

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'Arti Maggiori - Ponti e Viadotti Ferroviari Stradali

IV05-IV07 cavalcaferrovia

SCALA:

Relazione di calcolo spalla impalcato a 5 cassoncini

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

L I 0 2 0 2 D 7 8 C L I V 0 0 0 4 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	E.Abbasciano	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. Danilo Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10876

File: LI0202D78CLIV0004001A.docx

n. Elab.:

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965</p>												
<p>RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI02</td> <td>02 D 78</td> <td>CL</td> <td>IV007 001</td> <td>A</td> <td>2 di 71</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	2 di 71
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	2 di 71								

INDICE

1	PREMESSA.....	5
1.1	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
3	MATERIALI.....	10
3.1	FONDAZIONI – PALI.....	10
3.2	ELEVAZIONE SOTTOSTRUTTURE.....	10
3.3	ACCIAIO B450C.....	11
3.4	VERIFICA S.L.E.....	11
3.4.1	<i>Verifiche alle tensioni</i>	11
3.4.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	12
4	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	15
4.1	TERRENO DI RICOPRIMENTO/RINTERRO.....	15
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	16
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO.....	16
5.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	16
5.3	AZIONI SISMICHE SULLE SPALLE	19
5.4	SOVRASPINTA SISMICA DEL TERRENO	21
6	VERIFICHE.....	23
6.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	23

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965</p>												
<p>RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI02</td> <td>02 D 78</td> <td>CL</td> <td>IV007 001</td> <td>A</td> <td>3 di 71</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	3 di 71
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	3 di 71								

6.1.1	Verifiche geotecniche (GEO).....	23
6.1.2	Verifiche strutturali (STR).....	23
7	ANALISI E VERIFICHE SPALLA A (LATO APPOGGI FISSI).....	25
7.1	GENERALITÀ.....	25
7.2	MODELLI A MENSOLA PER LA VERIFICA DELLE SPALLE.....	25
7.3	CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO.....	26
7.4	SISTEMI DI RIFERIMENTO ED UNITÀ DI MISURA.....	27
7.5	GEOMETRIA DELLA SPALLA.....	28
7.6	ANALISI DEI CARICHI.....	31
7.6.1	Peso proprio elementi strutturali (g_1).....	31
7.6.2	Carichi trasmessi dall'impalcato.....	31
7.6.3	Sovraccarico terrapieno.....	31
7.6.4	Spinta statica (g_3).....	31
7.6.5	Sovraccarico terrapieno.....	32
7.6.6	Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche.....	33
7.6.7	Incremento di spinta del terrapieno.....	33
7.6.8	Inerzia terrapieno.....	34
7.6.9	Inerzie strutturali.....	34
7.6.10	Calcolo delle sollecitazioni in testa pali.....	34
7.6.11	Riepilogo risultati.....	35
7.7	SOLLECITAZIONI.....	38

7.7.1	<i>Muro paraghiaia</i>	38
7.7.2	<i>Muro frontale</i>	38
7.7.3	<i>Plinto di fondazione</i>	40
7.8	PALI DI FONDAZIONE.....	41
7.9	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	42
7.9.1	<i>Paraghiaia</i>	44
7.9.2	<i>Muro frontale</i>	50
7.9.3	<i>Zattera di fondazione</i>	56
7.9.3.1	Unghia anteriore platea fondazione.....	56
7.9.4	<i>Palo di fondazione L=30.0m</i>	59
7.9.5	<i>Muro andatore</i>	64
7.10	GIUNTO DI DILATAZIONE.....	69

1 PREMESSA

La presente relazione riporta i calcoli statici e le verifiche di sicurezza relative alle spalle del cavalcaferrovia IV05, nell'ambito della progettazione definitiva della linea Termoli-Lesina. Le spalle del VI03 vengono assimilate a quelle del VI05 essendo queste ultime più gravose.

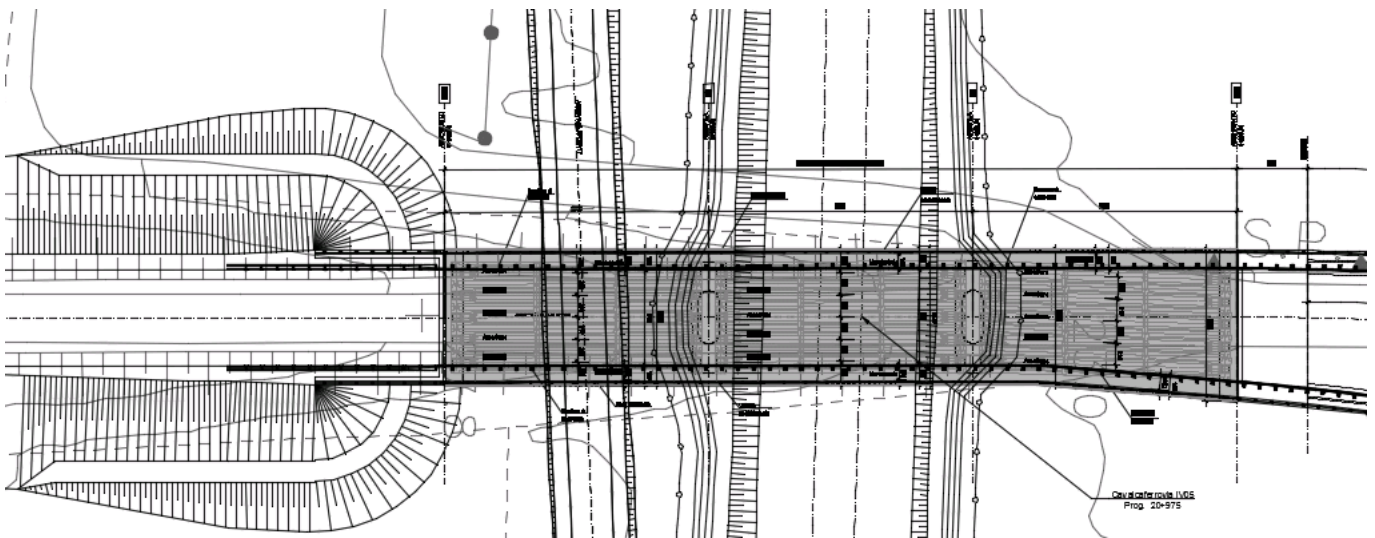


Fig. 1 – Stralcio planimetrico – ubicazione opera d'arte

Il cavalcaferrovia ha uno sviluppo di 75 m ed è composto da tre campate di luce 25m.

Le strutture sono state progettate coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, NTC 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” e Circolare n .617 “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni”.

1.1 Descrizione della struttura

L’impalcato è caratterizzato da una parte pavimentata larga 9.00 m e da due cordoli laterali da 1.85 m, per una larghezza totale di 12.70 m.

L’impalcato è costituito da cinque travi in c.a.p. con sezione a cassone di altezza pari a 1.40m poste ad interasse di 2.10 m accostate. La soletta in cls è gettata in opera e presenta spessore variabile tra 0.28 e 0.37m.

Esso è vincolato alle sottostrutture mediante appoggi a cerniera sferica con superficie di rotazione rivestita con PTFE (Politetrafluoroetilene).

Le sottostrutture sono di tipo tradizionale: in particolare la spalla A poggia su 16 pali di diametro Ø 1200 e la spalla B poggia su 15 pali di diametro Ø 1200; le pile poggiano su 6 pali Ø1200.

Entrambe le spalle presentano un'altezza complessiva del paramento a tergo del terreno di circa 7.00 m per la spalla A e di circa 8.50m per la spalla B, spessore del fusto di 2.20 m; la zattera di fondazione ha spessore 2.00 m.

La trave paraghiaia che contiene il terreno immediatamente a ridosso dell'impalcato ha uno spessore di 40 cm per un'altezza di 2.17 m sulla spalla A e di 2.28m sulla spalla B.

Si riportano a seguire le immagini delle carpenteria dell'opera in oggetto, per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.

