	53.09	53.09	2.91
5	16.20	-748.14 (-781.53)	-36.98	-113.13	-2390.84	53.09	53.09	3.06

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	437.96	457.05	0.00	0.00	0.00
2	4.59	278.34	457.05	0.00	0.00	0.00
3	8.43	-27.92	457.05	0.00	0.00	0.00
4	12.26	-251.53	457.05	0.00	0.00	0.00
5	16.20	-395.94	457.05	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1205.33 (-1205.33)	690.39	2056.95	-3591.17	53.09	53.09	2.98
2	2.73	-1021.16 (-1091.85)	627.28	2066.06	-3596.19	53.09	53.09	3.29
3	4.71	-928.01 (-969.76)	564.17	2104.43	-3617.34	53.09	53.09	3.73
4	6.69	-854.75 (-896.02)	501.07	1986.53	-3552.37	53.09	53.09	3.96
5	8.67	-781.53 (-822.80)	437.96	1851.14	-3477.77	53.09	53.09	4.23

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	132 di 177

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	129.34	561.12	0.00	0.00	0.00
2	2.73	63.34	552.09	0.00	0.00	0.00
3	4.71	37.41	543.06	0.00	0.00	0.00
4	6.69	36.98	534.03	0.00	0.00	0.00
5	8.67	36.98	525.00	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ft</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1171.94 (-1171.94)	648.37	1956.02	-3535.56	53.09	53.09	3.02
2	2.73	-987.77 (-1058.45)	585.26	1954.47	-3534.70	53.09	53.09	3.34
3	4.71	-894.62 (-936.37)	522.15	1978.43	-3547.91	53.09	53.09	3.79
4	6.69	-821.36 (-862.63)	459.05	1850.49	-3477.41	53.09	53.09	4.03
5	8.67	-748.14 (-789.41)	395.94	1703.52	-3396.43	53.09	53.09	4.30

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	-129.34	555.11	0.00	0.00	0.00
2	2.73	-63.34	546.08	0.00	0.00	0.00
3	4.71	-37.41	537.05	0.00	0.00	0.00
4	6.69	-36.98	528.02	0.00	0.00	0.00
5	8.67	-36.98	518.99	0.00	0.00	0.00

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	133 di 177

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fl</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.65	1542.01 (1542.01)	166.01	331.72	3081.23	53.09	53.09	2.00
2	4.57	-883.31 (-1393.25)	166.01	370.07	-3105.82	53.09	53.09	2.23
3	8.43	-1638.51 (-1638.63)	166.01	310.80	-3067.82	53.09	53.09	1.87
4	12.28	-849.71 (-1380.28)	166.01	373.83	-3108.24	53.09	53.09	2.25
5	16.20	1512.61 (1542.01)	166.01	331.72	3081.23	53.09	53.09	2.00

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Red</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	-835.01	524.17	0.00	4538.70	0.00
2	4.57	-393.47	524.17	0.00	0.00	0.00
3	8.43	13.95	524.17	0.00	0.00	0.00
4	12.28	409.39	524.17	0.00	0.00	0.00
5	16.20	798.61	524.17	0.00	4538.70	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fl</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.65	-903.12 (-903.12)	-62.06	-162.29	-2361.76	53.09	53.09	2.62
2	4.59	718.67 (1056.14)	-62.06	-139.56	2375.20	53.09	53.09	2.25
3	8.43	1209.02 (1212.66)	-62.06	-122.08	2385.55	53.09	53.09	1.97
4	12.26	603.16 (914.37)	-62.06	-160.36	2362.90	53.09	53.09	2.58

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	134 di 177

5	16.20	-873.72 (-903.12)	-62.06	-162.29	-2361.76	53.09	53.09	2.62
---	-------	-------------------	--------	---------	----------	-------	-------	------

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	501.96	453.46	0.00	3878.51	0.00
2	4.59	302.39	453.46	0.00	0.00	0.00
3	8.43	-24.59	453.46	0.00	0.00	0.00
4	12.26	-278.86	453.46	0.00	0.00	0.00
5	16.20	-464.96	453.46	0.00	3878.51	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fl</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1542.01 (-1542.01)	842.73	1921.99	-3516.81	53.09	53.09	2.28
2	2.73	-1294.22 (-1396.59)	757.54	1901.44	-3505.48	53.09	53.09	2.51
3	4.71	-1148.91 (-1218.71)	672.34	1948.12	-3531.21	53.09	53.09	2.90
4	6.69	-1025.99 (-1095.24)	587.15	1869.96	-3488.14	53.09	53.09	3.18
5	8.67	-903.12 (-972.37)	501.96	1773.08	-3434.76	53.09	53.09	3.53

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	166.05	582.91	0.00	0.00	0.00
2	2.73	91.73	570.73	0.00	0.00	0.00
3	4.71	62.54	558.54	0.00	0.00	0.00
4	6.69	62.06	546.35	0.00	0.00	0.00
5	8.67	62.06	534.16	0.00	0.00	0.00

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	135 di 177

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1512.61 (-1512.61)	805.74	1853.11	-3478.85	53.09	53.09	2.30
2	2.73	-1264.82 (-1367.20)	720.54	1825.38	-3463.57	53.09	53.09	2.53
3	4.71	-1119.51 (-1189.31)	635.35	1860.69	-3483.03	53.09	53.09	2.93
4	6.69	-996.59 (-1065.85)	550.15	1772.83	-3434.62	53.09	53.09	3.22
5	8.67	-873.72 (-942.97)	464.96	1663.95	-3374.62	53.09	53.09	3.58

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	-166.05	577.62	0.00	0.00	0.00
2	2.73	-91.73	565.43	0.00	0.00	0.00
3	4.71	-62.54	553.24	0.00	0.00	0.00
4	6.69	-62.06	541.05	0.00	0.00	0.00
5	8.67	-62.06	528.86	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.65	1193.53 (1193.53)	136.56	354.20	3095.65	53.09	53.09	2.59
2	4.57	-654.89 (-1043.02)	136.56	409.99	-3131.42	53.09	53.09	3.00
3	8.43	-1228.18 (-1228.33)	136.56	343.39	-3088.72	53.09	53.09	2.51

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	136 di 177

4	12.28	-626.27 (-1030.03)	136.56	415.64	-3135.04	53.09	53.09	3.04
5	16.20	1168.49 (1193.53)	136.56	354.20	3095.65	53.09	53.09	2.59

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Red</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	-637.00	519.92	0.00	4532.56	0.00
2	4.57	-299.48	519.92	0.00	0.00	0.00
3	8.43	11.15	519.92	0.00	0.00	0.00
4	12.28	311.54	519.92	0.00	0.00	0.00
5	16.20	605.99	519.92	0.00	4532.56	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.65	-712.29 (-712.29)	-44.23	-147.22	-2370.68	53.09	53.09	3.33
2	4.59	559.81 (826.84)	-44.23	-127.45	2382.37	53.09	53.09	2.88
3	8.43	942.43 (945.82)	-44.23	-111.85	2391.60	53.09	53.09	2.53
4	12.26	461.50 (706.15)	-44.23	-148.45	2369.95	53.09	53.09	3.36
5	16.20	-687.25 (-712.29)	-44.23	-147.22	-2370.68	53.09	53.09	3.33

