

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J47109000030009

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO-GENOVA QUADRUPPLICAMENTO MILANO-ROGOREDO-PAVIA FASE 1 – QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO – PIEVE EMANUELE

IDRAULICA DI SEDE - GENERALE

Relazione di calcolo tombini ferroviari 3x2

SCALA:

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

N M 0 Z 1 0 D 2 6 C L R I 0 0 0 3 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	CONSORZIO INTEGRATA	Novembre 2018	F.Coppini/A.Maran 	Novembre 2018	S. Borelli 	Novembre 2018	F. Sacchi Novembre 2018 	Novembre 2018

ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE NORD
Dot. Ing. Francesco Sacchi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
n. 23172 Sez. A

File: NM0Z10D26CLRI0003002A

n. Elab.:

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE</p>												
<p>Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">FASE-ENTE</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26</td> <td>CLRI0003002</td> <td>A</td> <td>2 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	2 di 89
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	2 di 89								

INDICE

1	PREMESSA	4
2	DESCRIZIONE	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
4	ALLEGATI.....	8
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	9
6	MODELLO DI CALCOLO.....	10
7	ANALISI DEI CARICHI.....	12
	7.1 PESO PROPRIO	12
	7.2 PERMANENTI PORTATI.....	12
	7.3 SPINTA DEL TERRENO	13
	7.4 CARICHI MOBILI	13
	7.4.1 Calcolo larghezza di diffusione / coefficiente dinamico.....	13
	7.4.2 Disposizione dei convogli.....	14
	7.5 SPINTA DOVUTA AI CARICHI MOBILI.....	16
	7.6 SERPEGGIO.....	17
	7.7 AVVIAMENTO/FRENATURA	17
	7.8 VARIAZIONI TERMICHE.....	17
	7.9 AZIONI SISMICHE	17
	7.10RITIRO	19
8	COMBINAZIONI DI CARICO	21
9	VERIFICHE SEZIONE TRASVERSALE	24
	9.1 CRITERI DI VERIFICA	24
	9.2 VERIFICA SEZIONE 1: Soletta Inferiore_Nodo Piedritto.....	27
	9.2.1 Presso-Flessione	27
	9.2.2 Taglio.....	27
	9.2.3 Fessurazione	29
	9.3 VERIFICA SEZIONE 2: Soletta Inferiore_Mezzeria.....	31
	9.3.1 Presso-Flessione	31
	9.3.2 Taglio.....	31
	9.3.3 Fessurazione	33
	9.4 VERIFICA SEZIONE 3: Piedritto_ Nodo Soletta Superiore	35
	9.4.1 Presso-Flessione	35
	9.4.2 Taglio.....	43
	9.4.3 Fessurazione	44
	9.5 VERIFICA SEZIONE 6: Piedritto_ Nodo Soletta Inferiore.....	46
	9.5.1 Presso-Flessione	46
	9.5.2 Taglio.....	55

9.5.3 Fessurazione	56
9.6 VERIFICA SEZIONE 4: Soletta Superiore_ Nodo Piedritto	58
9.6.1 Presso-Flessione	58
9.6.2 Taglio.....	67
9.6.3 Fessurazione	68
9.7 VERIFICA SEZIONE 5: Soletta Superiore_ Mezzeria.....	70
9.7.1 Presso-Flessione	70
9.7.2 Taglio.....	79
9.7.3 Fessurazione	80
9.8 RIEPILOGO VERIFICHE.....	82
10 VERIFICHE LONGITUDINALI	86

1 PREMESSA

Nell'ambito degli interventi di potenziamento della linea Milano – Genova, si prevede il quadruplicamento della linea ferroviaria nella tratta Milano Rogoredo-Pavia; in prima fase il quadruplicamento interesserà il tratto di linea compreso fra le stazioni di Milano Rogoredo e Pieve Emanuele, per essere esteso in fase successiva fino a Pavia.

Il quadruplicamento in oggetto, a partire dall'uscita della stazione Milano Rogoredo, prosegue in affiancamento alla linea storica e su una nuova sede e si sviluppa a sud di Milano, estendendosi per circa 30 km lungo l'attuale linea ferroviaria tra i nodi di Milano Rogoredo e Pavia.

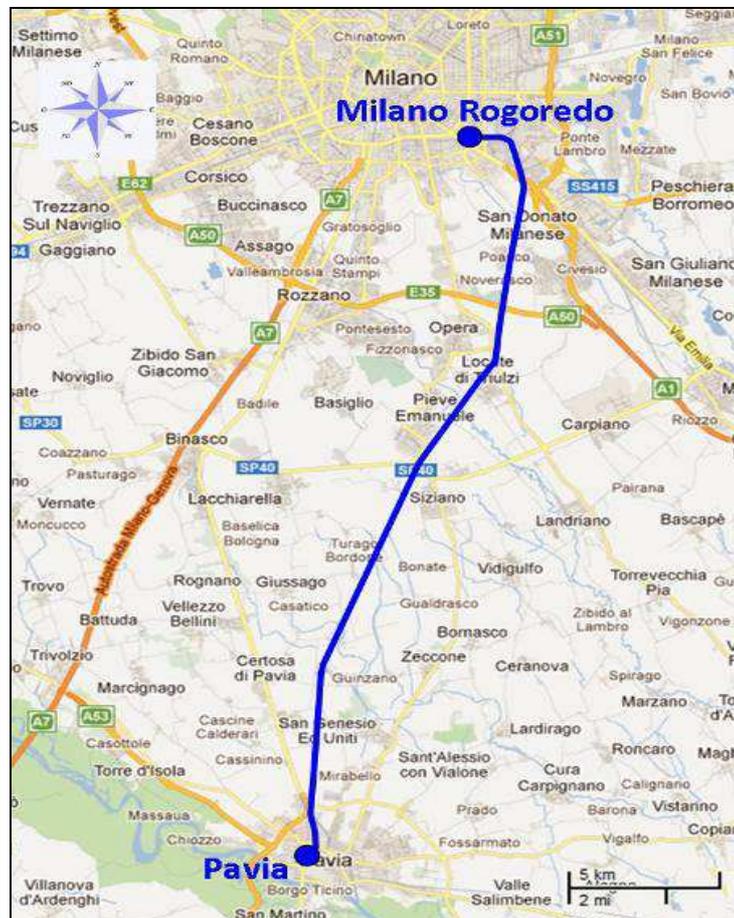


Figura 1-1 – Ubicazione del tracciato dell'opera in progetto

Nella presente relazione è riportato il calcolo strutturale dei tombini di geometria 4.0x2.0m. Tale calcolo è da riferimento anche per i tombini di geometria 3.0x1.5m.