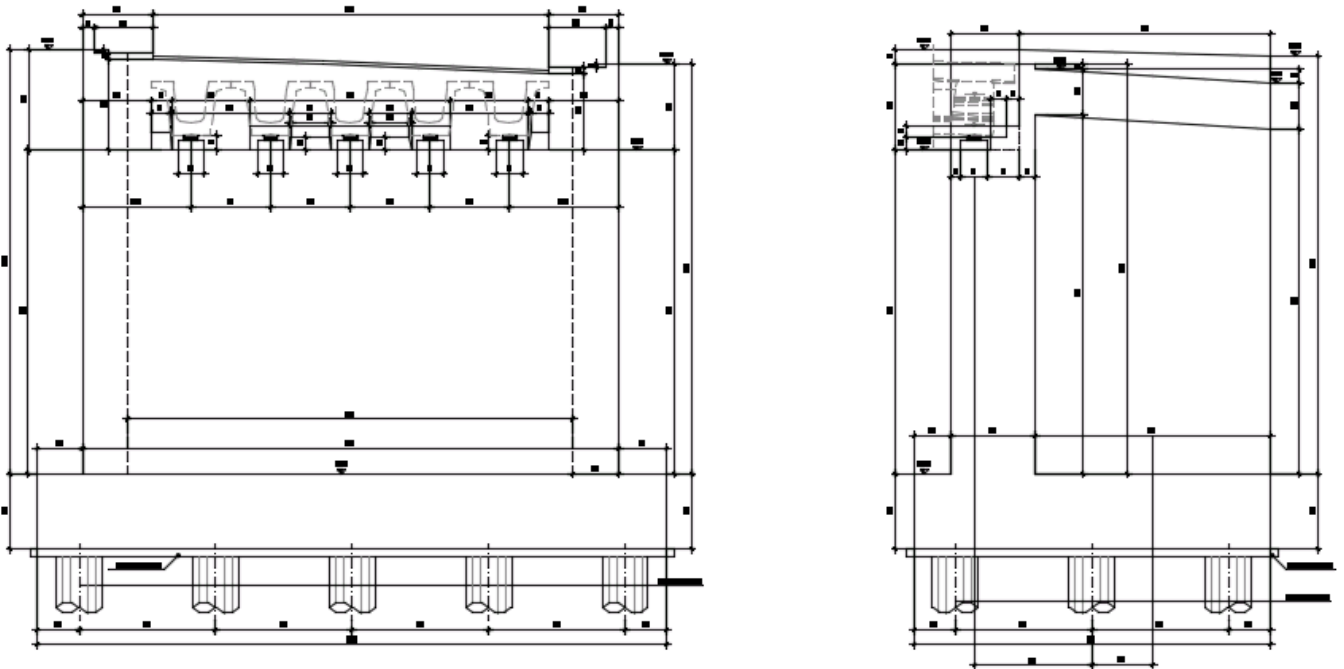


Fig. 2 – Spalla A - sezioni

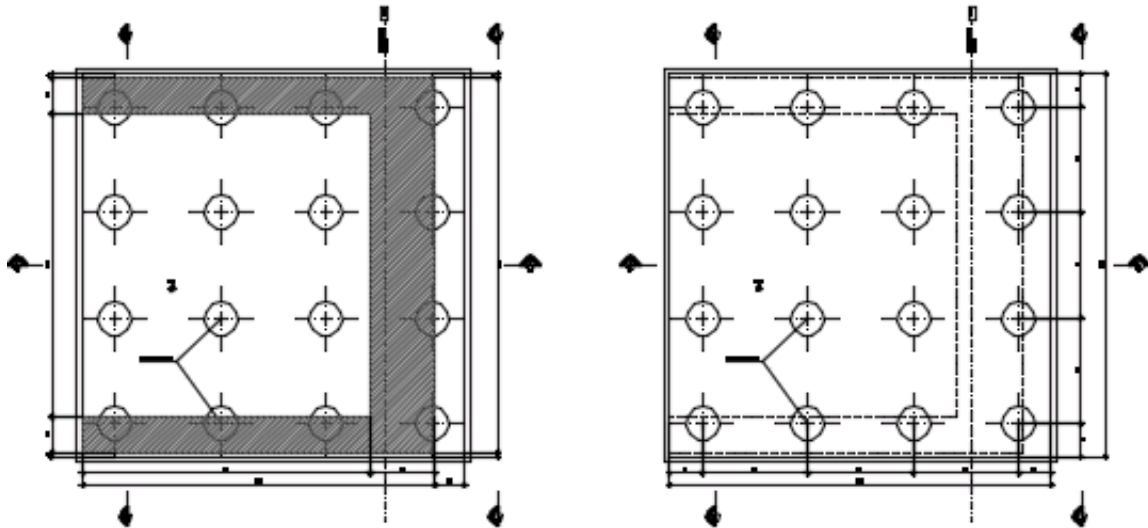


Fig. 3 – Spalla A - piante

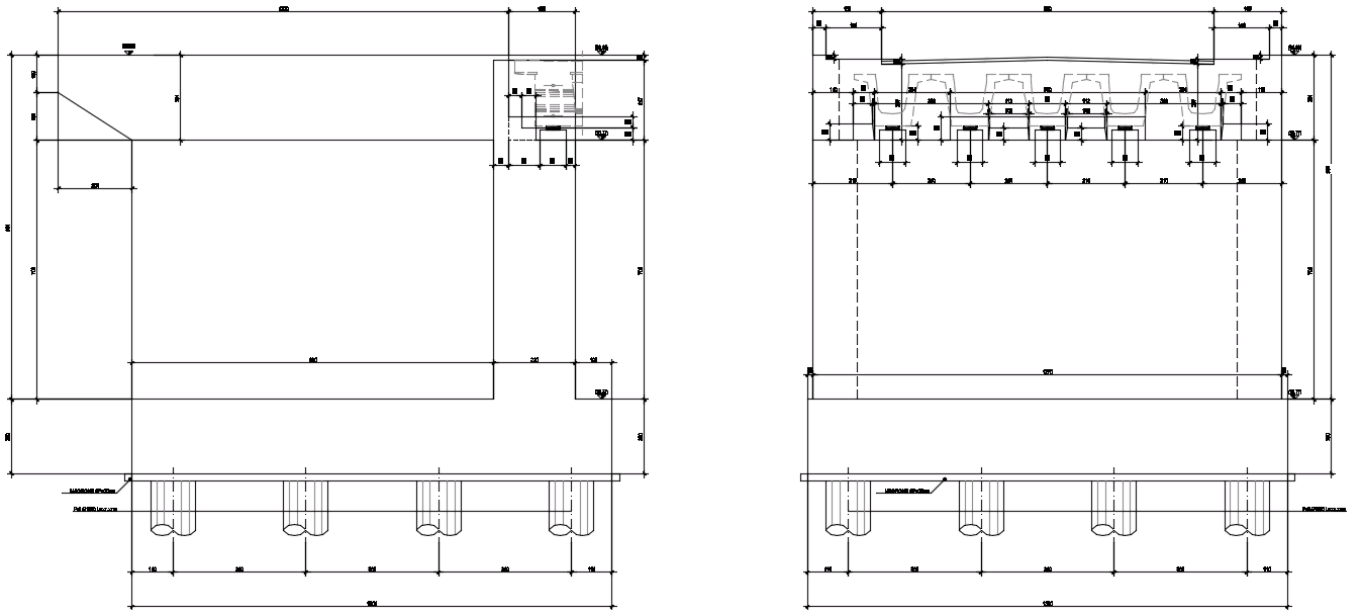


Fig. 4 – Spalla B - sezioni

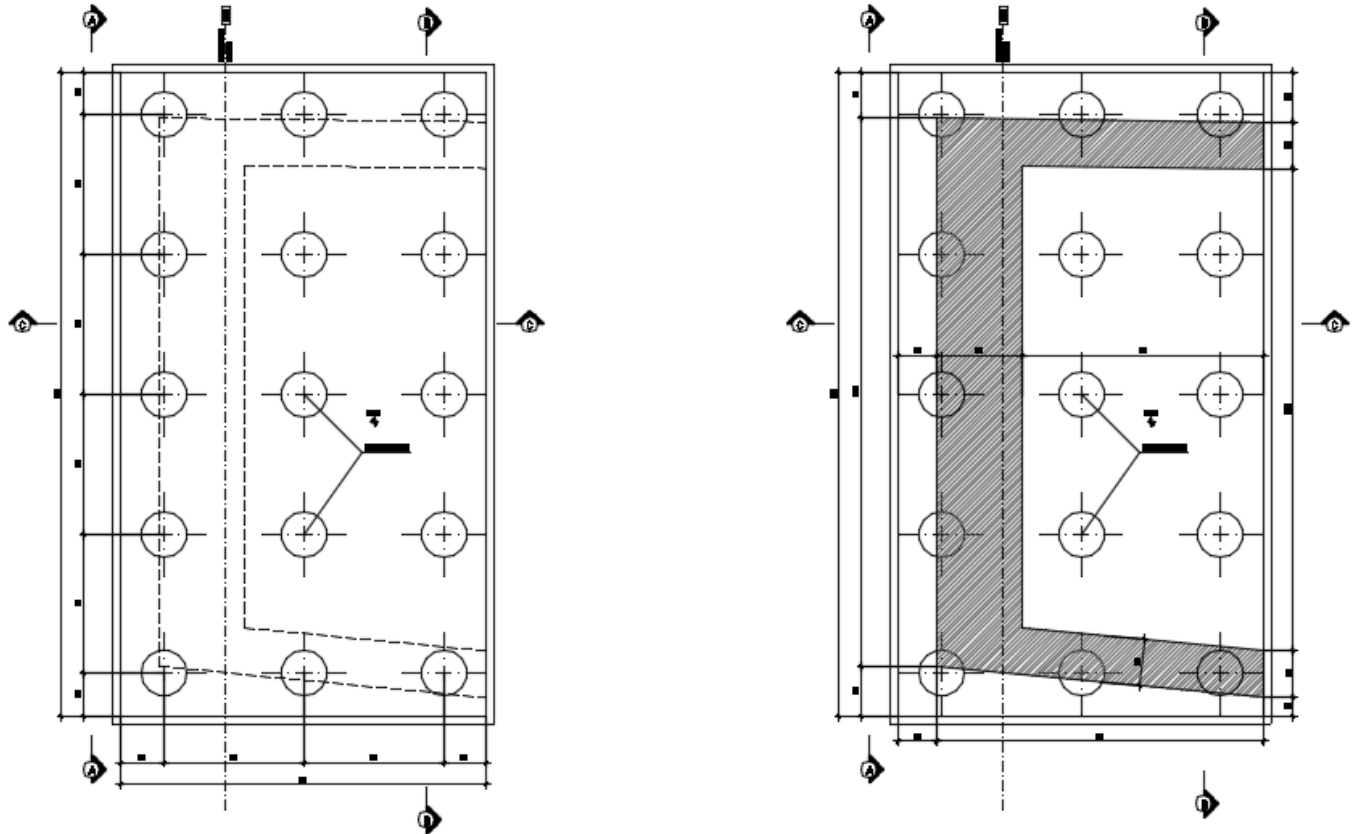


Fig. 5 – Spalla B - piante

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A	FOGLIO 9 di 71

2 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

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

3 MATERIALI

3.1 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}	30	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	24,90	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	32,90	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	16,60	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	14,11	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	2,56	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	1,79	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3,07	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,19	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	31447	N/mm ²

3.2 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}	40	N/mm ²
--	----------	-----------	-------------------

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	11 di 71

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

3.3 Acciaio B450C

Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} = 450 \text{ MPa};$
Tensione di progetto:	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m$
in cui $\gamma_m = 1.15$	$f_{yd} = 450 / 1.15 = 391.3 \text{ MPa};$
Modulo Elastico	$E_s = 210'000 \text{ MPa}.$

3.4 Verifica S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato

3.4.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "RFI DTC SI MA IFS 001 B del del 22-12-17" - Manuale di Progettazione delle Opere Civili " , ovvero:

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$

Per il caso in esame risulta in particolare :

CALCESTRUZZO

$$\sigma_{\max QP} = (0,40 f_{ck}) = \mathbf{13.28} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{\max R} = (0,55 f_{ck}) = \mathbf{18.26} \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

ACCIAIO

$$\sigma_{s \max} = (0,75 f_{yk}) = \mathbf{338} \text{ MPa} \quad \text{Combinazione di Carico Caratteristica(Rara)}$$

3.4.2 ___ Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d’arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965</p>					
<p>RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A</p>	<p>COMMESSA LI02</p>	<p>LOTTO 02 D 78</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO IV007 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 14 di 71</p>

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame (**XS1**) 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, l’apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura del D.M. 14.1.2008, in accordo a quanto previsto al punto ” C4.1.2.2.4.6 Verifica allo stato limite di fessurazione” della Circolare n.617/09.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965</p>					
<p>RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A</p>	<p>COMMESSA LI02</p>	<p>LOTTO 02 D 78</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO IV007 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 15 di 71</p>

4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Si rimanda alla relazione geotecnica allegata al progetto per la trattazione completa dei parametri geologico e geotecnici.

4.1 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

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

5.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (V_N), 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, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (C_U)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $V_N = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_U = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

5.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- Categoria sottosuolo **C**

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 15.24600 LATITUDINE: 41.90900

Ricerca per comune

REGIONE: Molise PROVINCIA: Campobasso COMUNE: Campomarino

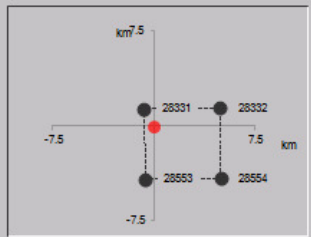
Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

- Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione: superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 75 info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U : 1.5 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : 112.5 info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE

- SLO - $P_{VR} = 81\%$: 68
- SLD - $P_{VR} = 63\%$: 113

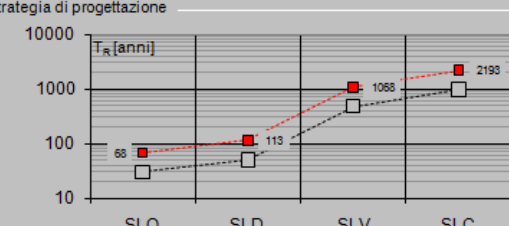
Stati limite ultimi - SLU

- SLV - $P_{VR} = 10\%$: 1068
- SLC - $P_{VR} = 5\%$: 2193

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametrizzazione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- ...■... Strategia scelta

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_c^*) per gli stati limite di normativa sono dunque:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	68	0.074	2.499	0.307
SLD	113	0.094	2.523	0.319
SLV	1068	0.242	2.452	0.346
SLC	2193	0.315	2.440	0.354

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

- $a_g \rightarrow$ accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
 $F_0 \rightarrow$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
 $T_C^* \rightarrow$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
 $S \rightarrow$ coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).