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Red</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	390.42	456.01	0.00	0.00	0.00
2	4.59	239.28	456.01	0.00	0.00	0.00
3	8.43	-20.94	456.01	0.00	0.00	0.00
4	12.26	-219.21	456.01	0.00	0.00	0.00

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

5    16.20    -358.91    456.01    0.00    0.00    0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione      B = 100 cm

Altezza sezione    H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fr</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1193.53 (-1193.53)	642.85	1882.46	-3495.02	53.09	53.09	2.93
2	2.73	-995.00 (-1073.78)	579.74	1888.90	-3498.58	53.09	53.09	3.26
3	4.71	-887.50 (-937.34)	516.63	1945.51	-3529.77	53.09	53.09	3.77
4	6.69	-799.87 (-849.23)	453.53	1859.84	-3482.56	53.09	53.09	4.10
5	8.67	-712.29 (-761.65)	390.42	1755.75	-3425.21	53.09	53.09	4.50

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Red</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	136.59	554.32	0.00	0.00	0.00
2	2.73	70.59	545.29	0.00	0.00	0.00
3	4.71	44.66	536.26	0.00	0.00	0.00
4	6.69	44.23	527.23	0.00	0.00	0.00
5	8.67	44.23	518.20	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione      B = 100 cm

Altezza sezione    H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fr</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1168.49 (-1168.49)	611.33	1806.70	-3453.28	53.09	53.09	2.96
2	2.73	-969.96 (-1048.74)	548.23	1804.59	-3452.12	53.09	53.09	3.29

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	138 di 177

3	4.71	-862.45 (-912.30)	485.12	1848.57	-3476.35	53.09	53.09	3.81
4	6.69	-774.83 (-824.19)	422.01	1753.06	-3423.72	53.09	53.09	4.15
5	8.67	-687.25 (-736.61)	358.91	1637.02	-3359.78	53.09	53.09	4.56

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	-136.59	549.81	0.00	0.00	0.00
2	2.73	-70.59	540.78	0.00	0.00	0.00
3	4.71	-44.66	531.75	0.00	0.00	0.00
4	6.69	-44.23	522.72	0.00	0.00	0.00
5	8.67	-44.23	513.69	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.65	1665.10 (1665.10)	96.82	173.25	2979.63	53.09	53.09	1.79
2	4.57	-88.98 (-563.00)	136.23	821.60	-3395.33	53.09	53.09	6.03
3	8.43	-1105.82 (-1238.60)	175.09	445.90	-3154.45	53.09	53.09	2.55
4	12.28	-1056.68 (-1238.60)	213.94	557.17	-3225.79	53.09	53.09	2.60
5	16.20	493.48 (1296.18)	253.36	641.03	3279.55	53.09	53.09	2.53

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	-507.10	514.20	0.00	0.00	0.00
2	4.57	-365.76	519.88	0.00	0.00	0.00
3	8.43	-135.92	525.47	0.00	0.00	0.00

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	139 di 177

4	12.28	191.21	531.07	0.00	0.00	0.00
5	16.20	619.37	536.74	0.00	4556.92	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.65	31.88 (280.92)	-107.77	-768.48	2003.19	53.09	53.09	7.13
2	4.59	630.20 (719.02)	-73.36	-236.48	2317.87	53.09	53.09	3.22
3	8.43	671.70 (719.02)	-39.94	-132.17	2379.58	53.09	53.09	3.31
4	12.26	180.49 (400.96)	-6.47	-39.29	2434.52	53.09	53.09	6.07
5	16.20	-878.87 (-878.87)	27.90	79.40	-2501.51	53.09	53.09	2.85

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	223.15	446.92	0.00	0.00	0.00
2	4.59	80.24	451.84	0.00	0.00	0.00
3	8.43	-58.57	456.62	0.00	0.00	0.00
4	12.26	-197.56	461.41	0.00	0.00	0.00
5	16.20	-340.29	466.33	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1665.10 (-1665.10)	510.13	905.90	-2956.92	53.09	53.09	1.78

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	140 di 177

2	2.73	-1037.95 (-1337.95)	438.39	982.72	-2999.25	53.09	53.09	2.24
3	4.71	-578.49 (-802.62)	366.64	1500.37	-3284.49	53.09	53.09	4.09
4	6.69	-227.39 (-399.40)	294.90	2988.39	-4047.34	53.09	53.09	10.13
5	8.67	31.88 (31.88)	223.15	17580.58	2511.90	53.09	53.09	78.78

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	370.22	535.33	0.00	0.00	0.00
2	2.73	268.82	525.06	0.00	0.00	0.00
3	4.71	200.84	514.80	0.00	0.00	0.00
4	6.69	154.12	504.53	0.00	0.00	0.00
5	8.67	107.77	494.27	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ft</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-493.48 (-515.76)	627.27	6166.64	-5070.40	53.09	53.09	9.83
2	2.73	-575.90 (-640.34)	555.52	3817.00	-4399.74	53.09	53.09	6.87
3	4.71	-700.02 (-769.31)	483.78	2365.06	-3760.95	53.09	53.09	4.89
4	6.69	-806.53 (-856.94)	412.04	1607.69	-3343.62	53.09	53.09	3.90
5	8.67	-878.87 (-878.87)	340.29	1209.72	-3124.34	53.09	53.09	3.55

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	19.96	552.09	0.00	0.00	0.00
2	2.73	57.74	541.82	0.00	0.00	0.00

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	141 di 177

3	4.71	62.09	531.56	0.00	0.00	0.00
4	6.69	45.17	521.29	0.00	0.00	0.00
5	8.67	27.90	511.03	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.65	1452.91 (1452.91)	83.24	170.62	2977.94	53.09	53.09	2.05
2	4.57	95.80 (485.44)	122.66	864.96	3423.13	53.09	53.09	7.05
3	8.43	-793.34 (-962.06)	161.51	539.67	-3214.57	53.09	53.09	3.34
4	12.28	-871.90 (-962.06)	200.37	689.50	-3310.63	53.09	53.09	3.44
5	16.20	281.29 (908.25)	239.78	911.64	3453.06	53.09	53.09	3.80

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	-371.49	512.25	0.00	0.00	0.00
2	4.57	-300.65	517.92	0.00	0.00	0.00
3	8.43	-137.26	523.52	0.00	0.00	0.00
4	12.28	123.38	529.11	0.00	0.00	0.00
5	16.20	483.76	534.79	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
----	---	---	---	----------------	----------------	-----------------	-----------------	----