2 DESCRIZIONE

La presente relazione ha per oggetto la verifica della sezione trasversale dell'opera scatolare, utilizzabile per attraversamenti ferroviari, avente le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

I tombini saranno calcolati nell'ipotesi di minimo ricoprimento (pacchetto da 80cm), situazione che determina la condizione di carico più gravosa.

Geometria del tombino			
Larghezza totale	Ltot	3.60	m
Altezza totale	Htot	2.60	m
Spessore soletta superiore	ss	0.30	m
Spessore piedritti	sp	0.30	m
Spessore soletta inferiore	sf	0.30	m
Luce libera	Lint	3.00	m
Altezza libera	Hint	2.00	m

Tabella 1

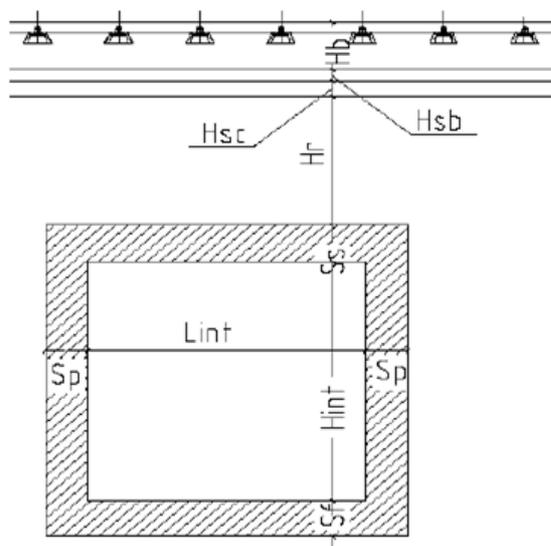


Figura 2-1 - Caratteristiche geometriche

La struttura sarà realizzata in c.a. gettato in opera senza giunti intermedi.

Si è tenuto conto della nuova zonazione sismica emanata tramite il D.M. 14.1.2008.

Il calcolo della struttura è stato effettuato considerando una striscia di calcolo pari ad 1m disposta ortogonalmente all'asse longitudinale dello scatolare. In caso di obliquità \varnothing dello scatolare rispetto alla linea ferroviaria il calcolo è stato eseguito analizzando sempre una striscia di larghezza unitaria, assumendo però come luce di calcolo quella misurata in parallelo alla linea ferroviaria tra gli assi dei piedritti valutati lungo lo "spessore corrente" (spessore corrente=spessore piedritto/cos \varnothing). In tal caso le stesse verifiche di resistenza sono state condotte con riferimento allo spessore corrente.



PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA
QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO -
PAVIA
FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE
EMANUELE

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	6 di 89

Geometria del Ricoprimento			
Ballast+Armamento	Hb	0.75	m
Sub Ballast	Hsb	0.00	m
Ricoprimento	Hsc	0.00	m
Imperm. più massetto cls sp. 5 cm	Hr	0.05	m

Si trascura a favore di sicurezza la presenza del riempimento interno.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE												
Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE-ENTE</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26</td> <td>CLRI0003002</td> <td>A</td> <td>7 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	7 di 89
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	7 di 89								

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti nel rispetto delle seguenti normative:

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare 2 febbraio 2009, n.617: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- Circolare 15 ottobre 1996, n.252 AA.GG./S.T.C.: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996;
- RFIDTC SI MA IFS 001 B: "Manuale di progettazione delle opere civili" del 22/12/2017.
- RFIDTC SI PS MA IFS 001 B: Sezione 2 – Ponti e Strutture.

Riferimenti STI:

- Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea;
- Regolamento (UE) N. 1300/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta;
- Regolamento (UE) N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "energia" del sistema ferroviario dell'Unione europea;
- Regolamento (UE) N. 1303/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità concernente la "sicurezza nelle gallerie ferroviarie" del sistema ferroviario dell'Unione europea;
- Regolamento (UE) 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi "controllo-comando e segnalamento" del sistema ferroviario nell'Unione europea.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE												
Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE-ENTE</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26</td> <td>CLRI0003002</td> <td>A</td> <td>8 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	8 di 89
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	8 di 89								

4 ALLEGATI

Gli allegati alla presente relazione sono:

- Allegato A: Combinazioni di carico

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NMOZ	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLRI0003002	REV. A

5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati nei calcoli sono riportate nelle successive tabelle. Per il calcestruzzo, cautelativamente, si assume una classe di resistenza C28/35, a fronte della C30/37 con cui sarà realizzata l'opera.