Le accelerazioni massime per i vari stati limite di normativa nelle condizioni di sito reali sono:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.242 g
F_0	2.452
T_C^*	0.346 s
S_S	1.345
C_C	1.491
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

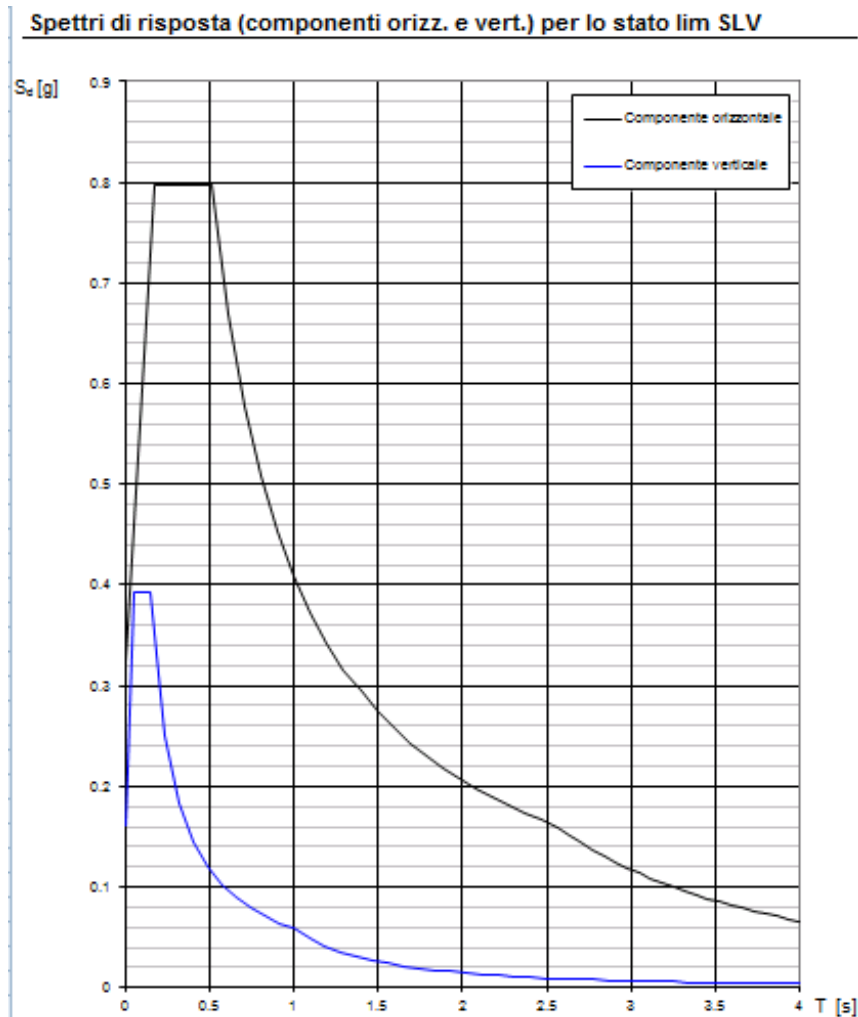
S	1.345
η	1.000
T_B	0.172 s
T_C	0.515 s
T_D	2.567 s

Espressioni dei parametri dipendenti

(NTC-08 Eq. 3.2.5)
 (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)
 (NTC-07 Eq. 3.2.8)
 (NTC-07 Eq. 3.2.7)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.325
T_B	0.172	0.797
T_C	0.515	0.797
	0.613	0.670
	0.711	0.578
	0.808	0.508
	0.906	0.453
	1.004	0.409
	1.101	0.373
	1.199	0.342
	1.297	0.316
	1.394	0.294
	1.492	0.275
	1.590	0.258
	1.687	0.243
	1.785	0.230
	1.883	0.218
	1.980	0.207
	2.078	0.197
	2.176	0.189
	2.274	0.181
	2.371	0.173
	2.469	0.166
T_D	2.567	0.160
	2.635	0.152
	2.703	0.144
	2.771	0.137



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.

5.3 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:

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965</p>					
<p>RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A</p>	<p>COMMESSA LI02</p>	<p>LOTTO 02 D 78</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO IV007 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 20 di 71</p>

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 β_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 β_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.

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente β_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 β_m pari ad 1.0.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965												
RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI02</td> <td>02 D 78</td> <td>CL</td> <td>IV007 001</td> <td>A</td> <td>21 di 71</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	21 di 71
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	21 di 71								

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.

5.4 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.

La spinta totale di progetto E_d esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno in condizioni sismiche e data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma (1 \pm k_v) K H^2 + E_{ws}$$

dove:

H è l'altezza del muro;

E_{ws} è la spinta idrostatica;

γ è il peso specifico del terreno (definito ai punti seguenti);

K è il coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico).

In fase sismica si considerano agenti i carichi mobili con un coefficiente $\psi_{2j} = 0,2$.

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965</p>					
<p>RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A</p>	<p>COMMESSA LI02</p>	<p>LOTTO 02 D 78</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO IV007 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 23 di 71</p>

6 VERIFICHE

6.1 Verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU)

6.1.1 Verifiche geotecniche (GEO)

Si rimanda alla relazione geotecnica allegata al presente progetto.

6.1.2 Verifiche strutturali (STR)

- Verifica al taglio

La verifica di resistenza di elementi in c.a. sprovvisti di specifiche armature trasversali resistenti a taglio si pone con:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Con

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

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm)

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \times d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$)

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione della sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$)

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm)

- Verifica a presso-flessione

Con riferimento alla sezione pressoinflessa rappresentata in Figura 1 assieme ai diagrammi $\sigma - \epsilon$ dell'acciaio, la verifica di resistenza (SLU) si esegue controllando che:

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

dove:

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a $N_{Rd} = N_{Ed}$;

N_{Ed} è il valore di progetto della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di progetto della componente flettente dell'azione.

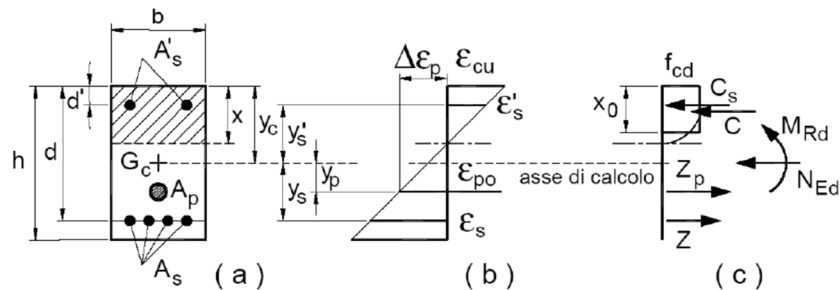
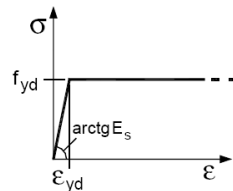


Figura 1 - Sezione presso-inflessa



Per l'acciaio d'armatura il diagramma tensioni-deformazioni è quello riportato nella figura sopra, mentre per il calcestruzzo si è assunto un diagramma rettangolare (stress-block) ottenuto considerando $x_0 = 0,80 x$.

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A	FOGLIO 25 di 71

7 ANALISI E VERIFICHE SPALLA A (LATO APPOGGI FISSI)

7.1 Generalità

Le due spalle presentano una configurazione a paramento di spessore 220 cm e muri di risvolto per il contenimento del rilevato retrostante di spessore 120 cm. L'altezza delle due spalle (escluso paraghiaia) è diversa ed è di circa 7.00 m per la spalla A e di circa 8.50 m per la spalla B.

Entrambe le spalle hanno in testa un paraghiaia di spessore 40 cm ed altezza variabile.

Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 120cm collegate in testa da una platea di spessore 200cm.

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.

7.2 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.

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A	FOGLIO 26 di 71

7.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

Nel seguito si riportano le azioni considerate ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti sulle sottostrutture e, quindi, alle verifiche strutturali.

Si considerano le seguenti condizioni elementari:

- Condizione 1 : Peso proprio elementi strutturali (g1)
- Condizione 2 : Carichi permanenti portati (g2)
- Condizione 3 : Spinta statica (g3)
- Condizione 4 : Carichi mobili (q1+q2)
- Condizione 5 : Forza di frenatura (q3)
- Condizione 6 : Vento (q5)
- Condizione 7 : Sisma longitudinale (q6,L)
- Condizione 8 : Sisma trasversale (q6,T)
- Condizione 9 : Sisma verticale (q6,V)

Gli scarichi agli appoggi, riportati nei paragrafi seguenti, fanno riferimento alla seguente terna di assi:

- asse X coincidente con l'asse longitudinale del ponte;
- asse Y coincidente con l'asse trasversale del ponte;
- asse Z coincidente con l'asse verticale del ponte;

Per quanto riguarda la risposta alle diverse componenti dell'azione sismica, poiché si è adottata un'analisi in campo lineare, essa può essere calcolata separatamente per ciascuna delle componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc) sono combinate successivamente applicando l'espressione

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

Occorre precisare che con il segno negativo verranno indicate le azioni aventi direzione positiva delle Z (ovvero dirette verso l'alto).

Combinazioni di carico

	Descrizione	Peso proprio	Permanenti	Centrifuga	Ritiro	V ar. termiche	C. mobili	Frenatura	Vento ponte carico	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z	attrito vincioli
AZIONI SLU GEO	C.C. GEO 1	1.00	1.00	0.00	1.00	0.60	0.00	0.00	1.30				0.86
	C.C. GEO 2	1.00	1.00	0.00	1.00	0.60	1.15	0.00	0.78				0.86
	C.C. GEO 3	1.00	1.00	0.00	1.00	0.60	0.86	1.30	0.78				0.86
	C.C. GEO 4	1.00	1.00	1.30	1.00	0.60	0.86	0.00	0.78				0.86
AZIONI SLU STR	C.C. SLU 1	1.00	1.00	0.00	1.20	0.72	1.35	0.00	0.90				1.01
	C.C. SLU 2	1.35	1.35	0.00	1.20	0.72	1.35	0.00	0.90				1.01
	C.C. SLU 3	1.00	1.00	0.00	1.20	0.72	1.01	1.50	0.90				1.01
	C.C. SLU 4	1.35	1.35	0.00	1.20	0.72	1.01	1.50	0.90				1.01
	C.C. SLU 5	1.00	1.00	1.50	1.20	0.72	1.01	0.00	0.90				1.01
	C.C. SLU 6	1.35	1.35	1.50	1.20	0.72	1.01	0.00	0.90				1.01
	C.C. SLU 7	1.00	1.00	0.00	1.20	0.72	1.00	0.00	1.50				1.01
	C.C. SLU 8	1.35	1.35	0.00	1.20	0.72	1.00	0.00	1.50				1.01
	C.C. SLU 9	1.00	1.00	0.00	1.20	0.72	0.00	0.00	0.00				1.01
	C.C. SLU 10	1.35	1.35	0.00	1.20	0.72	0.00	0.00	0.00				1.01
S.L.E.	C.C. SLE Rara	1.00	1.00	1.00	1.00	0.72	1.00	1.00	0.60				
	C.C. SLE Freq.	1.00	1.00	0.75	1.00	0.60	0.75	0.75	0.20				
	C.C. SLE Q.P.	1.00	1.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00				
SISMA	C.C. SLV 1	1.00	1.00				0.20			1.00	0.30	0.30	
	C.C. SLV 2	1.00	1.00				0.20			0.30	0.30	1.00	
	C.C. SLV 3	1.00	1.00				0.20			0.30	1.00	0.30	
	C.C. SLV 4	1.00	1.00				0.20			1.00	0.30	-0.30	
	C.C. SLV 5	1.00	1.00				0.20			0.30	0.30	-1.00	
	C.C. SLV 6	1.00	1.00				0.20			0.30	1.00	-0.30	