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	142 di 177

1	0.65	136.57 (309.90)	-94.20	-633.20	2083.21	53.09	53.09	6.72
2	4.59	535.20 (575.01)	-59.78	-240.73	2315.36	53.09	53.09	4.03
3	8.43	512.68 (575.01)	-26.36	-109.71	2392.86	53.09	53.09	4.16
4	12.26	85.65 (268.77)	7.10	65.91	2494.07	53.09	53.09	9.28
5	16.20	-774.18 (-774.18)	41.47	135.66	-2532.51	53.09	53.09	3.27

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Red</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	155.32	448.86	0.00	0.00	0.00
2	4.59	46.81	453.79	0.00	0.00	0.00
3	8.43	-58.57	458.57	0.00	0.00	0.00
4	12.26	-164.09	463.36	0.00	0.00	0.00
5	16.20	-272.46	468.27	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ft</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1452.91 (-1452.91)	373.20	735.39	-2862.97	53.09	53.09	1.97
2	2.73	-852.64 (-1137.49)	318.73	814.42	-2906.51	53.09	53.09	2.56
3	4.71	-420.05 (-629.04)	264.26	1343.50	-3198.05	53.09	53.09	5.08
4	6.69	-95.83 (-252.69)	209.79	3567.83	-4297.40	53.09	53.09	17.01
5	8.67	136.57 (136.57)	155.32	5617.65	4939.43	53.09	53.09	36.17

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Red</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	356.65	515.73	0.00	0.00	0.00

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	143 di 177

2	2.73	255.24	507.94	0.00	0.00	0.00
3	4.71	187.26	500.15	0.00	0.00	0.00
4	6.69	140.55	492.35	0.00	0.00	0.00
5	8.67	94.20	484.56	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fl</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-281.29 (-318.72)	490.34	8180.70	-5317.48	53.09	53.09	16.68
2	2.73	-390.59 (-470.17)	435.87	4194.07	-4524.18	53.09	53.09	9.62
3	4.71	-541.59 (-626.03)	381.40	2254.02	-3699.77	53.09	53.09	5.91
4	6.69	-674.97 (-740.53)	326.93	1433.84	-3247.83	53.09	53.09	4.39
5	8.67	-774.18 (-774.18)	272.46	1073.04	-3049.02	53.09	53.09	3.94

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	33.54	532.49	0.00	0.00	0.00
2	2.73	71.31	524.70	0.00	0.00	0.00
3	4.71	75.66	516.91	0.00	0.00	0.00
4	6.69	58.75	509.11	0.00	0.00	0.00
5	8.67	41.47	501.32	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	144 di 177

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.65	1669.41 (1669.41)	109.68	196.75	2994.70	53.09	53.09	1.79
2	4.57	-84.75 (-558.80)	149.10	923.33	-3460.56	53.09	53.09	6.19
3	8.43	-1101.65 (-1234.42)	187.95	484.01	-3178.88	53.09	53.09	2.58
4	12.28	-1052.45 (-1234.42)	226.80	597.42	-3251.59	53.09	53.09	2.63
5	16.20	497.78 (1300.49)	266.22	675.93	3301.93	53.09	53.09	2.54

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	-507.10	516.05	0.00	0.00	0.00
2	4.57	-365.78	521.73	0.00	0.00	0.00
3	8.43	-135.92	527.32	0.00	0.00	0.00
4	12.28	191.24	532.92	0.00	0.00	0.00
5	16.20	619.37	538.60	0.00	4559.60	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.65	29.80 (278.84)	-105.31	-758.72	2008.97	53.09	53.09	7.20
2	4.59	628.12 (716.93)	-70.90	-229.61	2321.94	53.09	53.09	3.24
3	8.43	669.62 (716.93)	-37.47	-124.61	2384.05	53.09	53.09	3.33
4	12.26	178.40 (398.87)	-4.01	-24.55	2443.24	53.09	53.09	6.13
5	16.20	-880.95 (-880.95)	30.36	86.34	-2505.33	53.09	53.09	2.84

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
----	---	---	-----------------	------------------	------------------	-----------------

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	145 di 177

1	0.65	223.15	447.27	0.00	0.00	0.00
2	4.59	80.24	452.20	0.00	0.00	0.00
3	8.43	-58.57	456.98	0.00	0.00	0.00
4	12.26	-197.56	461.77	0.00	0.00	0.00
5	16.20	-340.29	466.68	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1669.41 (-1669.41)	510.13	903.09	-2955.38	53.09	53.09	1.77
2	2.73	-1028.72 (-1330.85)	438.39	989.13	-3002.78	53.09	53.09	2.26
3	4.71	-570.83 (-792.29)	366.64	1526.63	-3298.96	53.09	53.09	4.16
4	6.69	-224.60 (-393.85)	294.90	3050.51	-4074.14	53.09	53.09	10.34
5	8.67	29.80 (29.80)	223.15	17657.19	2357.82	53.09	53.09	79.13

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	383.09	535.33	0.00	0.00	0.00
2	2.73	270.73	525.06	0.00	0.00	0.00
3	4.71	198.45	514.80	0.00	0.00	0.00
4	6.69	151.66	504.53	0.00	0.00	0.00
5	8.67	105.31	494.27	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-497.78 (-505.71)	627.27	6331.86	-5104.76	53.09	53.09	10.09
2	2.73	-566.67 (-628.97)	555.52	3914.35	-4431.87	53.09	53.09	7.05
3	4.71	-692.36 (-764.32)	483.78	2388.78	-3774.02	53.09	53.09	4.94
4	6.69	-803.74 (-856.90)	412.04	1607.79	-3343.68	53.09	53.09	3.90
5	8.67	-880.95 (-880.95)	340.29	1206.08	-3122.33	53.09	53.09	3.54

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Red</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	7.10	552.09	0.00	0.00	0.00
2	2.73	55.83	541.82	0.00	0.00	0.00
3	4.71	64.48	531.56	0.00	0.00	0.00
4	6.69	47.64	521.29	0.00	0.00	0.00
5	8.67	30.36	511.03	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione      B = 100 cm

Altezza sezione    H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.65	1457.22 (1457.22)	96.11	197.54	2995.20	53.09	53.09	2.06
2	4.57	100.03 (489.71)	135.53	965.13	3487.35	53.09	53.09	7.12
3	8.43	-789.17 (-957.87)	174.38	591.22	-3247.62	53.09	53.09	3.39
4	12.28	-867.67 (-957.87)	213.23	744.88	-3346.14	53.09	53.09	3.49
5	16.20	285.60 (912.55)	252.65	965.59	3487.65	53.09	53.09	3.82