Calcestruzzo			
Classe	C28/35		Classe di Resistenza
fck	28	MPa	Resistenza cilindrica caratteristica
Rek	35		Resistenza cubica caratteristica
fcm	36	MPa	Resistenza cilindrica media
fctm	2.76626	MPa	Resistenza media a trazione semplice
fctk	1.93638	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice (frt. 5%)
fcfm	3.31951	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
Ecm	32308.2	MPa	Modulo Elastico
n Poisson	0.2		Coefficiente di Poisson
aDT	0.00001	1/°C	Coefficiente di Dilatazione Termica
acc	0.85		coeff. riduttivo per le resistenze di lunga durata
gc	1.5		coeff. parziale di sicurezza
fcd	15.8667	MPa	Resistenza di calcolo a compressione
fctd	1.29092	MPa	Resistenza di calcolo a trazione
st	2.30522	MPa	Tensione limite di calcolo per formazione di fessure
SC limite	12.6	MPa	Tensione limite per combinazione quasi permanente
SC limite	16.8	MPa	Tensione limite per combinazione caratteristica (rara)

Acciaio Armature_B450C			
fynom.	450	MPa	Tensione nominale di snervamento a trazione
ftnom.	540	MPa	Tensione nominale di rottura a trazione
fyk	450	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
Ecm	206000	MPa	Modulo Elastico
gs	1.15		coeff. parziale di sicurezza
fyd	391.304	MPa	Resistenza di calcolo
SS limite	360	MPa	Tensione limite per combinazione caratteristica (rara)

Per la classe di esposizione del calcestruzzo, la consistenza e il rapporto acqua/cemento si faccia riferimento alle tabelle riportate negli elaborati grafici.

6 MODELLO DI CALCOLO

Nella figura seguente è riportato il modello di calcolo utilizzato per le analisi.

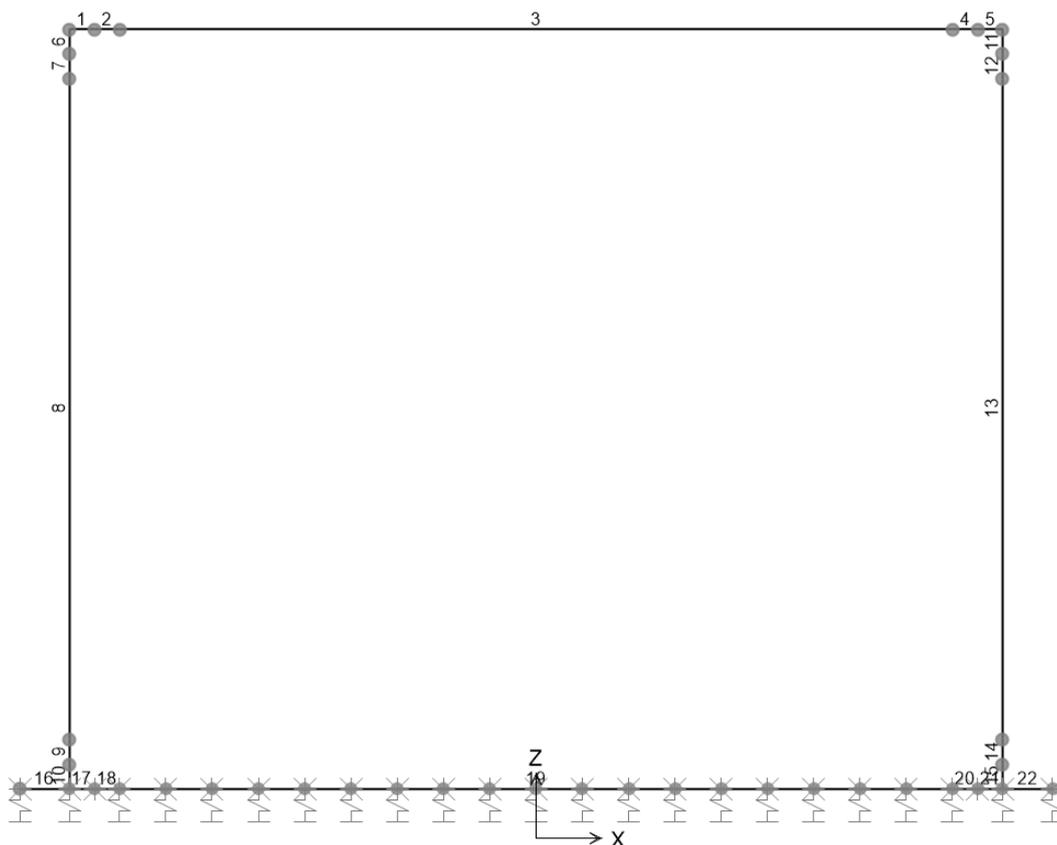


Figura 6-1 - Modello di calcolo

Per ottenere le sollecitazioni sulla struttura è stato realizzato un modello agli e.f. schematizzando la struttura mediante un telaio chiuso su letto di molle alla Winkler.

Le caratteristiche geometriche delle membrature resistenti e le caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzate nella modellazione sono riportate nel paragrafo 2. Per analizzare l'interazione con il terreno, la soletta inferiore è stata vincolata allo stesso mediante molle verticali.

Per la definizione delle precedenti costanti si è fatto riferimento alla caratterizzazione geotecnica fornitaci.

Cautelativamente, nei calcoli che seguono, si sono assunti i valori minimi di resistenza del terreno, riportati nella seguente tabella:

γ_{sat} [kN/m ³]	γ_d [kN/m ³]	ϕ' [°]		ϕ' [°]	ϕ' [°]	E'_{op} [MPa]		V_s [m/s]		categoria terreno	G_0 [MPa]	
		max	min			laboratorio	scelto	max	min		max	min
19	15	30	24	23	23	46	6	347	137	C	235	37

Tabella 6

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE												
Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE-ENTE</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26</td> <td>CLRI0003002</td> <td>A</td> <td>11 di 89</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	11 di 89
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	11 di 89								

Per la valutazione del coefficiente di sottofondo è stata utilizzata la seguente espressione:

$$k=k_1 [(B+b)/(2B)]^2$$

dove:

- B è la larghezza della fondazione;
- b è 30 cm;
- k_1 è un coefficiente ricavabile dalla letteratura tecnica in funzione del tipo di terreno (il valore assunto è pari a 30 N/cm³).

La rigidità delle molle in corrispondenza dei piedritti è stata aumentata, seguendo le indicazioni riportate nella letteratura tecnica, al fine di tenere in conto l'irrigidimento apportato dai piedritti al solettone di fondo.

Il valore assunto per il coefficiente di sottofondo è riportato nella successiva tabella.