7.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale

- Lunghezze = m
- Forze = kN

7.5 Geometria della spalla

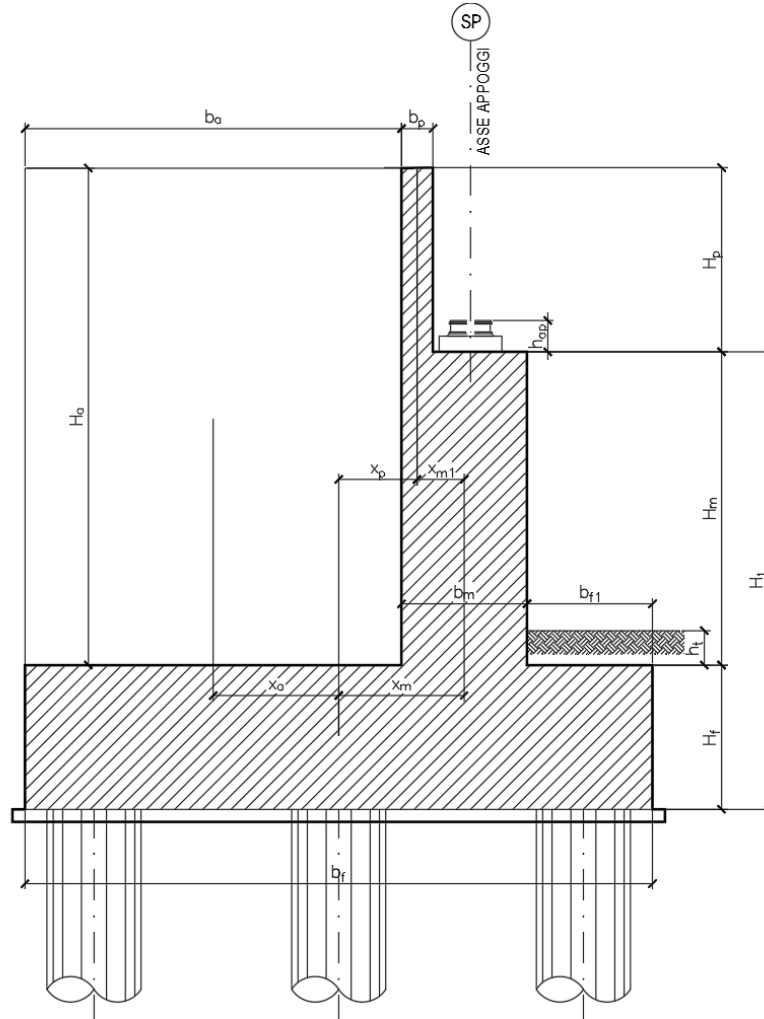


Figura 2 – Significato dei simboli: sezione

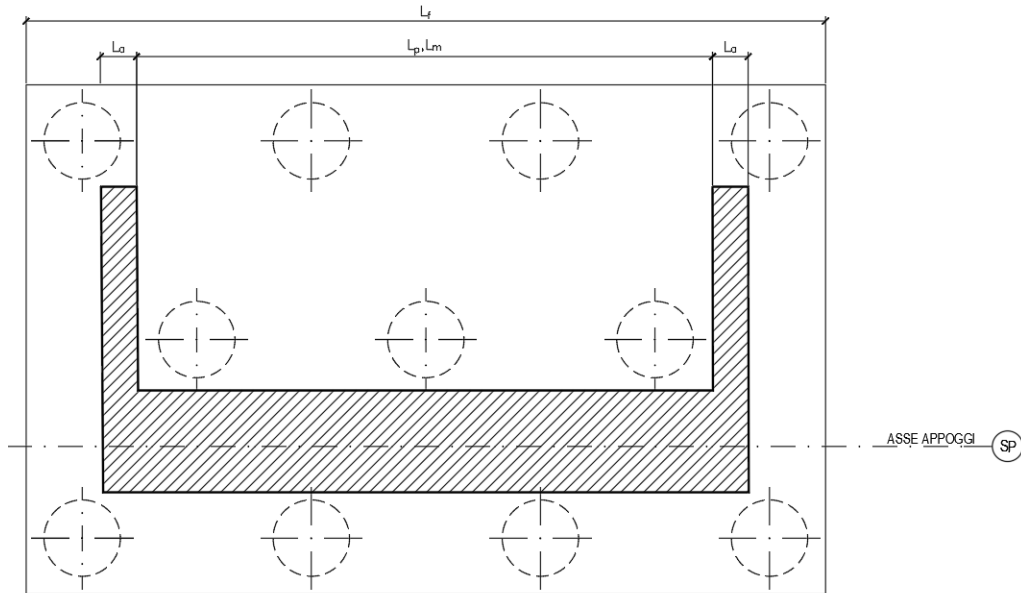


Figura 3 – Significato dei simboli: pianta

Generali			
Peso cls	γ_{cls}	25	kN/m ³
Peso terreno	γ_t	20	kN/m ³
Sovraccarico accidentale sul rilevato	q_{acc}	30.0	kN/m ²
Altezza appoggio + baggiolo	h_{ap}	0.40	m
Distanza piano appoggi-intradosso plinto	H_1	9.40	m
Paraghiaia			
Altezza	H_p	2.17	m
Lunghezza lungo asse X	b_p	0.4	m
Lunghezza lungo asse Y	L_p	11.30	m
Distanza tra i muri andatori dir. Y		11.30	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_p	3.50	m
Muro frontale			
Altezza	H_m	7.00	m
Lunghezza lungo asse X	b_m	2.20	m
Lunghezza lungo asse Y	L_m	10.30	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_m	4.40	m
Coordinata X del baricentro rispetto paraghiaia	x_{m1}	-0.90	m
Distanza asse baggioli- asse muro frontale		0.50	m
Plinto			
Altezza	H_f	2.00	m
Lunghezza lungo asse X	b_f	13.00	m
Lunghezza lungo asse Y	L_f	13.00	m
Mensola anteriore plinto	b_n	1.00	m
Spessore ricoprimento medio	h_t	1.00	m
Distanza ricoprimento - baricentro plinto		6.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto		4.90	m
Muro andatore			
Altezza	H_a	9.30	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse Y	L_a	1.20	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse X	b_a	9.80	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_a	-1.60	m
Terreno			
Angolo d'attrito interno (φ)		35	°
Coefficiente per il calcolo della spinta a riposo		▼	Ko = 0.426
Sisma			
S_s		1.366	
a_g		0.242	
Coefficiente riduttivo		1.00	
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.331	
Coefficiente per sisma verticale	k_v	0.165	

Tabella 2 – Dati di input

7.6 Analisi dei carichi

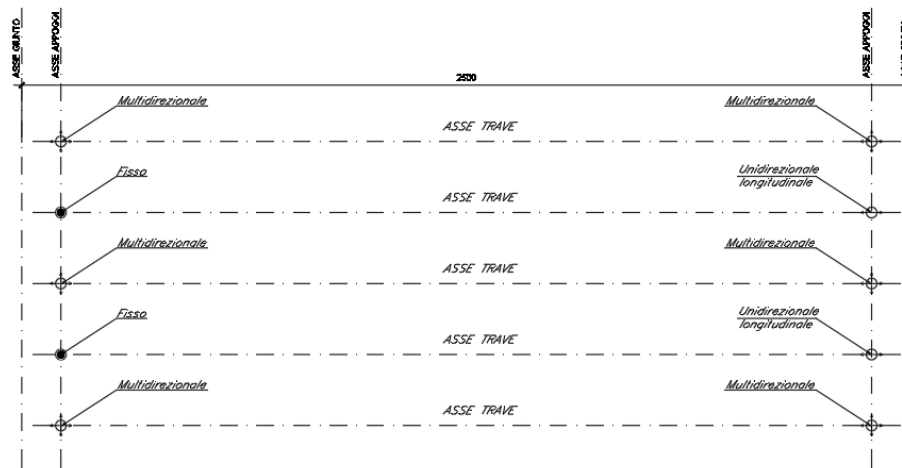
7.6.1 ___ Peso proprio elementi strutturali (g_1)

➤ *Peso proprio strutture*

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

7.6.2 ___ Carichi trasmessi dall'impalcato

Si riportano di seguito gli scarichi agli appoggi dedotti dall'analisi dell'impalcato, a cui si rimanda per le reazioni sugli appoggi derivanti dall'analisi dell'impalcato (vedi schema appoggi campata tipo):



Appoggio	Descrizione carico	A			B			C			D			E			biz	Mx	My
		FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]			
	Peso proprio+permanenti	g_1+g_2	688		564		559		564		688		688		0.00	0	0		
	C. Mobili disposiz. A - Max	q_{1a}	440		402		359		316		275		275		0.00	-874	0		
	Frenatura	q_3			211						211				1.77	0	747		
	Vento a ponte carico	q_5					74				74				2.05	0	0		
	Sisma longitudinale	q_6			1131						1131				1.55	0	3506		
	Sisma trasversale	q_6					566				566				1.55	0	0		
	Sisma verticale	q_6	116		115		113		112		110		110		0.00	-29	0		
	Attrito dei vincoli	q_7		34		29		28		26		29		29	0.00	0	0		

7.6.3 ___ 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 $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

7.6.4 ___ Spinta statica (g_3)

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

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

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

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).

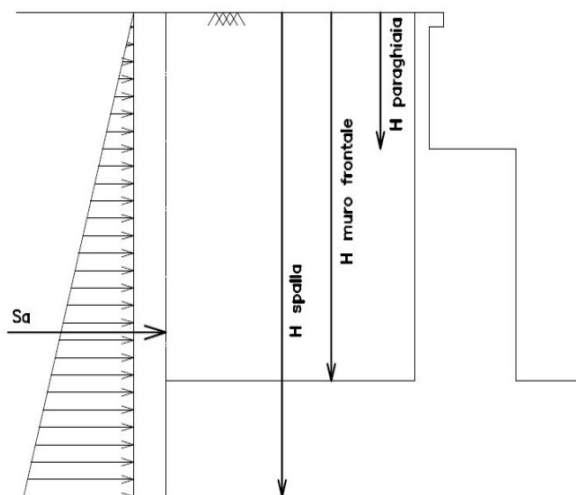


Fig. 6 Spinta statica terreno di riempio

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

Parametri Geotecnici Terreno di riempimento		
γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
20	35	0

Tabella 3 – Caratteristiche terreno di riempimento

7.6.5___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.

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

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A	FOGLIO 33 di 71

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

7.6.6 ___ 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:

$$S_q = Q \cdot H \cdot K_0$$

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

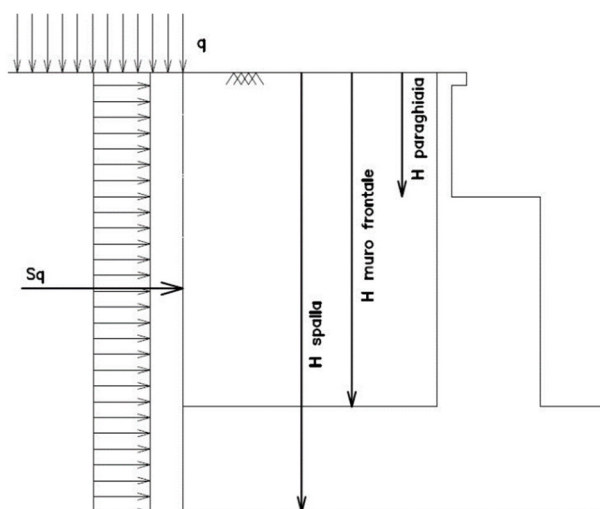


Fig. 7 : Spinta statica sovraccarico accidentale

7.6.7 ___ 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 .

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965</p>					
<p>RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A</p>	<p>COMMESSA LI02</p>	<p>LOTTO 02 D 78</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO IV007 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 34 di 71</p>

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:

γ_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

7.6.8 ___ Inerzia terrapieno

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

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

7.6.9 ___ Inerzie strutturali

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

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

7.6.10 ___ 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

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

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.

7.6.11 __ Riepilogo risultati

Il foglio automatico, sulla base di calcoli sviluppati nei fogli successivi, restituisce, per ciascuna combinazione i risultati del controllo di verifica.

Per ciascuna combinazione vengono riassunti:

- Le sollecitazioni al livello del piano di fondazione in termini di sforzo normale N, forza orizzontale T e momento ribaltante M.
- Per i carichi sui pali in termini di N_{max} , N_{min} , T ed M. Il momento sul singolo palo viene calcolato come $M = T * \lambda/2$, essendo λ la lunghezza elastica del palo immerso in un terreno alla Winkler con costante k.