Verifiche taglio

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	147 di 177

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	-371.49	514.10	0.00	0.00	0.00
2	4.57	-300.68	519.78	0.00	0.00	0.00
3	8.43	-137.26	525.37	0.00	0.00	0.00
4	12.28	123.40	530.97	0.00	0.00	0.00
5	16.20	483.76	536.64	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.65	134.48 (307.82)	-91.73	-622.68	2089.44	53.09	53.09	6.79
2	4.59	533.11 (572.92)	-57.32	-232.16	2320.43	53.09	53.09	4.05
3	8.43	510.60 (572.92)	-23.90	-100.06	2398.57	53.09	53.09	4.19
4	12.26	83.56 (266.69)	9.57	89.94	2507.31	53.09	53.09	9.40
5	16.20	-776.27 (-776.27)	43.93	143.58	-2536.87	53.09	53.09	3.27

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	155.32	449.21	0.00	0.00	0.00
2	4.59	46.81	454.14	0.00	0.00	0.00
3	8.43	-58.57	458.92	0.00	0.00	0.00
4	12.26	-164.09	463.71	0.00	0.00	0.00
5	16.20	-272.46	468.62	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	148 di 177

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1457.22 (-1457.22)	373.20	732.86	-2861.57	53.09	53.09	1.96
2	2.73	-843.40 (-1130.39)	318.73	820.47	-2909.85	53.09	53.09	2.57
3	4.71	-412.39 (-618.71)	264.26	1372.84	-3214.21	53.09	53.09	5.20
4	6.69	-93.04 (-247.15)	209.79	3694.08	-4351.88	53.09	53.09	17.61
5	8.67	134.48 (134.48)	155.32	5737.91	4968.12	53.09	53.09	36.94

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	369.51	515.73	0.00	0.00	0.00
2	2.73	257.15	507.94	0.00	0.00	0.00
3	4.71	184.87	500.15	0.00	0.00	0.00
4	6.69	138.09	492.35	0.00	0.00	0.00
5	8.67	91.73	484.56	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-285.60 (-308.67)	490.34	8473.05	-5333.77	53.09	53.09	17.28
2	2.73	-381.35 (-458.81)	435.87	4345.41	-4574.12	53.09	53.09	9.97
3	4.71	-533.93 (-621.03)	381.40	2281.41	-3714.86	53.09	53.09	5.98
4	6.69	-672.18 (-740.49)	326.93	1433.95	-3247.89	53.09	53.09	4.39
5	8.67	-776.27 (-776.27)	272.46	1069.46	-3047.05	53.09	53.09	3.93

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02	D 78 CL	IV020 003	A	149 di 177

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	20.67	532.49	0.00	0.00	0.00
2	2.73	69.40	524.70	0.00	0.00	0.00
3	4.71	78.05	516.91	0.00	0.00	0.00
4	6.69	61.21	509.11	0.00	0.00	0.00
5	8.67	43.93	501.32	0.00	0.00	0.00

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

## Verifiche combinazioni SLE

Simbologia adottata ed unità di misura

$N^{\circ}$	Indice sezione
$X$	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
$M$	Momento flettente, espresso in kNm
$V$	Taglio, espresso in kN
$N$	Sforzo normale, espresso in kN
$A_{fi}$	Area armatura inferiore, espressa in cmq
$A_{fs}$	Area armatura superiore, espressa in cmq
$\sigma_{fi}$	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in kPa
$\sigma_{fs}$	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in kPa
$\sigma_c$	Tensione nel calcestruzzo, espresse in kPa
$\tau_c$	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in kPa
$A_{sw}$	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

### Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione  $B = 100$  cm

Altezza sezione  $H = 150.00$  cm

#### Verifiche presso-flessione

$N^{\circ}$	$X$	$M$	$N$	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.65	955.33	138.52	53.09	53.09	38368	122909	3025
2	4.57	-498.00	138.52	53.09	53.09	58645	20762	1614
3	8.43	-966.90	138.52	53.09	53.09	124537	38812	3061
4	12.28	-498.00	138.52	53.09	53.09	58645	20762	1614
5	16.20	955.33	138.52	53.09	53.09	38368	122909	3025

#### Verifiche taglio

$N^{\circ}$	$X$	$V$	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.65	-495.43	-405	0.00

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	151 di 177

2	4.57	-238.90	-195	0.00
3	8.43	4.92	4	0.00
4	12.28	248.88	203	0.00
5	16.20	495.43	405	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.65	-358.85	-61.53	53.09	53.09	64256	15875	1330
2	4.59	370.63	-61.53	53.09	53.09	16431	66190	1375
3	8.43	604.49	-61.53	53.09	53.09	27468	104604	2279
4	12.26	370.02	-61.53	53.09	53.09	16402	66090	1373
5	16.20	-358.85	-61.53	53.09	53.09	64256	15875	1330

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	247.81	235	0.00
2	4.59	122.09	116	0.00
3	8.43	0.00	0	0.00
4	12.26	-122.25	-116	0.00
5	16.20	-247.81	-235	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	152 di 177

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.75	-955.33	500.23	53.09	53.09	116253	51469	4000
2	2.73	-740.98	437.13	53.09	53.09	86389	40415	3124
3	4.71	-602.53	374.02	53.09	53.09	68836	33043	2548
4	6.69	-480.68	310.91	53.09	53.09	53968	26477	2038
5	8.67	-358.85	247.81	53.09	53.09	39117	19909	1527

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	138.56	131	0.00
2	2.73	83.51	79	0.00
3	4.71	61.88	59	0.00
4	6.69	61.53	58	0.00
5	8.67	61.53	58	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.75	-955.33	500.23	53.09	53.09	116253	51469	4000
2	2.73	-740.98	437.13	53.09	53.09	86389	40415	3124
3	4.71	-602.53	374.02	53.09	53.09	68836	33043	2548
4	6.69	-480.68	310.91	53.09	53.09	53968	26477	2038
5	8.67	-358.85	247.81	53.09	53.09	39117	19909	1527

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
----	---	---	----------------	-----------------

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	153 di 177

1	0.75	-138.56	-131	0.00
2	2.73	-83.51	-79	0.00
3	4.71	-61.88	-59	0.00
4	6.69	-61.53	-58	0.00
5	8.67	-61.53	-58	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.65	1107.95	123.86	53.09	53.09	44039	145601	3486
2	4.57	-687.99	123.86	53.09	53.09	86524	27922	2193
3	8.43	-1246.94	123.86	53.09	53.09	165162	49365	3913
4	12.28	-663.10	123.86	53.09	53.09	83025	26964	2116
5	16.20	1086.17	123.86	53.09	53.09	43204	142537	3419

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	-618.52	-505	0.00
2	4.57	-291.25	-238	0.00
3	8.43	10.33	8	0.00
4	12.28	303.05	248	0.00
5	16.20	591.56	483	0.00

**Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.65	-627.64	-46.86	53.09	53.09	107149	28805	2381
2	4.59	573.68	-46.86	53.09	53.09	26261	98282	2173
3	8.43	936.90	-46.86	53.09	53.09	43377	157969	3574
4	12.26	488.12	-46.86	53.09	53.09	22228	84223	1843
5	16.20	-605.87	-46.86	53.09	53.09	103571	27778	2297

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	371.82	353	0.00
2	4.59	223.99	213	0.00
3	8.43	-18.21	-17	0.00
4	12.26	-206.57	-196	0.00
5	16.20	-344.41	-327	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

Base sezione      B = 100 cm

Altezza sezione    H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.75	-1107.95	624.25	53.09	53.09	131422	60141	4659
2	2.73	-922.64	561.14	53.09	53.09	106285	50486	3897
3	4.71	-813.24	498.03	53.09	53.09	93422	44533	3437
4	6.69	-720.42	434.93	53.09	53.09	83236	39390	3042
5	8.67	-627.64	371.82	53.09	53.09	73057	34249	2647

Verifiche taglio

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	155 di 177

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.75	123.89	118	0.00
2	2.73	68.84	65	0.00
3	4.71	47.22	45	0.00
4	6.69	46.86	44	0.00
5	8.67	46.86	44	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.75	-1086.17	596.84	53.09	53.09	130003	58806	4560
2	2.73	-900.86	533.73	53.09	53.09	104855	49158	3799
3	4.71	-791.46	470.63	53.09	53.09	91991	43205	3339
4	6.69	-698.65	407.52	53.09	53.09	81808	38061	2944
5	8.67	-605.87	344.41	53.09	53.09	71632	32918	2549

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.75	-123.89	-118	0.00
2	2.73	-68.84	-65	0.00
3	4.71	-47.22	-45	0.00
4	6.69	-46.86	-44	0.00
5	8.67	-46.86	-44	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]**

Base sezione B = 100 cm

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	156 di 177

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.65	967.00	138.93	53.09	53.09	38821	124517	3062
2	4.57	-486.52	138.93	53.09	53.09	57003	20322	1579
3	8.43	-955.58	138.93	53.09	53.09	122911	38383	3026
4	12.28	-486.52	138.93	53.09	53.09	57003	20322	1579
5	16.20	967.00	138.93	53.09	53.09	38821	124517	3062

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	-495.43	-405	0.00
2	4.57	-238.97	-195	0.00
3	8.43	4.92	4	0.00
4	12.28	248.95	203	0.00
5	16.20	495.43	405	0.00

**Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.65	-367.30	-61.93	53.09	53.09	65679	16267	1362
2	4.59	362.18	-61.93	53.09	53.09	16025	64838	1342
3	8.43	596.04	-61.93	53.09	53.09	27063	103251	2246
4	12.26	361.57	-61.93	53.09	53.09	15996	64738	1340
5	16.20	-367.30	-61.93	53.09	53.09	65679	16267	1362

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	157 di 177

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.65	247.81	235	0.00
2	4.59	122.09	116	0.00
3	8.43	0.00	0	0.00
4	12.26	-122.25	-116	0.00
5	16.20	-247.81	-235	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]**

Base sezione      B = 100 cm

Altezza sezione      H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.75	-967.00	500.23	53.09	53.09	118148	52035	4046
2	2.73	-751.84	437.13	53.09	53.09	88146	40945	3167
3	4.71	-612.60	374.02	53.09	53.09	70460	33535	2588
4	6.69	-489.93	310.91	53.09	53.09	55459	26932	2075
5	8.67	-367.30	247.81	53.09	53.09	40472	20326	1561

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.75	138.96	132	0.00
2	2.73	83.92	80	0.00
3	4.71	62.29	59	0.00
4	6.69	61.93	59	0.00
5	8.67	61.93	59	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]**

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	158 di 177

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.75	-967.00	500.23	53.09	53.09	118148	52035	4046
2	2.73	-751.84	437.13	53.09	53.09	88146	40945	3167
3	4.71	-612.60	374.02	53.09	53.09	70460	33535	2588
4	6.69	-489.93	310.91	53.09	53.09	55459	26932	2075
5	8.67	-367.30	247.81	53.09	53.09	40472	20326	1561

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	-138.96	-132	0.00
2	2.73	-83.92	-80	0.00
3	4.71	-62.29	-59	0.00
4	6.69	-61.93	-59	0.00
5	8.67	-61.93	-59	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.65	1170.50	119.38	53.09	53.09	46379	154778	3675
2	4.57	-739.85	119.38	53.09	53.09	94185	29861	2350
3	8.43	-1328.96	119.38	53.09	53.09	177082	52450	4162
4	12.28	-706.66	119.38	53.09	53.09	89518	28586	2248
5	16.20	1141.46	119.38	53.09	53.09	45267	150692	3586

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	159 di 177

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.65	-659.55	-539	0.00
2	4.57	-308.77	-252	0.00
3	8.43	12.13	10	0.00
4	12.28	321.17	262	0.00
5	16.20	623.60	509	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]

Base sezione      B = 100 cm

Altezza sezione      H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.65	-725.69	-42.38	53.09	53.09	122877	33499	2763
2	4.59	632.92	-42.38	53.09	53.09	29127	107632	2405
3	8.43	1039.25	-42.38	53.09	53.09	48271	174407	3973
4	12.26	519.03	-42.38	53.09	53.09	23760	88919	1966
5	16.20	-696.65	-42.38	53.09	53.09	118105	32131	2651

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.65	413.16	392	0.00
2	4.59	257.96	245	0.00
3	8.43	-24.28	-23	0.00
4	12.26	-234.67	-223	0.00
5	16.20	-376.62	-357	0.00

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	160 di 177

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.75	-1170.50	665.58	53.09	53.09	138374	63597	4924
2	2.73	-994.06	602.48	53.09	53.09	114673	54375	4198
3	4.71	-893.54	539.37	53.09	53.09	103242	48855	3773
4	6.69	-809.59	476.26	53.09	53.09	94491	44145	3413
5	8.67	-725.69	413.16	53.09	53.09	85750	39434	3053

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	119.41	113	0.00
2	2.73	64.36	61	0.00
3	4.71	42.74	41	0.00
4	6.69	42.38	40	0.00
5	8.67	42.38	40	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.75	-1141.46	629.04	53.09	53.09	136481	61818	4793
2	2.73	-965.03	565.94	53.09	53.09	112767	52603	4067
3	4.71	-864.50	502.83	53.09	53.09	101338	47082	3642
4	6.69	-780.56	439.72	53.09	53.09	92593	42369	3282

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	161 di 177

5	8.67	-696.65	376.62	53.09	53.09	83859	37655	2922
---	------	---------	--------	-------	-------	-------	-------	------