Coefficiente di Sottofondo			
valore limite di estremità	KESTR	18000	kN/m3
valore limite di mezzeria	kMEZZ	9000	kN/m3

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NMOZ	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLRI0003002	REV. A

7 ANALISI DEI CARICHI

Nei successivi paragrafi si riportano, sotto forma tabellare, i valori dei carichi caratteristici assunti nel calcolo nonché il nome dell' "Analysis Case" a cui il carico è associato.

7.1 PESO PROPRIO

Il peso proprio della struttura è stato calcolato considerando un peso in volume del c.a. pari a $\rho_{cls} = 25$ kN/m³.

Peso Proprio Analysis Case: PP			
Soletta superiore	G1_p.p.	7.5	kN/m
Piedritti	G1_p.p.	7.5	kN/m
Soletta Inferiore	G1_p.p.	7.5	kN/m

Tabella 8

7.2 PERMANENTI PORTATI

Di seguito sono stati riassunti i valori dei carichi permanenti portati che competono la soletta superiore e inferiore:

Permanente Portato soletta sup. Analysis Case: PERM			
Ballast+Armamento	g	18	kN/m ³
Sub Ballast	g	20	kN/m ³
Ricoprimento	g	20	kN/m ³
Imperm. più massetto cls sp. 5 cm	g	25	kN/m ³
Permanenti totali (striscia di 1m)		14.75	kN/m

Tabella 9

Permanente Portato soletta inf. Analysis Case: PERM			
Riempimento	g	25	kN/m ³
Massetto	g	15	kN/m ³
Pavimento	g	20	kN/m ³
0	g	0	kN/m ³
Permanenti totali (striscia di 1m)		0.00	kN/m

Tabella 10

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NMOZ	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLRI0003002	REV. A

7.3 SPINTA DEL TERRENO

Una volta definito se la spinta sia prodotta dal rilevato ferroviario o dal terreno in sito non scavato (nel caso di scatolare completamente interrato) il calcolo della spinta è stato eseguito a partire dal coefficiente di spinta a riposo calcolato con la formula $K_0 = 1 - \sin \phi'$ dove ϕ' è l'angolo di attrito assunto. In caso di falda il peso specifico del terreno è stato sostituito da quello efficace.

Si assume una distribuzione lineare per l'andamento delle pressioni a tergo della parete. Nella successiva figura si riportano le caratteristiche meccaniche del terreno che costituisce il rinterro nonché il valore della pressione sul solettone superiore e inferiore.

N.B. in tale caso si assume che a spingere sia il terreno in sito.

Spinta T. Analysis Case: SP TERRA_sx/SP TERRA_dx			
Angolo di Attrito	f	23	°
Q.ta falda in esercizio	zw	2.60	m
Peso di Volume Efficace	g	9	kN/m ³
Coeff. Di spinta a riposo	ko	0.609269	
Pressione in asse sol. sup.	PH	9.81	kN/m ²
Pressione in asse sol. inf.	P0	22.42	kN/m ²

7.4 CARICHI MOBILI

7.4.1 Calcolo larghezza di diffusione / coefficiente dinamico

Considerando una diffusione 4:1 nel ballast e 1:1 nel sub ballast, super compattato, rinterro e all'interno del c.l.s., si è ottenuta, arrivando fino all'asse della soletta superiore, la seguente larghezza di diffusione trasversale.

DIFFUSIONE TRASVERSALE SU SOLETTONE SUP.				
	Ripartizione	Diffus.	h [m]	Larg. Diff.
Ballast+Armamento	1/4	0.25	0.35	0.0875
Sub Ballast	1/1	1	0.00	0
Ricoprimento	1/1	1	0.00	0
Imperm. più massetto cls sp. 5 cm	1/1	1	0.05	0.05
Semi spess. soletta	1/1	1	0.15	0.15
Larghezza della Traversina		Bo	2.40	m
Larghezza di diffusione massima		Bmax	4.00	m
Larghezza di diffusione effettiva		Ld	2.98	m

Nella precedente tabella si assume come larghezza di diffusione massima l'interasse tra i binari, in questo modo può essere considerato sempre il caso di singoli binari carichi.

Per il calcolo del coefficiente dinamico è stato applicato quanto è riportato al paragrafo 1.4.2 delle istruzioni per la progettazione ed esecuzione dei ponti ferroviari. In particolare per il calcolo della "luce caratteristica" L_{\square} si fa riferimento al Caso 5 della tabella 1.4.2.5.3-1 delle istruzioni. Si ipotizza uno

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NMOZ	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLRI0003002	REV. A

standard manutentivo normale inoltre in funzione dell'altezza di ricoprimento il coefficiente di incremento dinamico è stato opportunamente ridotto.
 Il valore assunto per il coefficiente di incremento dinamico è riportato nelle successive tabelle.

7.4.2 Disposizione dei convogli

I modelli di carico considerati per la struttura sono il treno di carico LM71 ed il treno SW/2.
 Per entrambi i convogli sono state considerate le posizioni che massimizzano le sollecitazioni nei vari elementi costituenti la struttura (Cfr. figure seguenti)
 Per il treno di carico LM71 è stato considerato il carico equivalente alle 4 forze concentrate di 250 kN pari a:

$$q_{eq, locomotore, LM71} = 250 \times 4 / 6.4 = 156.25 \text{ kN/m}$$

Tale carico è disposto su 6.4m (vedere schema seguente).

Per le zone non interessate dal locomotore è stato considerato un carico pari a:

$$q_{LM71} = 80 \text{ kN/m}$$

Per il treno di carico SW2 si considerano due carichi distribuiti:

$$q_{SW2} = 150 \text{ kN/m}$$

entrambi distribuiti su 25 m e distanti tra loro di 7m.

I carichi descritti sono stati ripartiti sulla larghezza di diffusione trasversale precedentemente calcolata e ad essi è stato applicato il coefficiente di adattamento \square .