PARAGHIAIA

AZIONI SU SPALLA [kN.m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	245			0.00	0.00	1.09	0	0
Rinterro	g3		227		0.00	0.00	0.72	0	164
Frenatura sul paraghiaia		300	180		0.00	0.00	2.17	0	391
Sovr. acc. sul rilevato			314		0.00	0.00	1.09	0	340

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	81	0	0.00	0.00	1.09	0	88
Rinterro	Inerzia		1589				1.09	0	1724
	Sovraspinta		395				1.09	0	429
Rinterro [totale]			1984					0	2153
Sovr. acc. sul rilevato			104		0.00	0.00	1.09	0	113
Totale generale			2169					0	2353

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	0	81	0.00	0.00	1.09	88	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	41	0	0	0.00	0.00	1.09	0	0

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	36 di 71

SPICCATO MURO FRONTALE

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	245	0	0	-0.90		8.09	0	-221
Muro frontale	g1	3966	0	0			3.50	0	0
Totale Permanenti		4211	0	0				0	-221
Rinterro	g3		4554	0			3.06	0	13920
Sovr. acc. sul rilevato			1326	0			4.59	0	6078

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6		81		-0.90	0.00	8.09	0	655
Muro frontale	q6		1311		0.00	0.00	3.50	0	4588
Pesi propri [totale]			1392						5243
Rinterro	Inerzia		6206				4.59	0	28457
	Sovraspinta		7061				4.59	0	32373
Rinterro [totale]			13267						60829
Sovr. acc. sul rilevato			438				4.59	0	2009
Totale generale			15097						68082

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6			81	-0.90	0.00	8.09	655	0
Muro frontale	q6			1311	0.00	0.00	3.50	4588	0
Rinterro					0.00	0.00	0.00	0	0
Totale generale				1392				5243	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	41			-0.90	0.00	8.09	0	-36
Muro frontale	q6	655			0.00	0.00	3.50	0	0
Totale generale		696						0	-36

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	37 di 71

FONDAZIONE

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	245			3.50	0.00	10.09	0	858
Muro frontale	g1	3966			4.40	0.00	5.50	0	17448
Plinto	g1	8450			0.00	0.00	1.00	0	0
Muri andatori	g1	5468			-1.60	0.00	6.65	0	-8749
Totale Permanenti		18129						0	9557
Rinterro	g3	18775			-1.60	0.00	6.65	0	-30040
Ricop. Plinto	g3	332			6.00	0.00	2.50	0	1992
Sovr. acc. sul rilevato		3322			-1.60	0.00	11.17	0	-5316
* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni									
Rinterro	g3		6757		-1.60	0.00	3.72	0	25158
Sovr. acc. sul rilevato			1615		0.00	0.00	5.59	0	9018

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6		81		3.50	0.00	10.09	0	817
Muro frontale	q6		1311		4.40	0.00	5.50	0	7210
Plinto	q6		2793		0.00	0.00	1.00	0	2793
Muri andatori	q6		1808		-1.60	0.00	6.65	0	12021
Pesi propri (totale)			5993						22842
Rinterro	Inerzia		6206		-1.60	0.00	6.59	0	40869
	Sovraspinta		10476		-1.60	0.00	5.59	0	58510
Rinterro (totale)			16683						99379
Sovr. acc. sul rilevato			534		-1.60		5.59	0	2981
Totale generale			23209						125202

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6			81	3.50	0.00	10.09	817	0
Muro frontale	q6			1311	4.40	0.00	5.50	7210	0
Plinto	q6			2793	0.00	0.00	1.00	2793	0
Muri andatori	q6			1808	-1.60	0.00	6.65	12021	0
Pesi propri (totale)				5993				22842	0
Rinterro	Inerzia			6206	0.00		6.59	40869	0
	Sovraspinta			7229			6.65	48071	0
Rinterro (totale)				13435				88941	0
Sovr. acc. sul rilevato				534	-1.60		11.17	5962	0
Totale generale				19962				117745	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	41			3.50	0.00	10.09	0.00	142
Muro frontale	q6	655			4.40	0.00	5.50	0.00	2884
Plinto	q6	1397			0.00	0.00	1.00	0.00	0
Muri andatori	q6	904			-1.60	0.00	6.65	0.00	-1446
Rinterro	q6	3103			-1.60	0.00	6.65	0.00	-4965
Ricop. Plinto	q6	55			6.00	0.00	2.50	0.00	329
Totale generale		6155						0.00	-3056

7.7 Sollecitazioni

7.7.1 ___ 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 attiva e sismica del rilevato, dalle masse del muro e della mensola. Il modello di calcolo utilizzato è quello di mensola incastrata al muro frontale.

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA				
		COMB. DI CARICO	N _{z,A} [kN]	M _{yy} [kNm]	M _{xx} [kNm]	T _{x,A} [kN]
AZIONI SLU GEO	C.C. GEO 1	245	164	0	227	0
	C.C. GEO 2	245	556	0	588	0
	C.C. GEO 3	635	965	0	731	0
	C.C. GEO 4	245	458	0	497	0
AZIONI SLU STR	C.C. SLU 1	245	624	0	650	0
	C.C. SLU 2	331	681	0	730	0
	C.C. SLU 3	695	1095	0	815	0
	C.C. SLU 4	781	1152	0	894	0
	C.C. SLU 5	245	509	0	545	0
	C.C. SLU 6	331	566	0	624	0
	C.C. SLU 7	245	504	0	541	0
	C.C. SLU 8	331	562	0	620	0
	C.C. SLU 9	245	164	0	227	0
	C.C. SLU 10	331	222	0	306	0
AZIONI SLE	C.C. SLE Rara	545	895	0	721	0
	C.C. SLE Freq.	470	712	0	597	0
	C.C. SLE Q.P.	245	164	0	227	0
SISMA	C.C. SLV 1	312	2421	26	2232	24
	C.C. SLV 2	286	774	26	713	24
	C.C. SLV 3	257	774	88	713	81
	C.C. SLV 4	233	2421	26	2232	24
	C.C. SLV 5	205	774	26	713	24
	C.C. SLV 6	233	774	88	713	81

Tabella 4 – Sollecitazioni alla base del muro paraghiaia

7.7.2 ___ Muro frontale

Le sollecitazioni riportate nella seguente tabella sono state ottenute dal modello di calcolo descritto nei paragrafi precedenti.

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

Ai carichi prima riportati, si aggiungono il peso proprio del muro frontale, del muro paraghiaia e la spinta del terreno di riempimento.

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

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE					
		COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Myy [kNm]	Mxx [kNm]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]
AZIONI SLU GEO	C.C. GEO 1		7274	16160	1424	4680	192
	C.C. GEO 2		9335	24180	-1155	6204	115
	C.C. GEO 3		8819	27206	-653	6371	115
	C.C. GEO 4		8819	22175	-653	5823	115
AZIONI SLU STR	C.C. SLU 1		9693	25737	-1373	6491	133
	C.C. SLU 2		12239	31067	-1373	8085	133
	C.C. SLU 3		9088	29188	-783	6677	133
	C.C. SLU 4		11634	34518	-783	8270	133
	C.C. SLU 5		9088	23383	-783	6044	133
	C.C. SLU 6		11634	28714	-783	7637	133
	C.C. SLU 7		9066	23296	-104	6027	222
	C.C. SLU 8		11612	28626	-104	7621	222
	C.C. SLU 9		7274	16322	0	4701	0
	C.C. SLU 10		9820	21653	0	6295	0
AZIONI SLE	C.C. SLE Rara		9066	26074	-1090	6301	89
	C.C. SLE Freq.		8618	23363	-1091	5865	30
	C.C. SLE Q.P.		7274	15231	0	4554	0
SISMA	C.C. SLV 1		8011	114804	1206	17624	757
	C.C. SLV 2		8894	53147	1166	5473	757
	C.C. SLV 3		8011	52975	4877	5473	2523
	C.C. SLV 4		7254	114656	1241	17624	757
	C.C. SLV 5		6371	52655	1281	5473	757
	C.C. SLV 6		7254	52827	4911	5473	2523

Tabella 5 – Sollecitazioni alla base del muro frontale

Le sollecitazioni in direzione trasversale risultano trascurabili rispetto a quelle in direzione longitudinale, tenuto anche conto della geometria della sezione del muro frontale.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

7.7.3 ___ 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, del terreno interno alla spalla e delle spinte dovute al rilevato rispetto al baricentro del plinto. In condizioni sismiche si è tenuto conto dell'incremento di spinta delle inerzie.

Nella tabella che segue sono indicati la risultante e momento risultante rispetto al baricentro del plinto di fondazione.

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE				
		COMB. DI CARICO	N _{z,A} [kN]	T _{x,A} [kN]	T _{y,A} [kN]	M _{xx} [kNm]
AZIONI SLU GEO	C.C. GEO 1	39611	6858	192	-1081	19252
	C.C. GEO 2	45176	8715	115	-5142	32059
	C.C. GEO 3	43785	8799	115	-4308	34985
	C.C. GEO 4	43785	8250	115	-4308	28857
AZIONI SLU STR	C.C. SLU 1	46144	9055	133	-5555	34451
	C.C. SLU 2	60008	11420	133	-6567	40857
	C.C. SLU 3	44511	9143	133	-4576	37763
	C.C. SLU 4	58375	11508	133	-5587	44169
	C.C. SLU 5	44511	8510	133	-4576	30692
	C.C. SLU 6	58375	10875	133	-5587	37099
	C.C. SLU 7	44450	8490	222	-3705	30553
	C.C. SLU 8	58314	10855	222	-4716	36960
	C.C. SLU 9	39611	6875	0	-2890	19416
	C.C. SLU 10	53475	9240	0	-3901	25823
AZIONI SLE	C.C. SLE Rara	44450	8794	89	-4957	34155
	C.C. SLE Freq.	43240	8284	30	-4788	30193
	C.C. SLE Q.P.	39611	6757	0	-2890	18305
SISMA	C.C. SLV 1	43338	25794	6328	38146	148901
	C.C. SLV 2	48042	7964	6328	38106	43721
	C.C. SLV 3	43338	7964	21093	128010	43921
	C.C. SLV 4	39306	25794	6328	38181	149072
	C.C. SLV 5	34602	7964	6328	38221	44292
	C.C. SLV 6	39306	7964	21093	128044	44092

Tabella 6 – Sollecitazioni ad intradosso del baricentro fondazione

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

7.8 Pali di fondazione

Le sollecitazioni, derivanti dal modello di calcolo, sono comprensive dei coefficienti γ_G e γ_Q previsti dalla normativa.

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
C.C. SLU 1	46144	9055	133	-5555	34451	3717	2051	566
C.C. SLU 2	60008	11420	133	-6567	40857	4738	2762	714
C.C. SLU 3	44511	9143	133	-4576	37763	3664	1900	572
C.C. SLU 4	58375	11508	133	-5587	44169	4685	2612	719
C.C. SLU 5	44511	8510	133	-4576	30692	3517	2047	532
C.C. SLU 6	58375	10875	133	-5587	37099	4538	2759	680
C.C. SLU 7	44450	8490	222	-3705	30553	3492	2064	531
C.C. SLU 8	58314	10855	222	-4716	36960	4513	2776	679
C.C. SLU 9	39611	6875	0	-2890	19416	2940	2011	430
C.C. SLU 10	53475	9240	0	-3901	25823	3961	2723	578
						4738	1900	719

Tabella 7 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLU

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
C.C. SLV 1	43338	25794	6328	38146	148901	6605	-1188	1660
C.C. SLV 2	48042	7964	6328	38106	43721	4707	1298	636
C.C. SLV 3	43338	7964	21093	128010	43921	6290	-873	1409
C.C. SLV 4	39306	25794	6328	38181	149072	6358	-1444	1660
C.C. SLV 5	34602	7964	6328	38221	44292	3882	444	636
C.C. SLV 6	39306	7964	21093	128044	44092	6043	-1130	1409
						6605	-1444	1660

Tabella 8 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLV

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
C.C. SLE Rara	44450	8794	89	-4957	34155	3593	1963	550
C.C. SLE Frequente	43240	8284	30	-4788	30193	3431	1974	518
C.C. SLE Quasi permanenti	39611	6757	0	-2890	18305	2917	2034	422

Tabella 9 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLE

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

7.9 Verifiche degli elementi strutturali

Per tutti gli elementi strutturali della spalla (muro frontale, muro paraghiaia, ...) vengono svolte le seguenti verifiche:

- verifiche a rottura (pressoflessione e taglio) per le combinazioni allo stato limite ultimo (SLU).
- verifiche tensionali per le combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti (SLE)
- verifiche a fessurazione per le combinazioni rara (SLE)