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.75	-119.41	-113	0.00
2	2.73	-64.36	-61	0.00
3	4.71	-42.74	-41	0.00
4	6.69	-42.38	-40	0.00
5	8.67	-42.38	-40	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.65	1166.33	125.90	53.09	53.09	46303	153648	3666
2	4.57	-630.62	125.90	53.09	53.09	78293	25739	2017
3	8.43	-1190.34	125.90	53.09	53.09	157027	47223	3740
4	12.28	-605.73	125.90	53.09	53.09	74796	24780	1941
5	16.20	1144.56	125.90	53.09	53.09	45468	150583	3599

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.65	-618.53	-505	0.00
2	4.57	-291.60	-238	0.00
3	8.43	10.34	8	0.00
4	12.28	303.39	248	0.00
5	16.20	591.57	483	0.00

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	162 di 177

**Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.65	-669.89	-48.90	53.09	53.09	114265	30762	2542
2	4.59	531.44	-48.90	53.09	53.09	24236	91516	2008
3	8.43	894.66	-48.90	53.09	53.09	41353	151201	3410
4	12.26	445.87	-48.90	53.09	53.09	20201	77459	1678
5	16.20	-648.11	-48.90	53.09	53.09	110687	29736	2458

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.65	371.82	353	0.00
2	4.59	223.99	213	0.00
3	8.43	-18.21	-17	0.00
4	12.26	-206.57	-196	0.00
5	16.20	-344.41	-327	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.75	-1166.33	624.25	53.09	53.09	140883	62977	4890
2	2.73	-976.99	561.14	53.09	53.09	115069	53138	4113
3	4.71	-863.55	498.03	53.09	53.09	101552	46989	3636

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	163 di 177

4	6.69	-766.70	434.93	53.09	53.09	90718	41647	3225
5	8.67	-669.89	371.82	53.09	53.09	79892	36306	2814

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.75	125.93	119	0.00
2	2.73	70.88	67	0.00
3	4.71	49.26	47	0.00
4	6.69	48.90	46	0.00
5	8.67	48.90	46	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.75	-1144.56	596.84	53.09	53.09	139472	61639	4791
2	2.73	-955.21	533.73	53.09	53.09	113647	51805	4015
3	4.71	-841.78	470.63	53.09	53.09	100130	45656	3538
4	6.69	-744.92	407.52	53.09	53.09	89299	40313	3127
5	8.67	-648.11	344.41	53.09	53.09	78477	34970	2716

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.75	-125.93	-119	0.00
2	2.73	-70.88	-67	0.00
3	4.71	-49.26	-47	0.00
4	6.69	-48.90	-46	0.00

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>LI02</b>	<b>02</b>	<b>D 78 CL</b>	<b>IV020 003</b>	<b>A</b>	<b>164 di 177</b>

5      8.67      -48.90      -46      0.00

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

## Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

$N^{\circ}$	Indice sezione
$X_i$	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
$M_p$	Momento, espresse in kNm
$M_n$	Momento, espresse in kNm
$w_k$	Ampiezza fessure, espresse in mm
$w_{lim}$	Apertura limite fessure, espresse in mm
$s$	Distanza media tra le fessure, espresse in mm
$\epsilon_{sm}$	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

### Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

$N^{\circ}$	$X$	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$M_p$	$M_n$	$M$	$w$	$w_{lim}$	$S_m$	$\epsilon_{sm}$
1	0.65	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	955.33	0.00	0.10	0.00	0.000
2	4.57	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-498.00	0.00	0.10	0.00	0.000
3	8.43	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-966.90	0.00	0.10	0.00	0.000
4	12.28	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-498.00	0.00	0.10	0.00	0.000
5	16.20	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	955.33	0.00	0.10	0.00	0.000

### Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

$N^{\circ}$	$X$	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$M_p$	$M_n$	$M$	$w$	$w_{lim}$	$S_m$	$\epsilon_{sm}$
1	0.65	53.09	53.09	870.04	-870.04	-358.85	0.00	0.10	0.00	0.000
2	4.59	53.09	53.09	870.04	-870.04	370.63	0.00	0.10	0.00	0.000
3	8.43	53.09	53.09	870.04	-870.04	604.49	0.00	0.10	0.00	0.000
4	12.26	53.09	53.09	870.04	-870.04	370.02	0.00	0.10	0.00	0.000
5	16.20	53.09	53.09	870.04	-870.04	-358.85	0.00	0.10	0.00	0.000

### Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
 accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	166 di 177

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	53.09	53.09	870.04	-870.04	-955.33	0.07	0.10	170.22	0.022
2	2.73	53.09	53.09	870.04	-870.04	-740.98	0.00	0.10	0.00	0.000
3	4.71	53.09	53.09	870.04	-870.04	-602.53	0.00	0.10	0.00	0.000
4	6.69	53.09	53.09	870.04	-870.04	-480.68	0.00	0.10	0.00	0.000
5	8.67	53.09	53.09	870.04	-870.04	-358.85	0.00	0.10	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	53.09	53.09	870.04	-870.04	-955.33	0.07	0.10	170.22	0.022
2	2.73	53.09	53.09	870.04	-870.04	-740.98	0.00	0.10	0.00	0.000
3	4.71	53.09	53.09	870.04	-870.04	-602.53	0.00	0.10	0.00	0.000
4	6.69	53.09	53.09	870.04	-870.04	-480.68	0.00	0.10	0.00	0.000
5	8.67	53.09	53.09	870.04	-870.04	-358.85	0.00	0.10	0.00	0.000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.65	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	1107.95	0.00	0.15	0.00	0.000
2	4.57	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-687.99	0.00	0.15	0.00	0.000
3	8.43	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-1246.94	0.13	0.15	170.22	0.043
4	12.28	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-663.10	0.00	0.15	0.00	0.000
5	16.20	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	1086.17	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.65	53.09	53.09	870.04	-870.04	-627.64	0.00	0.15	0.00	0.000
2	4.59	53.09	53.09	870.04	-870.04	573.68	0.00	0.15	0.00	0.000
3	8.43	53.09	53.09	870.04	-870.04	936.90	0.13	0.15	170.22	0.045

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

4	12.26	53.09	53.09	870.04	-870.04	488.12	0.00	0.15	0.00	0.000
5	16.20	53.09	53.09	870.04	-870.04	-605.87	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>ri</sub>	A <sub>rs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	53.09	53.09	870.04	-870.04	-1107.95	0.08	0.15	170.22	0.027
2	2.73	53.09	53.09	870.04	-870.04	-922.64	0.06	0.15	170.22	0.020
3	4.71	53.09	53.09	870.04	-870.04	-813.24	0.00	0.15	0.00	0.000
4	6.69	53.09	53.09	870.04	-870.04	-720.42	0.00	0.15	0.00	0.000
5	8.67	53.09	53.09	870.04	-870.04	-627.64	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>ri</sub>	A <sub>rs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	53.09	53.09	870.04	-870.04	-1086.17	0.08	0.15	170.22	0.026
2	2.73	53.09	53.09	870.04	-870.04	-900.86	0.06	0.15	170.22	0.020
3	4.71	53.09	53.09	870.04	-870.04	-791.46	0.00	0.15	0.00	0.000
4	6.69	53.09	53.09	870.04	-870.04	-698.65	0.00	0.15	0.00	0.000
5	8.67	53.09	53.09	870.04	-870.04	-605.87	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>ri</sub>	A <sub>rs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.65	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	967.00	0.00	0.15	0.00	0.000
2	4.57	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-486.52	0.00	0.15	0.00	0.000
3	8.43	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-955.58	0.00	0.15	0.00	0.000
4	12.28	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-486.52	0.00	0.15	0.00	0.000
5	16.20	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	967.00	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]**