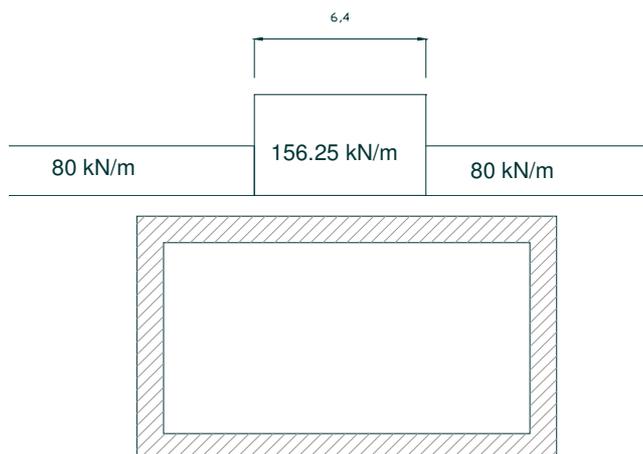


Figura 7-1 - LM72 in pos.1 (LM71 SIMM)

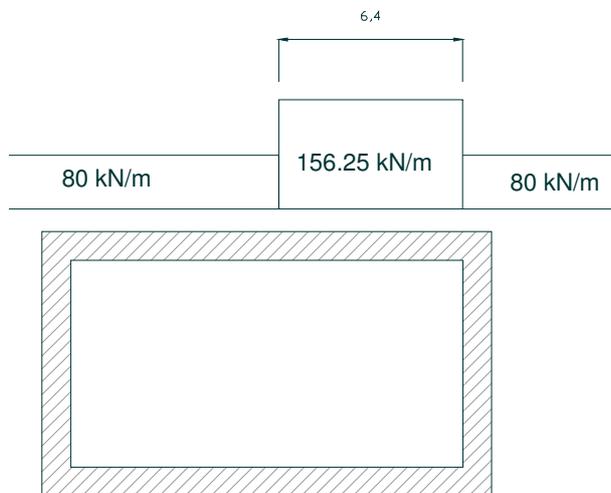


Figura 7-2 - LM71 in pos.2 (LM71 ASIMM)

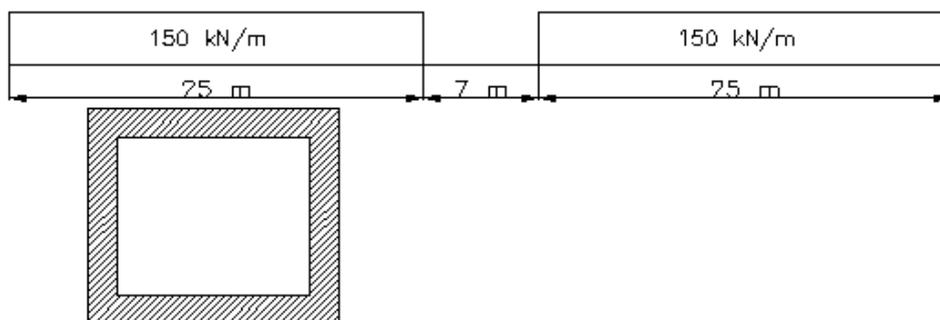


Figura 7-3 - SW2 in pos.1 (SW2 SIMM)

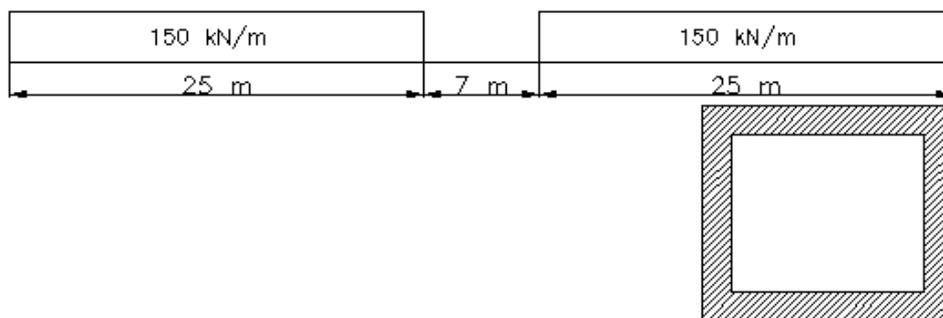


Figura 7-4 - SW2 in pos.2 (SW2 ASIMM)

Nella successiva tabella e figura si indica, limitatamente al solo treno di carico SW2 nella posizione 1, la discretizzazione del carico sul modello di calcolo.

Carico Variabile su solettone superiore			
Coefficiente di Adattamento	a	1	
Luce caratteristica	Lf	3.42	m
Coefficiente dinamico	F	1.35	
Variabile_q1_diffuso Long.	q1	150	kN/m
Variabile_q2_diffuso Long.	q2	150	kN/m
Variabile_q3_diffuso Long.	q3	150	kN/m
Variabile_q4_diffuso Long.	q4	150	kN/m
Variabile_q5_indefinito	q5	150	kN/m
Variabile_q6_indefinito	q6	150	kN/m
	L1	0.75	m
	L2	1.5	m
	L3	2.25	m

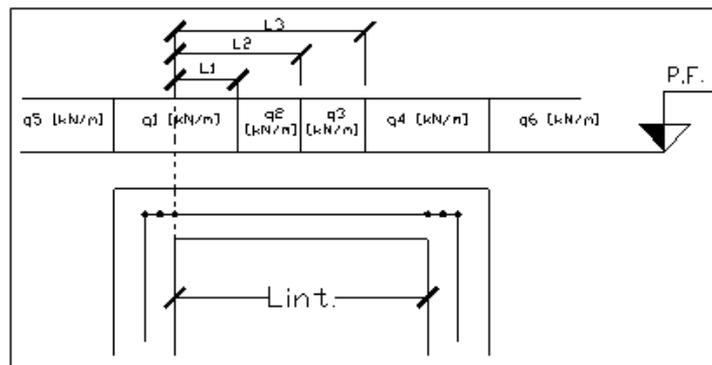


Figura 7-5 - Modalità con cui è stato applicato il carico: Soletta sup

Carico Variabile Sup. Analysis Case: Q1A			
q1_diff. trasv. amplificato	qd1	68.07	kN/m
q2_diff. trasv. amplificato	qd2	68.07	kN/m
q3_diff. trasv. amplificato	qd3	68.07	kN/m
q4_diff. trasv. amplificato	qd4	68.07	kN/m

A favore di sicurezza si trascura la presenza del carico accidentale stradale sulla soletta inferiore.