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA							
			Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLU GEO	Nz,A _{max}	C.C. GEO 3	635	731	0	0	965
	Tx,A _{max}	C.C. GEO 3	635	731	0	0	965
	Ty,A _{max}	C.C. GEO 1	245	227	0	0	164
	Mxx _{max}	C.C. GEO 1	245	227	0	0	164
	Myy _{max}	C.C. GEO 3	635	227	0	0	965
SLU STR	Nz,A _{max}	C.C. SLU 4	781	894	0	0	1152
	Tx,A _{max}	C.C. SLU 4	781	894	0	0	1152
	Ty,A _{max}	C.C. SLU 1	245	650	0	0	624
	Mxx _{max}	C.C. SLU 1	245	650	0	0	624
	Myy _{max}	C.C. SLU 4	781	650	0	0	1152
SLE		C.C. SLE Rara	545	721	0	0	895
		C.C. SLE Freq.	470	597	0	0	712
		C.C. SLE Q.P.	245	227	0	0	164
SISMA	Nz,A _{max}	C.C. SLV 1	312	2232	24	26	2421
	Tx,A _{max}	C.C. SLV 1	312	2232	24	26	2421
	Ty,A _{max}	C.C. SLV 3	257	713	81	88	774
	Mxx _{max}	C.C. SLV 3	257	713	24	88	774
	Myy _{max}	C.C. SLV 1	312	713	24	26	2421

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE
INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE**

			Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLU GEO	Nz,A _{max}	C.C. GEO 2	9335	6204	115	-1155	24180
	Tx,A _{max}	C.C. GEO 3	8819	6371	115	-653	27206
	Ty,A _{max}	C.C. GEO 1	7274	4680	192	1424	16160
	Mxx _{max}	C.C. GEO 1	7274	4680	115	1424	16160
	Myy _{max}	C.C. GEO 3	8819	4680	115	-653	27206
SLU STR	Nz,A _{max}	C.C. SLU 2	12239	8085	133	-1373	31067
	Tx,A _{max}	C.C. SLU 4	11634	8270	133	-783	34518
	Ty,A _{max}	C.C. SLU 7	9066	6027	222	-104	23296
	Mxx _{max}	C.C. SLU 10	9820	6295	133	0	21653
	Myy _{max}	C.C. SLU 4	11634	6295	133	-783	34518
SLE		C.C. SLE Rara	9066	6301	89	-1090	26074
		C.C. SLE Freq.	8618	5865	30	-1091	23363
		C.C. SLE Q.P.	7274	4554	0	0	15231
SISMA	Nz,A _{max}	C.C. SLV 2	8894	5473	757	1166	53147
	Tx,A _{max}	C.C. SLV 1	8011	17624	757	1206	114804
	Ty,A _{max}	C.C. SLV 3	8011	5473	2523	4877	52975
	Mxx _{max}	C.C. SLV 6	7254	5473	757	4911	52827
	Myy _{max}	C.C. SLV 1	8011	5473	757	1206	114804

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE
 INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE**

			Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLU GEO	Nz,A _{max}	C.C. GEO 2	45176	8715	115	-5142	32059
	Tx,A _{max}	C.C. GEO 3	43785	8799	115	-4308	34985
	Ty,A _{max}	C.C. GEO 1	39611	6858	192	-1081	19252
	Mxx _{max}	C.C. GEO 2	45176	8715	115	-5142	32059
	Myy _{max}	C.C. GEO 3	43785	8715	115	-4308	34985
SLU STR	Nz,A _{max}	C.C. SLU 2	60008	11420	133	-6567	40857
	Tx,A _{max}	C.C. SLU 4	58375	11508	133	-5587	44169
	Ty,A _{max}	C.C. SLU 7	44450	8490	222	-3705	30553
	Mxx _{max}	C.C. SLU 2	60008	11420	133	-6567	40857
	Myy _{max}	C.C. SLU 4	58375	11420	133	-5587	44169
SLE	Nz,A _{max}	C.C. SLE Rara	44450	-4957	34155	89	8794
		C.C. SLE Freq.	43240	-4788	30193	30	8284
		C.C. SLE Q.P.	39611	-2890	18305	0	6757
SISMA	Nz,A _{max}	C.C. SLV 2	48042	7964	6328	38106	43721
	Tx,A _{max}	C.C. SLV 1	43338	25794	6328	38146	148901
	Ty,A _{max}	C.C. SLV 3	43338	7964	21093	128010	43921
	Mxx _{max}	C.C. SLV 6	39306	7964	6328	128044	44092
	Myy _{max}	C.C. SLV 4	39306	7964	6328	38181	149072

7.9.1 ___ Paraghiaia

Viene verificata la sezione di incastro con lo spiccato del muro frontale. Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro paraghiaia viene considerato come una mensola incastrata allo spiccato del muro frontale, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 40x1130 cm

Armatura verticale

$A_s = \phi 16/10$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 16/20$ (lato esterno)

Armatura orizzontale

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	45 di 71

$$A_s = \phi 12/20$$

$$A'_s = \phi 12/20$$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta 1^* \beta 2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta 1^* \beta 2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-20.0	1130.0
2	20.0	1130.0
3	20.0	0.0
4	-20.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-13.0	1123.0	16
2	13.0	1123.0	16
3	13.0	7.0	16
4	-13.0	7.0	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	46 di 71

N°Barre
Ø Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	98	16
2	3	2	49	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	781.00	0.00	1152.00	0.00	894.00
2	781.00	0.00	1152.00	0.00	894.00
3	245.00	0.00	624.00	0.00	650.00
4	245.00	0.00	624.00	0.00	650.00
5	781.00	0.00	1152.00	0.00	650.00
6	545.00	0.00	895.00	0.00	721.00
7	470.00	0.00	712.00	0.00	597.00
8	245.00	0.00	164.00	0.00	227.00
9	312.00	26.00	2421.00	24.00	2232.00
10	312.00	26.00	2421.00	24.00	2232.00
11	257.00	88.00	774.00	81.00	713.00
12	257.00	88.00	774.00	24.00	713.00
13	312.00	26.00	2421.00	24.00	713.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	545.00	0.00	895.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	470.00	0.00 (0.00)	712.00 (1121.64)

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	245.00	0.00 (0.00)	164.00 (1189.78)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	9.7 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	781.00	0.00	1152.00	780.75	0.05	2606.23	2.26	303.6(81.0)
2	S	781.00	0.00	1152.00	780.75	0.05	2606.23	2.26	303.6(81.0)
3	S	245.00	0.00	624.00	245.14	0.09	2530.35	4.05	303.6(81.0)
4	S	245.00	0.00	624.00	245.14	0.09	2530.35	4.05	303.6(81.0)
5	S	781.00	0.00	1152.00	780.75	0.05	2606.23	2.26	303.6(81.0)
6	S	545.00	0.00	895.00	544.73	0.06	2572.80	2.87	303.6(81.0)
7	S	470.00	0.00	712.00	470.04	0.08	2562.22	3.59	303.6(81.0)
8	S	245.00	0.00	164.00	245.12	0.33	2530.36	15.32	303.6(81.0)
9	S	312.00	26.00	2421.00	312.18	17.78	2540.69	1.05	303.6(81.0)
10	S	312.00	26.00	2421.00	312.18	17.78	2540.69	1.05	303.6(81.0)
11	S	257.00	88.00	774.00	256.92	285.37	2545.55	3.28	303.6(81.0)
12	S	257.00	88.00	774.00	256.92	285.37	2545.55	3.28	303.6(81.0)
13	S	312.00	26.00	2421.00	312.18	17.78	2540.69	1.05	303.6(81.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
--------	--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	48 di 71

1	0.00350	0.177	20.0	1130.0	-0.00069	13.0	1123.0	-0.01624	-13.0	7.0
2	0.00350	0.177	20.0	1130.0	-0.00069	13.0	1123.0	-0.01624	-13.0	7.0
3	0.00350	0.172	20.0	1130.0	-0.00081	13.0	1123.0	-0.01681	-13.0	7.0
4	0.00350	0.172	20.0	1130.0	-0.00081	13.0	1123.0	-0.01681	-13.0	7.0
5	0.00350	0.177	20.0	1130.0	-0.00069	13.0	1123.0	-0.01624	-13.0	7.0
6	0.00350	0.175	20.0	1130.0	-0.00074	13.0	1123.0	-0.01648	-13.0	7.0
7	0.00350	0.175	20.0	1130.0	-0.00075	13.0	1123.0	-0.01655	-13.0	7.0
8	0.00350	0.172	20.0	1130.0	-0.00081	13.0	1123.0	-0.01681	-13.0	7.0
9	0.00350	0.173	20.0	1130.0	-0.00079	13.0	1123.0	-0.01673	-13.0	7.0
10	0.00350	0.173	20.0	1130.0	-0.00079	13.0	1123.0	-0.01673	-13.0	7.0
11	0.00350	0.173	20.0	1130.0	-0.00077	13.0	1123.0	-0.01678	-13.0	7.0
12	0.00350	0.173	20.0	1130.0	-0.00077	13.0	1123.0	-0.01678	-13.0	7.0
13	0.00350	0.173	20.0	1130.0	-0.00079	13.0	1123.0	-0.01673	-13.0	7.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000598307	0.000000000	-0.008466154	0.177	0.700
2	0.000598307	0.000000000	-0.008466154	0.177	0.700
3	0.000615455	0.000000000	-0.008809136	0.172	0.700
4	0.000615455	0.000000000	-0.008809136	0.172	0.700
5	0.000598307	0.000000000	-0.008466154	0.177	0.700
6	0.000605393	0.000000000	-0.008607881	0.175	0.700
7	0.000607613	0.000000000	-0.008652292	0.175	0.700
8	0.000615451	0.000000000	-0.008809187	0.172	0.700
9	0.000612747	0.000000008	-0.008764009	0.173	0.700
10	0.000612747	0.000000008	-0.008764009	0.173	0.700
11	0.000610014	0.000000129	-0.008845958	0.173	0.700
12	0.000610014	0.000000129	-0.008845958	0.173	0.700
13	0.000612747	0.000000008	-0.008764009	0.173	0.700

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio V_y di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d Altezza utile sezione [cm]
bw Larghezza minima sezione [cm]
Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp Tensione media di compressione nella sezione [Mpa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	894.00	2485.07	33.0	1130.0	0.0081	0.17
2	S	894.00	2485.07	33.0	1130.0	0.0081	0.17
3	S	650.00	2418.74	33.0	1130.0	0.0081	0.05
4	S	650.00	2418.74	33.0	1130.0	0.0081	0.05
5	S	650.00	2485.07	33.0	1130.0	0.0081	0.17
6	S	721.00	2455.87	33.0	1130.0	0.0081	0.12
7	S	597.00	2446.59	33.0	1130.0	0.0081	0.10
8	S	227.00	2418.74	33.0	1130.0	0.0081	0.05
9	S	2232.00	2427.03	33.0	1130.0	0.0081	0.07
10	S	2232.00	2427.03	33.0	1130.0	0.0081	0.07
11	S	713.02	2420.24	33.0	1130.0	0.0081	0.06

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	49 di 71

12	S	713.01	2420.24	33.0	1130.0	0.0081	0.06
13	S	713.00	2427.03	33.0	1130.0	0.0081	0.07

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.80	20.0	1130.0	-138.7	-13.0	18.3	10735	201.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00092	0	0.839	16.0	62	0.00042 (0.00042)	454	0.189 (0.20)	0.00	1117.71

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.82	20.0	1130.0	-109.4	-13.0	7.0	10735	201.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00072	0	0.839	16.0	62	0.00033 (0.00033)	454	0.149 (0.20)	0.00	1121.64

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.89	20.0	1130.0	-21.9	-13.0	18.3	10170	201.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

1 S -0.00015 0 0.841 16.0 62 0.00007 (0.00007) 442 0.029 (0.20) 0.00 1189.78

La verifica a taglio è soddisfatta come elemento non armato a taglio. Si prevede comunque un minimo di armatura a taglio costituita da spilli $10\phi 10/m^2$

7.9.2 ___ Muro frontale

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione. Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro frontale viene considerato come una mensola incastrata nella platea di fondazione, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 220x1030 cm

Armatura verticale

$$A_s = \phi 26/10 + \phi 26/10 + \phi 26/10 \text{ (lato controterra)}$$

$$A'_s = \phi 26/20 \text{ (lato esterno)}$$

Armatura orizzontale

$$A_s = \phi 24/20 + \phi 24/20 + \phi 24/20 \text{ (lato controterra)}$$

$$A'_s = \phi 24/20 \text{ (lato esterno)}$$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.400 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	51 di 71

Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1^*\beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1^*\beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-110.0	1030.0
2	110.0	1030.0
3	110.0	0.0
4	-110.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-102.0	1022.0	26
2	102.0	1022.0	26
3	102.0	8.0	26
4	-102.0	8.0	26
5	-96.0	8.0	26
6	-96.0	1022.0	26
7	-91.0	8.0	26
8	-91.0	1022.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	98	26
2	2	3	49	26
3	5	6	98	26
4	7	8	98	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
Passo staffe: 1.7 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	52 di 71

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	12239.00	-1373.00	31067.00	133.00	8085.00
2	11634.00	-783.00	34518.00	133.00	8270.00
3	9066.00	-104.00	23296.00	222.00	6027.00
4	9820.00	0.10	21653.00	133.00	6295.00
5	11634.00	-783.00	34518.00	133.00	6295.00
6	9066.00	-1090.00	26074.00	89.00	6301.00
7	8618.00	-1091.00	23363.00	30.00	5865.00
8	7274.00	0.00	15231.00	0.00	4554.00
9	8894.00	1166.00	53147.00	757.00	5473.00
10	8011.00	1206.00	114804.00	757.00	17624.00
11	8011.00	4877.00	52975.00	2523.00	5473.00
12	7254.00	4911.00	52827.00	757.00	5473.00
13	8011.00	1206.00	114804.00	757.00	5473.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	9066.00	-1090.00	26074.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	8618.00	-1091.00 (-1877.88)	23363.00 (40213.52)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	7274.00	0.00 (0.00)	15231.00 (42783.11)

RISULTATI DEL CALCOLO

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	5.7	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	12239.00	-1373.00	31067.00	12238.71	-5580.81	130318.53	4.081863.6(679.8)	
2	S	11634.00	-783.00	34518.00	11634.27	-2854.65	129887.97	3.671863.6(679.8)	
3	S	9066.00	-104.00	23296.00	9066.04	-1190.46	127918.96	5.331863.6(679.8)	
4	S	9820.00	0.10	21653.00	9819.77	0.00	128501.44	5.721863.6(679.8)	
5	S	11634.00	-783.00	34518.00	11634.27	-2854.65	129887.97	3.671863.6(679.8)	
6	S	9066.00	-1090.00	26074.00	9065.97	-5140.07	127882.06	4.771863.6(679.8)	
7	S	8618.00	-1091.00	23363.00	8617.83	-5701.39	127529.05	5.301863.6(679.8)	
8	S	7274.00	0.00	15231.00	7274.02	0.00	126513.91	7.981863.6(679.8)	
9	S	8894.00	1166.00	53147.00	8893.73	2377.84	127772.34	2.381863.6(679.8)	
10	S	8011.00	1206.00	114804.00	8011.14	1192.09	127095.56	1.111863.6(679.8)	
11	S	8011.00	4877.00	52975.00	8011.09	12001.66	126989.20	2.381863.6(679.8)	
12	S	7254.00	4911.00	52827.00	7254.05	11652.70	126398.59	2.371863.6(679.8)	
13	S	8011.00	1206.00	114804.00	8011.14	1192.09	127095.56	1.111863.6(679.8)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	110.0	0.0	0.00284	102.0	8.0	-0.01408	-102.0	1022.0
2	0.00350	110.0	0.0	0.00282	102.0	8.0	-0.01453	-102.0	1022.0
3	0.00350	110.0	0.0	0.00278	102.0	8.0	-0.01550	-102.0	1022.0
4	0.00350	110.0	1030.0	0.00279	102.0	1022.0	-0.01540	-102.0	8.0
5	0.00350	110.0	0.0	0.00282	102.0	8.0	-0.01453	-102.0	1022.0
6	0.00350	110.0	0.0	0.00281	102.0	8.0	-0.01500	-102.0	1022.0
7	0.00350	110.0	0.0	0.00281	102.0	8.0	-0.01507	-102.0	1022.0
8	0.00350	110.0	1030.0	0.00276	102.0	1022.0	-0.01621	-102.0	8.0
9	0.00350	110.0	1030.0	0.00279	102.0	1022.0	-0.01540	-102.0	8.0
10	0.00350	110.0	1030.0	0.00277	102.0	1022.0	-0.01584	-102.0	8.0
11	0.00350	110.0	1030.0	0.00284	102.0	1022.0	-0.01452	-102.0	8.0

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	54 di 71

12	0.00350	110.0	1030.0	0.00283	102.0	1022.0	-0.01477	-102.0	8.0
13	0.00350	110.0	1030.0	0.00277	102.0	1022.0	-0.01584	-102.0	8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000081645	-0.000000265	-0.005480897	----	----
2	0.000084374	-0.000000144	-0.005781108	----	----
3	0.000089379	-0.000000055	-0.006331731	----	----
4	0.000089134	0.000000000	-0.006305134	----	----
5	0.000084374	-0.000000144	-0.005781108	----	----
6	0.000086057	-0.000000255	-0.005966262	----	----
7	0.000086215	-0.000000285	-0.005983609	----	----
8	0.000092984	0.000000000	-0.006728257	----	----
9	0.000088581	0.000000118	-0.006365299	----	----
10	0.000090947	0.000000056	-0.006561768	----	----
11	0.000082223	0.000000577	-0.006138386	----	----
12	0.000083438	0.000000566	-0.006261659	----	----
13	0.000090947	0.000000056	-0.006561768	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 10 mm
Passo staffe: 1.7 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff	
1	S	8084.53	67111.96	17669.49	212.0	195.5	1029.6	2.500	1.029	42.3	92.4(0.0)
2	S	8269.76	67165.27	17694.59	212.0	195.8	1030.4	2.500	1.027	43.2	92.4(0.0)
3	S	6026.86	66996.47	17758.37	212.0	196.5	1030.1	2.500	1.021	31.4	92.4(0.0)
4	S	6295.00	67045.92	17743.05	212.0	196.3	1030.0	2.500	1.023	32.8	92.4(0.0)
5	S	6294.76	67165.27	17694.59	212.0	195.8	1030.4	2.500	1.027	32.9	92.4(0.0)
6	S	6300.71	66906.94	17744.24	212.0	196.3	1029.6	2.500	1.021	32.8	92.4(0.0)
7	S	5864.87	66870.93	17752.64	212.0	196.4	1029.6	2.500	1.020	30.5	92.4(0.0)
8	S	4554.00	66874.72	17801.76	212.0	196.9	1030.0	2.500	1.017	23.6	92.4(0.0)
9	S	5474.00	66982.12	17758.91	212.0	196.5	1030.3	2.500	1.021	28.5	92.4(0.0)
10	S	17624.46	66925.64	17782.73	212.0	196.7	1030.1	2.500	1.019	91.6	92.4(0.0)
11	S	5490.56	66792.50	17750.78	211.9	196.4	1029.9	2.500	1.019	28.6	92.4(0.0)
12	S	5478.01	66745.41	17769.73	212.0	196.6	1029.9	2.500	1.017	28.5	92.4(0.0)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	55 di 71

13 S 5473.46 66925.64 17782.73 212.0 | 196.7 1030.1 2.500 1.019 28.4 92.4(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.81	110.0	0.0	-71.0	-102.0	1022.0	37115	1592.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 * e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00038	0	0.853	26.0	67	0.00021 (0.00021)	403	0.086 (0.20)	-1668.51	39912.55

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.44	110.0	0.0	-62.5	-102.0	1022.0	37256	1592.8

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00033	0	0.850	26.0	67	0.00019 (0.00019)	404	0.076 (0.20)	-1877.88	40213.52

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.26	110.0	1030.0	-36.4	-102.0	18.2	35020	1592.8

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

1 S -0.00020 0 0.857 26.0 67 0.00011 (0.00011) 394 0.043 (0.20) 0.00 42783.11

7.9.3 ___ Zattera di fondazione

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.

Si vedano i paragrafi precedenti da cui risulta :

$$N_{\max} = 6605 \text{ kN (CC. SLV)}$$

7.9.3.1 Unghia anteriore platea fondazione

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 d_p (con d_p altezza utile della sezione del plinto).

La verifica è stata eseguita in corrispondenza del palo più sollecitato.

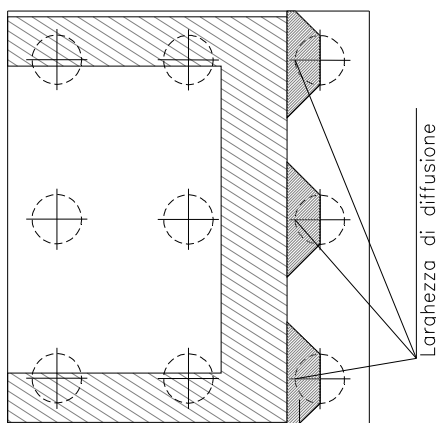
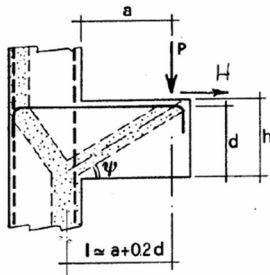


Figura 4 – Diffusione delle azioni dal palo al muro frontale

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali del plinto di fondazione, condotte con riferimento al metodo usualmente utilizzato per la verifica delle mensole tozze, ovvero il metodo del tirante-puntone, di cui nel

seguito si riporta lo schema e di verifica generale e relative formulazioni proposte a riguardo al C4.1.2.1.5 dalla Circolare Ministeriale n° 617 del 02-02-09

VERIFICA - MECCANISMO TIRANTE PUNTO.



P,H : Carichi Esterni di Progetto (P_{Ed}, H_{Ed})

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza dell'armatura metallica

$$P_R = P_{Rs} = (A_s f_{yd} - H_{Ed}) \frac{l}{\lambda} \quad \lambda = \text{ctg} \psi \approx l / (0,9d).$$

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza della Biella compressa

$$P_{Rc} = 0,4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs}$$

CONDIZIONI DI VERIFICA

- 1 $P_R \geq P_{Ed}$
- 2 $P_{Rc} \geq P_{Rs}$

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	58 di 71

Dati di progetto

b(m) =	2.69	m	dimensione trasversale verifica
P _{Ed} (KN) =	6605.00	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
H _{Ed} (KN) =	-1660.00	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
a(m) =	1.00	m	distanza P da incastro
h(m) =	2.00	m	spessore mensola
δ(m) =	0.10	m	copriferro riferito al baricentro delle armature complessive in trazione
d(m) =	1.90	m	altezza utile
l(m) =	1.38	m	a+0,2d
λ =	0.81		λ=ctgψ±l/(0,9d).

Tipo di mensola (Valutazione coefficiente c)

sblazi di piastre (no staffatura) ▼
c(m) = 1.00

Caratteristiche Materiali

f _{cd} =	14.1	MPa	Calcestruzzo
f _{yd} =	391.0	MPa	Acciaio

Caratteristiche Armature di Progetto

Registro tipo R1							
n° R1 =	1	φ1(mm) =	24.0	p1(cm) =	10.0	θ1° =	0.0
A _{φ i} (mm ²) =	452.39	nb tot 1 =	26.9	A _{φ TOT} (mm ²) =	12169.26	A _{φ CAL} (mm ²) =	12169.26
Registro tipo R2							
n° R2 =	1	φ2(mm) =	24.0	p2(cm) =	10.0	θ2° =	0.0
A _{φ i} (mm ²) =	452.39	nb tot 2 =	26.9	A _{φ TOT} (mm ²) =	12169.26	A _{φ CAL} (mm ²) =	12169.26
Registro tipo R3							
n° R3 =	0	φ3(mm) =	26.0	p3(cm) =	10.0	θ3° =	0.0
A _{φ i} (mm ²) =	530.93	nb tot 3 =	0.0	A _{φ TOT} (mm ²) =	0.00	A _{φ CAL} (mm ²) =	0.00

Verifiche di resistenza

Ψ = 0.892 rad = 51.10 °

P_{RS} = 13849.0 KN PR_s>PEd- Verifica Soddisfatta

P_{RC} = 17456.8 KN PR_c>PR_s - Verifica Soddisfatta

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

7.9.4 ___ Palo di fondazione L=30.0m

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione.