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	168 di 177

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.65	53.09	53.09	870.04	-870.04	-367.30	0.00	0.15	0.00	0.000
2	4.59	53.09	53.09	870.04	-870.04	362.18	0.00	0.15	0.00	0.000
3	8.43	53.09	53.09	870.04	-870.04	596.04	0.00	0.15	0.00	0.000
4	12.26	53.09	53.09	870.04	-870.04	361.57	0.00	0.15	0.00	0.000
5	16.20	53.09	53.09	870.04	-870.04	-367.30	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	53.09	53.09	870.04	-870.04	-967.00	0.07	0.15	170.22	0.023
2	2.73	53.09	53.09	870.04	-870.04	-751.84	0.00	0.15	0.00	0.000
3	4.71	53.09	53.09	870.04	-870.04	-612.60	0.00	0.15	0.00	0.000
4	6.69	53.09	53.09	870.04	-870.04	-489.93	0.00	0.15	0.00	0.000
5	8.67	53.09	53.09	870.04	-870.04	-367.30	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	53.09	53.09	870.04	-870.04	-967.00	0.07	0.15	170.22	0.023
2	2.73	53.09	53.09	870.04	-870.04	-751.84	0.00	0.15	0.00	0.000
3	4.71	53.09	53.09	870.04	-870.04	-612.60	0.00	0.15	0.00	0.000
4	6.69	53.09	53.09	870.04	-870.04	-489.93	0.00	0.15	0.00	0.000
5	8.67	53.09	53.09	870.04	-870.04	-367.30	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.65	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	1170.50	0.10	0.20	170.22	0.036
2	4.57	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-739.85	0.00	0.20	0.00	0.000
3	8.43	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-1328.96	0.15	0.20	170.22	0.051

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	169 di 177

4	12.28	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-706.66	0.00	0.20	0.00	0.000
5	16.20	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	1141.46	0.10	0.20	170.22	0.033

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>ri</sub>	A <sub>rs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.65	53.09	53.09	870.04	-870.04	-725.69	0.00	0.20	0.00	0.000
2	4.59	53.09	53.09	870.04	-870.04	632.92	0.00	0.20	0.00	0.000
3	8.43	53.09	53.09	870.04	-870.04	1039.25	0.17	0.20	170.22	0.056
4	12.26	53.09	53.09	870.04	-870.04	519.03	0.00	0.20	0.00	0.000
5	16.20	53.09	53.09	870.04	-870.04	-696.65	0.00	0.20	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>ri</sub>	A <sub>rs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	53.09	53.09	870.04	-870.04	-1170.50	0.09	0.20	170.22	0.032
2	2.73	53.09	53.09	870.04	-870.04	-994.06	0.06	0.20	170.22	0.022
3	4.71	53.09	53.09	870.04	-870.04	-893.54	0.06	0.20	170.22	0.020
4	6.69	53.09	53.09	870.04	-870.04	-809.59	0.00	0.20	0.00	0.000
5	8.67	53.09	53.09	870.04	-870.04	-725.69	0.00	0.20	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>ri</sub>	A <sub>rs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	53.09	53.09	870.04	-870.04	-1141.46	0.09	0.20	170.22	0.030
2	2.73	53.09	53.09	870.04	-870.04	-965.03	0.06	0.20	170.22	0.021
3	4.71	53.09	53.09	870.04	-870.04	-864.50	0.00	0.20	0.00	0.000
4	6.69	53.09	53.09	870.04	-870.04	-780.56	0.00	0.20	0.00	0.000
5	8.67	53.09	53.09	870.04	-870.04	-696.65	0.00	0.20	0.00	0.000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	170 di 177

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.65	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	1166.33	0.10	0.20	170.22	0.035
2	4.57	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-630.62	0.00	0.20	0.00	0.000
3	8.43	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-1190.34	0.11	0.20	170.22	0.037
4	12.28	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	-605.73	0.00	0.20	0.00	0.000
5	16.20	53.09	53.09	1135.33	-1135.33	1144.56	0.10	0.20	170.22	0.032

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.65	53.09	53.09	870.04	-870.04	-669.89	0.00	0.20	0.00	0.000
2	4.59	53.09	53.09	870.04	-870.04	531.44	0.00	0.20	0.00	0.000
3	8.43	53.09	53.09	870.04	-870.04	894.66	0.12	0.20	170.22	0.041
4	12.26	53.09	53.09	870.04	-870.04	445.87	0.00	0.20	0.00	0.000
5	16.20	53.09	53.09	870.04	-870.04	-648.11	0.00	0.20	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	53.09	53.09	870.04	-870.04	-1166.33	0.10	0.20	170.22	0.034
2	2.73	53.09	53.09	870.04	-870.04	-976.99	0.06	0.20	170.22	0.022
3	4.71	53.09	53.09	870.04	-870.04	-863.55	0.00	0.20	0.00	0.000
4	6.69	53.09	53.09	870.04	-870.04	-766.70	0.00	0.20	0.00	0.000
5	8.67	53.09	53.09	870.04	-870.04	-669.89	0.00	0.20	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	53.09	53.09	870.04	-870.04	-1144.56	0.10	0.20	170.22	0.033
2	2.73	53.09	53.09	870.04	-870.04	-955.21	0.06	0.20	170.22	0.022
3	4.71	53.09	53.09	870.04	-870.04	-841.78	0.00	0.20	0.00	0.000

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>D 78 CL</b>	DOCUMENTO <b>IV020 003</b>	REV. <b>A</b>

4	6.69	53.09	53.09	870.04	-870.04	-744.92	0.00	0.20	0.00	0.000
5	8.67	53.09	53.09	870.04	-870.04	-648.11	0.00	0.20	0.00	0.000

## Inviluppo sollecitazioni nodali

### Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.65	-1669.41	-955.33	-890.39	-371.49	83.24	166.01
4.57	-100.03	1023.88	-416.70	-238.90	119.38	166.01
8.43	789.17	1818.85	-137.26	16.38	119.38	187.95
12.28	486.52	1056.68	123.38	433.43	119.38	226.80
16.20	-1515.44	-281.29	483.76	841.86	119.38	266.22