7.5 SPINTA DOVUTA AI CARICHI MOBILI

Per il generico treno di carico è stata considerata la spinta sulle pareti sinistra/destra dovuta alla presenza del sovraccarico stesso. La spinta è congruente con il modello di carico assunto sul solettone superiore. Nella successiva tabella si riporta, limitatamente al solo treno di carico SW2 nella posizione 1, l'intensità della spinta, avente diagramma rettangolare.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLRI0003002	REV. A

Spinta Carico Variabile Analysis Case: Q1AKOSX/Q1AKODX			
Larg. di diff. estradosso soletta	Ld_estr_sol	2.68	m
q5 ad estradosso soletta	q5	56.07	kN/m2
q6 ad estradosso soletta	q6	56.07	kN/m2
Spinta su piedritto sx	qo5_sx	34.16	kN/m2
Spinta su piedritto dx	qo6_dx	34.16	kN/m2

7.6 SERPEGGIO

L'azione indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata, applicata alla sommità della rotaia perpendicolare all'asse del binario. Il valore caratteristico di questa forza è pari a $Q_{sk}=100$ KN.

L'adozione di un modello piano di analisi, ottenuto considerando una striscia unitaria parallela alla rotaia, giustifica l'aver trascurato tale sollecitazione poiché ortogonale all'asse del binario.

7.7 AVVIAMENTO/FRENATURA

Come prescritto si considera, per ogni treno, l'azione più gravosa tra avviamento e frenatura ripartita sulla larghezza di diffusione trasversale al piano medio della soletta superiore.

Frenatura su soletta sup. Analysis Case: FREN			
Frenatura /Avviamento	q1_b/a, k	35	kN/m
Fren. /Avv. Distribuita trasv.	qdist.l_b/a, k	13.08	kN/m2

7.8 VARIAZIONI TERMICHE

È costituita da una variazione termica uniforme e da un gradiente lineare applicato al solo solettone superiore. Per ricoprimenti superiori ad 1,5m non si applica alcuna variazione termica. Nella successiva tabella si riportano i valori applicati al caso specifico.

Azioni Termiche Analysis Case: TEMP/TEMPFARF			
Var. di temperatura uniforme	DTunif	+/- 15	°C
Gradiente lineare su tutto lo scatolare	DTgrad	+/- 5	°C

7.9 AZIONI SISMICHE

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell'analisi pseudo-statica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . In questo modo si definiscono le componenti inerziali verticali e orizzontali. Per i valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali si usano le seguenti espressioni:

$$K_h = a_{max}/g \quad ; \quad K_v = \pm K_h$$

Definite vita nominale dell'opera e coefficiente d'uso è possibile, in base alla classificazione sismica del territorio nazionale fatta dal D.M. 14.01.2008, definire per il generico stato limite di verifica il parametro

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NMOZ	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLRI0003002	REV. A

a.g. Nelle successive tabelle si riportano i parametri necessari a definire l'azione sismica nonché l'intensità della stessa.

Carichi Sismici			
Vita Nominale dell'opera	VN	75	anni
Coefficiente D'uso	Cu	1.5	
Periodo di riferimento	VR	112.5	anni
Probabilità di Superamento Evento	PVR	10	
Periodo di Ritorno	TR	1068	anni
Acc. orizzontale di picco al sito	ag	0.069	g
Amplificazione Spettrale max.	F0	2.637	
CATEGORIA SOTTOSUOLO		C	
CATEGORIA TOPOGRAFICA		T1	
Coeff. di amp. stratigrafica	Ss	1.50	
Coeff. di amp. Topografica	ST	1	
amax = SS x ST x ag	amax	0.1035	g

Gli effetti della azione sismica sono stati calcolati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali: $G1+G2+0,2xQki$.

Potendo assegnare un carico variabile da traffico non uniforme sul traverso, anche l'azione sismica manterrà tale disuniformità. Di seguito si riportano le azioni sismiche orizzontali e verticali applicate su traverso e piedritti.

Azione sismica Orizzontale Analysis Case: Sis_H			
Coefficiente Sismico Orizzontale	Kh	0.1035	
<i>Massa Distribuita sul Trasverso per il carico da traffico assunto</i>			
$G1+G2+0,2xq1$		35.86	kN/m
$G1+G2+0,2xq2$		35.86	kN/m
$G1+G2+0,2xq3$		35.86	kN/m
$G1+G2+0,2xq4$		35.86	kN/m
<i>Forze Inerziali applicate al Trasverso</i>			
$qsh1 = (G1+G2+0,2xq1) \times Kh$		3.7	kN/m
$qsh2 = (G1+G2+0,2xq2) \times Kh$		3.7	kN/m
$qsh3 = (G1+G2+0,2xq3) \times Kh$		3.7	kN/m
$qsh4 = (G1+G2+0,2xq4) \times Kh$		3.7	kN/m
<i>Massa Distribuita sui Piedritti Lateral</i>			
G1		7.5	kN/m
<i>Forze Inerziali applicate ai Piedritti Lateral</i>			
$q'sh = (G1) \times Kh$		0.8	kN/m

Azione sismica Verticale Analysis Case: Sis_V			
Coefficiente Sismico Verticale	Kv	0.05175	
<i>Massa Distribuita sul Trasverso per il carico da traffico assunto</i>			
G1+G2+0.2xq1		35.86	kN/m
G1+G2+0.2xq2		35.86	kN/m
G1+G2+0.2xq3		35.86	kN/m
G1+G2+0.2xq4		35.86	kN/m
<i>Forze Inerziali applicate al Trasverso</i>			
qsv1 = (G1+G2+0.2xq1) x Kv		1.9	kN/m
qsv2 = (G1+G2+0.2xq2) x Kv		1.9	kN/m
qsv3 = (G1+G2+0.2xq3) x Kv		1.9	kN/m
qsv4 = (G1+G2+0.2xq4) x Kv		1.9	kN/m

Per completare l'azione sismica si definisce l'incremento di spinta delle terre sotto sisma. Questa è stata definita applicando la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinato con la seguente espressione:

$$\square SE = (amax/g) \times \square \times H^2$$

Tale risultante è stata assunta come distribuita sull'altezza del piedritto e agente su uno solo dei due piedritti.