Il momento flettente agente in testa palo viene derivato dal taglio in testa palo nell'ipotesi di elasticità lineare sia per il palo che per il terreno. Risulta

$$M = T * \alpha$$

$\alpha = 2.35$ (vedi capitolo successivo o relazione geotecnica)

$$N_{\max} = 6605 \quad T = 1660 \text{ kN} \quad M = 3901 \text{ kNm}$$

Caratteristiche della sezione:

Sezione circolare $\varnothing 120 \text{ cm}$

$$A_s = 30 + 30\phi 26 \quad \text{staffe } \phi 14/15$$

La lunghezza del palo è pari a $L = 30.00\text{m}$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa	
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080 MPa	
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa	
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50 daN/cm ²	
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm	
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa	
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm	
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
		Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00 MPa	
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30 MPa	
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30 MPa	
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000 daN/cm ²	
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta 1^* \beta 2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta 1^* \beta 2$:		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa		

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	60 di 71

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	53.0	40	26
2	0.0	0.0	48.0	20	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
Passo staffe: 15.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	6605.00	3901.00	0.00	1660.00	0.00
2	-1444.00	3901.00	0.00	1660.00	0.00
3	4738.00	1689.70	0.00	719.00	0.00
4	1900.00	1689.70	0.00	719.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1963.00	1293.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	61 di 71

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1974.00	1218.00 (972.77)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	2034.00	992.00 (1082.65)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.4 cm
Copriferro netto minimo staffe: 4.3 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	6605.00	3901.00	0.00	6605.15	5634.69	0.00	1.44	318.6(33.9)
2	S	-1444.00	3901.00	0.00	-1443.89	4593.99	0.00	1.18	318.6(33.9)
3	S	4738.00	1689.70	0.00	4737.75	5595.65	0.00	3.31	318.6(33.9)
4	S	1900.00	1689.70	0.00	1900.23	5297.78	0.00	3.14	318.6(33.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	62 di 71

Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	60.0	0.00310	0.0	53.0	-0.00291	0.0	-53.0
2	0.00350	0.0	60.0	0.00279	0.0	53.0	-0.00796	0.0	-53.0
3	0.00350	0.0	60.0	0.00306	0.0	53.0	-0.00363	0.0	-53.0
4	0.00350	0.0	60.0	0.00297	0.0	53.0	-0.00513	0.0	-53.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000056754	0.000094781	----	----
2	0.000000000	0.000101409	-0.002584563	----	----
3	0.000000000	0.000063064	-0.000283849	----	----
4	0.000000000	0.000076355	-0.001081289	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1660.00	2480.98	2850.15	94.8 74.5	109.1	2.500	1.250	22.8	39.1(0.0)
2	S	1660.00	2210.62	3310.27	97.3 86.5	104.7	2.500	1.000	19.6	39.1(0.0)
3	S	719.00	2571.37	2935.53	94.8 76.7	109.8	2.500	1.250	9.6	39.1(0.0)
4	S	719.00	2410.85	3087.47	95.4 80.7	109.4	2.500	1.119	9.1	39.1(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	63 di 71

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.90	0.0	0.0	-80.8	0.0	-53.0	1151	63.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\ eff}$
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00046	0	0.834	26.0	57	0.00024 (0.00024)	327	0.079 (0.20)	949.77	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.53	0.0	0.0	-72.7	0.0	-53.0	1107	63.7

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00042	0	0.835	26.0	57	0.00022 (0.00022)	322	0.070 (0.20)	972.77	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.44	0.0	1030.0	-48.3	0.0	-53.0	938	53.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00028	0	0.834	26.0	57	0.00014 (0.00014)	324	0.047 (0.20)	1082.65	0.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari stradali IV05 cavalcaferrovia al km 20+965					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV007 001	REV. A

7.9.5 ___ Muro andatore

In questo paragrafo si riporta il calcolo dei muri laterali della spalla. Tali muri sono sollecitati essenzialmente dalle spinte del terreno di riempimento all'interno della spalla e dei sovraccarichi presenti su di esso in condizioni statiche e sismiche.

Il muro di risvolto viene considerato come una piastra incastrata su due lati (il muro frontale e la platea di fondazione). Il carico agente sul muro di risvolto viene riguardato come somma di un carico uniforme q_u e di un carico triangolare q_t (massimo allo spiccatto del muro), agenti sull'intera superficie del muro.

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

- Altezza paramento 980 cm
- Spessore paramento 120 cm
- Larghezza paramento 980 cm

Analisi dei carichi agenti in fase statica

- Spinta del terreno (carico triangolare) $20 * 0.426 * 9.80 = 83.50 \text{ kN/m}$
- Spinta del carico mobile (carico rettangolare) $0.426 * 30 = 12.78 \text{ kN/m}$

Analisi dei carichi agenti in fase sismica

- Spinta del terreno (carico triangolare) $20 * 0.426 * 9.80 = 83.50 \text{ kN/m}$
- Incremento spinta del terreno $20 * 9.80 * 0.331 = 64.88 \text{ kN/m}$
- Inerzia strutturale (rettangolare) $0.331 * 25 * 1.20 * 9.80 = 97.31 \text{ kN/m}$
- Spinta del carico mobile (carico rettangolare) $21.30 * 0.331 = 7.05 \text{ kN/m}$

Una volta ottenuti i carichi distribuiti equivalenti agenti sul muro, i momenti flettenti di verifica all'incastro con il muro frontale e con la platea di fondazione si ottengono, in corrispondenza del rapporto γ cercato tra i lati della piastra, mediante interpolazione spline cubica dei valori riportati nelle tabelle pubblicate da Richard Bares per vari valori di detto rapporto γ .

Si considera una dimensione geometrica pari a 9.80x9.80m

Nella combinazione SLU le sollecitazioni massime risultano pertanto:

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	65 di 71

M_x^+	173	kNm/m
M_x^-	-1531	kNm/m
M_y^+	260	kNm/m
M_y^-	-2067	kNm/m
T_x^+	545	kN/m
T_x^-	-50	kN/m
T_y^+	950	kN/m
T_y^-	-50	kN/m

Nella combinazione SLE-rara le sollecitazioni massime risultano pertanto:

M_x^+	128	kNm/m
M_x^-	-1134	kNm/m
M_y^+	193	kNm/m
M_y^-	-1531	kNm/m

Nella combinazione SLE-quasi permanente le sollecitazioni massime risultano pertanto:

M_x^+	415	kNm/m
M_x^-	-531	kNm/m
M_y^+	138	kNm/m
M_y^-	-928	kNm/m

Nella combinazione SLV le sollecitazioni massime risultano pertanto:

M_x^+	446	kNm/m
M_x^-	-4028	kNm/m
M_y^+	479	kNm/m
M_y^-	-4425	kNm/m
T_x^+	1588	kN/m
T_x^-	-126	kN/m
T_y^+	1888	kN/m
T_y^-	-126	kN/m

La verifica viene eseguita con il momento massimo risultante ed esteso a tutto il paramento

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 120x100 cm

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	66 di 71

Armatura verticale

$$A_s = \phi 26/10 + \phi 26/10 \text{ (lato controterra)}$$

$$A'_s = \phi 26/20 \text{ (lato esterno)}$$

Armatura orizzontale

$$A_s = \phi 26/10 + \phi 26/10 \text{ (lato controterra)}$$

$$A'_s = \phi 26/20 \text{ (lato esterno)}$$

Si prevede un'armatura a taglio costituita da spilli $13\phi 14/m^2$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	188.00	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	94.00	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	336430	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	31.00	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	182.60	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	132.80	daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:		4500.0	daN/cm ²
Resist. caratt. a rottura ftk:		4500.0	daN/cm ²
Resist. a snerv. di progetto fyd:		3913.0	daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:		3913.0	daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef:		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:		0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:		3375.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10 ϕ 26 + 10 ϕ 26	(106.2 cm ²)
Barre superiori:	10 ϕ 26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	67 di 71

Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
MT Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	206700	95000	0
2	0	442500	188800	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	153100

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	92800 (115484)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	206700	-25	449400	2.174	106.4	0.12	0.70	106.2 (37.3)
2	S	0	442500	-25	449400	1.016	106.4	0.12	0.70	106.2 (37.3)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	68 di 71

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	120.0	0.00196	114.0	-0.02573	6.0
2	0.00350	120.0	0.00196	114.0	-0.02573	6.0

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	95000	60924	332567	192560 100.0	114.0	2.500	1.000	9.5
2	S	188800	60924	332567	192560 100.0	114.0	2.500	1.000	18.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	54.3	120.0	0.0	78.3	-1413	114.0	15.0	1500	106.2	4.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00076	0.00041	0.50	0.60	0.000520 (0.000424)	222	0.116 (0.20)	115484

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	69 di 71

1 S 32.9 120.0 0.0 78.3 -856 114.0 15.0 1500 106.2 4.6

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00046	0.00025	0.50	0.40	0.000304 (0.000257)	222	0.067 (0.20)	115484

7.10 Giunto di dilatazione

Si calcola la dimensione del giunto sulla spalla mobile:

Per ponti e viadotti costituiti da una serie di travi semplicemente appoggiate di uguale luce, salvo più accurate determinazioni, l'entità dell'escursione totale dei giunti e degli apparecchi d'appoggio può essere valutata nella seguente maniera (par.2.5.2.1.5.1 Manuale Di Progettazione Delle Opere Civili Parte II - Sezione 2):

In direzione longitudinale:

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

Ove:

- E_1 = spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;
- E_2 = spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;
- E_3 = spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate;
- k_1 = 0,45 coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;
- k_2 = 0,55 coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti;
- 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 DM 14.1.2008 che di seguito si riporta.

Gli spostamenti d_E della struttura sotto l'azione sismica di progetto allo SLV si ottengono moltiplicando per il fattore μ_d i valori d_{Ee} ottenuti dall'analisi lineare, dinamica o statica, secondo l'espressione seguente:

$$d_E = \pm \mu_d \cdot d_{Ee}$$

Dove :

$$\mu_d = q \quad \text{se } T_1 \geq T_c$$

$$\mu_d = 1 + (q - 1) \times T_c / T_1 \quad \text{se } T_1 < T_c$$

In ogni caso $\mu_d \leq 5q - 4$.

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 DM 14.1.2008 che di seguito si riporta;

Il valore dello spostamento assoluto orizzontale massimo del suolo (d_g) può ottenersi utilizzando l'espressione seguente:

$$d_g = 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_c \cdot T_D$$

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV007 001	A	71 di 71

a_g		0.242	g
F_0		2.452	
S_s		1.366	
S_t		1	
T_c		0.515	s
T_D		2.567	s
Accel. massima al suolo	$S \cdot a_{gmax}$	0.330572	g
Accel. massima spettro (plateau)	$F_0 \cdot S \cdot a_{gmax}$	0.81056254	g
Inerzia Pila asse y	J_{yy}	2.8	m^4
Altezza pila	h_1	8.8	m
Altezza baricentro impalcato	h_2	1.8	m
Altezza totale	$h=h_1+h_2$	10.6	
Rigidezza Pila asse y	K	231836432	N/m
Forza agente in fase sismica in dir.y	F	8444	kN
Fattore di struttura	q	1	
Spostamento testa pila	$d_{Ee} = F/K$	0.036	m
μ_d (par.7.3.3.3 NTC)		1	
Spostamento testa spalla (par.7.3.3.3 NTC)	$d_E = d_{Ee} \cdot \mu_d$	0.036	m
k_1		0.45	
k_2		0.55	
d_g (par.3.2.3.2.1 NTC)		0.01092545	m
Dilatazione termica impalcato	D_t	0.0075	m
E1	$2 \cdot D_t$	0.015	m
E2	$4 \cdot d_E \cdot k_2$	0.080	m
E3	$2 \cdot d_g$	0.022	m
EL	$k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3)$	0.053	m