### Inviluppo sollecitazioni trasverso

X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.65	-983.52	136.57	155.32	557.76	-107.77	-36.98
4.59	362.18	850.60	46.81	348.24	-73.36	-36.98
8.43	510.60	1399.15	-58.57	0.00	-62.06	-23.90
12.26	83.56	696.86	-316.81	-122.25	-62.06	9.57
16.20	-944.32	-358.85	-508.43	-247.81	-62.06	43.93

### Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.75	-1669.41	-955.33	119.41	383.09	373.20	898.54
2.73	-1323.79	-740.98	63.34	270.73	318.73	813.34
4.71	-1195.43	-412.39	37.41	200.84	264.26	728.15
6.69	-1089.45	-93.04	36.98	154.12	209.79	642.96
8.67	-983.52	136.57	36.98	107.77	155.32	557.76

### Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
-------	------------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	172 di 177

0.75	-1515.44	-281.29	-166.05	33.54	490.34	849.21
2.73	-1284.60	-381.35	-91.73	71.31	435.87	764.02
4.71	-1156.23	-533.93	-62.54	78.05	374.02	678.82
6.69	-1050.25	-480.68	-62.06	61.21	310.91	593.63
8.67	-944.32	-358.85	-62.06	43.93	247.81	508.43

### Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

#### Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

X	A <sub>fl</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.65	53.09	53.09	1.79
4.57	53.09	53.09	1.96
8.43	53.09	53.09	1.67
12.28	53.09	53.09	1.99
16.20	53.09	53.09	1.97

X	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Red</sub>	A <sub>sw</sub>
0.65	522.93	0.00	4536.92	0.00
4.57	522.93	0.00	0.00	0.00
8.43	522.93	0.00	0.00	0.00
12.28	522.93	0.00	0.00	0.00
16.20	522.93	0.00	4536.92	0.00

#### Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	173 di 177

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.65	53.09	53.09	2.42
4.59	53.09	53.09	1.93
8.43	53.09	53.09	1.71
12.26	53.09	53.09	2.27
16.20	53.09	53.09	2.42

X	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0.65	454.68	0.00	3878.51	0.00
4.59	454.68	0.00	0.00	0.00
8.43	454.68	0.00	0.00	0.00
12.26	454.68	0.00	0.00	0.00
16.20	454.68	0.00	3878.51	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.75	53.09	53.09	1.77
2.73	53.09	53.09	2.24
4.71	53.09	53.09	2.88
6.69	53.09	53.09	3.09
8.67	53.09	53.09	3.34

Y	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0.75	590.90	0.00	0.00	0.00
2.73	578.71	0.00	0.00	0.00
4.71	566.52	0.00	0.00	0.00

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	174 di 177

6.69	554.33	0.00	0.00	0.00
8.67	542.14	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.75	53.09	53.09	2.30
2.73	53.09	53.09	2.53
4.71	53.09	53.09	2.92
6.69	53.09	53.09	3.14
8.67	53.09	53.09	3.40

Y	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0.75	583.84	0.00	0.00	0.00
2.73	571.65	0.00	0.00	0.00
4.71	559.46	0.00	0.00	0.00
6.69	547.27	0.00	0.00	0.00
8.67	535.08	0.00	0.00	0.00

**Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)**

**Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0.65	53.09	53.09	3675	154778	46379
4.57	53.09	53.09	2350	29861	94185

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	175 di 177

8.43	53.09	53.09	4162	52450	177082
12.28	53.09	53.09	2248	28586	89518
16.20	53.09	53.09	3599	150692	45468

X	$\tau_c$	$A_{sw}$
0.65	-539	0.00
4.57	-252	0.00
8.43	10	0.00
12.28	262	0.00
16.20	509	0.00

**Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

X	$A_{fl}$	$A_{fs}$	$\sigma_c$	$\sigma_{fl}$	$\sigma_{fs}$
0.65	53.09	53.09	2763	33499	122877
4.59	53.09	53.09	2405	107632	29127
8.43	53.09	53.09	3973	174407	48271
12.26	53.09	53.09	1966	88919	23760
16.20	53.09	53.09	2651	32131	118105

X	$\tau_c$	$A_{sw}$
0.65	392	0.00
4.59	245	0.00
8.43	-23	0.00
12.26	-223	0.00
16.20	-357	0.00

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	176 di 177

**Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0.75	53.09	53.09	4924	63597	140883
2.73	53.09	53.09	4198	54375	115069
4.71	53.09	53.09	3773	48855	103242
6.69	53.09	53.09	3413	44145	94491
8.67	53.09	53.09	3053	39434	85750

Y	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0.75	132	0.00
2.73	80	0.00
4.71	59	0.00
6.69	59	0.00
8.67	59	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0.75	53.09	53.09	4793	61818	139472
2.73	53.09	53.09	4067	52603	113647
4.71	53.09	53.09	3642	47082	101338
6.69	53.09	53.09	3282	42369	92593
8.67	53.09	53.09	2922	37655	83859

Y	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>

Opere d'arte maggiore – IV02 Cavalcavia in viadotto viabilità  
accesso fermata Campomarino: Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02	D 78 CL	IV020 003	A	177 di 177

0.75	-132	0.00
2.73	-80	0.00
4.71	-59	0.00
6.69	-59	0.00
8.67	-59	0.00

## Verifiche geotecniche

### Simbologia adottata

*IC* Indice della combinazione

*N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub>* Fattori di capacità portante

*N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub>* Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.

*qu* Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]

*Q<sub>u</sub>* Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m

*Q<sub>r</sub>* Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m

*FS* Fattore di sicurezza a carico limite

<b>IC</b>	<b>N<sub>c</sub></b>	<b>N<sub>q</sub></b>	<b>N<sub>γ</sub></b>	<b>N'<sub>c</sub></b>	<b>N'<sub>q</sub></b>	<b>N'<sub>γ</sub></b>	<b>qu</b>	<b>Q<sub>u</sub></b>	<b>Q<sub>r</sub></b>	<b>FS</b>
1	20.72	10.66	6.77	32.75	13.65	8.66	2742	46203.92	2519.76	18.34
2	15.27	6.70	3.11	22.82	8.30	3.86	1436	24204.07	1910.61	12.67
3	20.72	10.66	6.77	32.71	13.64	8.65	2750	46340.48	2420.48	19.15
4	15.27	6.70	3.11	22.79	8.29	3.85	1441	24285.46	1826.04	13.30
5	20.72	10.66	6.77	14.90	7.34	0.72	712	11993.32	1787.53	6.71
6	20.72	10.66	6.77	12.95	6.38	0.11	513	8637.42	1357.12	6.36
7	15.27	6.70	3.11	10.91	4.59	0.09	396	6672.92	1787.53	3.73
8	15.27	6.70	3.11	9.48	3.99	0.02	314	5299.31	1357.12	3.90