Incremento spinta sotto Sisma Analysis Case: DSe_sx/DSe_dx			
Altezza Totale	Htot	2.60	m
Peso di Volume	g	19	kN/m3
amax = SS x ST x ag	amax	0.1035	g
DSE =(amax/g) x g x H2	DSE	13.29	kN
Pressione Equivalente Uniforme: DSE / H		6.65	kN/m2

7.10 RITIRO

Gli effetti del ritiro trasversale sul solettone superiore sono stati modellati con una variazione termica equivalente applicata allo stesso.

Ritiro Trasversale Analysis Case: RITIRO			
Età c.l.s inizio ritiro essiccamento	ts	1	gg
Età del c.l.s. alla messa in carico	t0	1	gg
Età c.l.s. a cui si valuta il ritiro	t	18000	gg
Umidità relativa	RH	75	%
Dimensione fittizia elemento in c.a.	h0	600	mm
Def. per ritiro da essiccamento	ecd(t)	0.000221	
Def. per ritiro autogeno	eca(t)	4.5E-05	
Deformazione da Ritiro	es(t,t0)	0.000266	
Var. Termica equivalente al ritiro	DTritiro	-6.3	°C

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE												
Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">FASE-ENTE</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NM0Z</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">D 26</td> <td style="text-align: center;">CLR10003002</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">21 di 89</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLR10003002	A	21 di 89
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLR10003002	A	21 di 89								

8 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico sono state effettuate secondo quanto prescritto dal D.M.14.01.2008 e dalle istruzioni ferroviarie.

In particolare sono state considerate le seguenti combinazioni:

- Combinazione Fondamentale (SLU):

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

- Combinazione Caratteristica Rara (SLE):

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

- Combinazione Sismica (SLU):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.30 \times E_Z \quad \text{oppure} \quad E = \pm 0.30 \times E_Y \pm 1.00 \times E_Z$$

ed E_x e E_y sono le componenti della azione sismica orizzontale e verticale.

Gli effetti dei carichi verticali, generati dalla presenza dei convogli, sono combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, utilizzando i coefficienti indicati in tabella. Per ogni gruppo di carico si definisce una azione dominante considerata per intero, per le altre azioni si assume una aliquota del valore caratteristico.

I gruppi, così come definiti, vanno applicati ad ogni treno di carico considerato per la verifica.

Gruppo di carico considerati	Verticali	Frenatura avviamento
Gruppo 1.1	1.0	0
Gruppo 3.1	1.0	1.0
Gruppo 3.2	0.5	1.0
Gruppo 4 (Fessurazione)	0.8	0.8

I gruppi definiscono le azioni che nelle diverse combinazioni sono generalmente definite come Q_{ki} . Queste sono combinate con i valori caratteristici delle azioni permanenti (portati e portanti), i carichi variabili non associati al traffico e alla azione sismica adottando i coefficienti di combinazione riportati nelle successive tabelle.

In questo modo si ottengono le sollecitazioni di progetto con cui effettuare le verifiche per lo stato limite considerato.

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

In particolare per il calcolo della struttura scatolare si fa riferimento alla combinazione *A1 STR*.

Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente Ψ pari a 0.2 coerentemente all'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

Di seguito si riepilogano le analysis case definite in precedenza.

<i>Riepilogo Analisis Case Considerati</i>		
Peso Proprio elementi Strutturali	PP	G1
Permanenti portati (non strutturali)	PERM	G2
Spinta riempimento su piedritto sx	SPTERRA_sx	
Spinta riempimento su piedritto dx	SPTERRA_dx	
Spinta Idraulica in caso di falda	SPIDRAUL	
Ritiro	RITIRO	P
Carico variabile da traffico su solettone sup.	Q1A	Qtraffico
Carico variabile da traffico su solettone sup.	Q1B	
Spinta sovraccarico variabile sup. su piedritto sx	Q1AKOSX	
Spinta sovraccarico variabile sup. su piedritto dx	Q1AKODX	
Frenatura	FREN	
Variazione termica uniforme su solettone sup.	TEMP	Qtemp.
Gradiente termico su solettone sup.,inf. e su piedritti	TEMPFARF	
Incremento spinta sotto sisma su piedritto sx	DSe_sx	E
Incremento spinta sotto sisma su piedritto dx	DSe_dx	
Componente orizzontale azione sismica	Sis_H	
Componente verticale azione sismica	Sis_V	

I coefficienti di combinazione dei singoli carichi sono riportati nell'allegato A.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE												
Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE-ENTE</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26</td> <td>CLRI0003002</td> <td>A</td> <td>24 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	24 di 89
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	24 di 89								

9 VERIFICHE SEZIONE TRASVERSALE

9.1 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di resistenza degli elementi in c.a. sono state condotte con il metodo degli Stati Limite. L'unità di misura adottata per le forze, momenti e tensioni saranno di volta in volta indicate.

COPRIFERRI ADOTTATO

$c=5.0$ cm

STAZIONI DI VERIFICA

Le verifiche di resistenza a flessione vengono eseguite nei nodi a $\frac{1}{4}$ dello spessore dell'elemento (misurato a partire dal punto in cui convergono gli assi dei due frame), mentre a taglio e a fessurazione sul filo dell'elemento (ossia $\frac{1}{2}$ dello spessore).

Nella successiva figura vengono rappresentate le sezioni dimensionate e verificate dello scatolare.

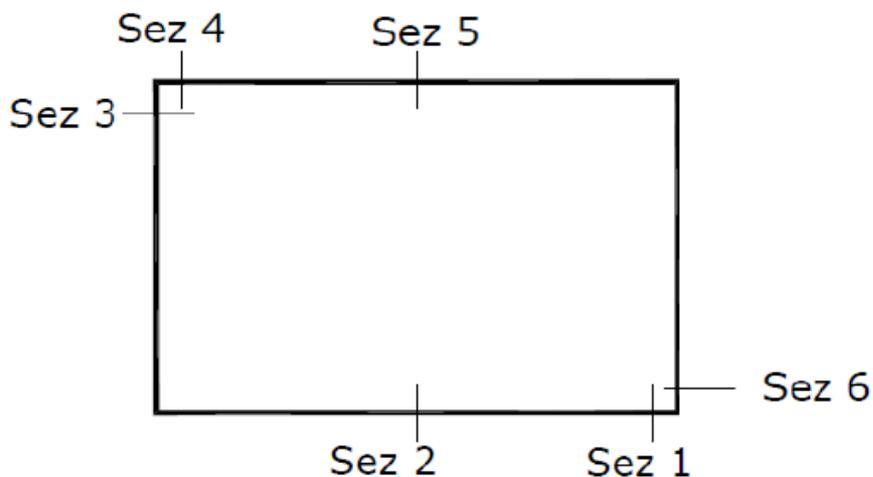


Figura 9-1 - Sezioni di verifica

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE												
Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">FASE-ENTE</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NM0Z</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">D 26</td> <td style="text-align: center;">CLRI0003002</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">25 di 89</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	25 di 89
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	25 di 89								

VERIFICHE ALLO SLU: Presso-Flessione

La verifica secondo il metodo degli stati limite si basa sulle seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Calcestruzzo non resistente a trazione;
- Perfetta aderenza acciaio-c.l.s.

Il controllo eseguito consiste nel verificare che lo stato di sollecitazione (N_{sd} , M_{sd}) sia interno alla frontiera del dominio di rottura della sezione tracciata nel piano Nrd-Mrd. Ciò viene fatto definendo due coefficienti di sicurezza o meglio due percorsi di carico che portano a rottura. Il primo è quello a sforzo normale $N=N_{sd}$ costante il secondo è quello a rapporto $M/N=M_{sd}/N_{sd}$ costante.

Il **coefficiente di sicurezza c.s.** rappresenta il rapporto tra la lunghezza del segmento che, per il fissato percorso di carico, collega l'origine del piano Nrd-Mrd ad un punto della frontiera e il segmento che, per lo stesso percorso, individua lo stato di sollecitazione applicato alla sezione.

La verifica è rispettata se $c.s. \geq 1$.

Nella verifica si sono imposte le seguenti deformazioni ultime:

Calcestruzzo:

ϵ_{cu1}	ϵ_{cu2}
0.200%	0.350%

Acciaio:

ϵ_{ys}	ϵ_{us}	α_s	ϵ_{ud}
0.196%	1.000%	1	1.000%

VERIFICHE ALLO SLU: Taglio

La resistenza a taglio V_{rd} è stata definita inizialmente pensando il generico elemento privo di armatura specifica a taglio. Qualora necessario ($V_{rd} < V_{sd}$) è stata aggiunta l'apposita armatura e ricalcolato il V_{rd} . Si riporta di seguito uno stralcio del D.M.14.01.2008 in cui sono indicate le relazioni con cui la V_{rd} è stata definita.

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

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (4.1.14)$$

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);

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);

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

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	26 di 89

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha \quad (4.1.18)$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta) \quad (4.1.19)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \quad (4.1.20)$$

dove d , b_w e σ_{cp} hanno il significato già visto in § 4.1.2.1.3.1. e inoltre si è posto:

A_{sw}	area dell'armatura trasversale;	
s	interasse tra due armature trasversali consecutive;	
α	angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;	
f'_{cd}	resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd} = 0,5 \cdot f_{cd}$);	
α_c	coefficiente maggiorativo pari a	
	1	per membrature non compresse
	$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
	1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
	$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

VERIFICHE A FESSURAZIONE

Le verifiche a fessurazione sono state condotte utilizzando le espressioni riportate nella "Circolare 15 ottobre 1996, n.252 AA.GG./S.T.C". In particolari sono stati assunti i seguenti coefficienti:

$$\beta_1=1$$

$$\beta_2=0.5$$

$$k_2=0.4$$

$$f_{ctk} = \sigma_t = 2.305 \text{ MPa}; \text{ tensione di trazione limite per la formazione delle fessure.}$$

La classe di esposizione dello scatolare rientra nelle condizioni ambientali aggressive inoltre l'opera è in c.a. ordinario si utilizza pertanto una armatura definita poco sensibile.

A seguito delle condizioni di seguito riassunte:

- Combinazione Rara;
- Armatura poco sensibile;
- Ambiente aggressivo.

Secondo quanto riportato nell'istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari l'ampiezza massima delle fessure deve essere inferiore a $w_1 = 0.20\text{mm}$.

Vengono riportate di seguito per ogni sezione i tabulati delle verifiche in resistenza condotte secondo quanto sopra specificato.

I valori delle resistenze di progetto di acciaio e c.l.s. assunte nei calcoli sono quelle riportate nel paragrafo relativo ai materiali.

9.2 VERIFICA SEZIONE 1: SOLETTA INFERIORE_NODO PIEDRITTO

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>B</i>	<i>H</i>
[cm]	[cm]
100	30

Armatura inf As

n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm ²]	copriferro [cm]
5	20	15.71	8.4
5	16	10.05	6
0	10	0.00	0
0	10	0.00	0
0	10	0.00	0

Armatura sup A's

n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm ²]	copriferro [cm]
5	16	10.05	8.4
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

9.2.1 Presso-Flessione

Per come è stato modellato lo scatolare la sezione risulta per lo più inflessa. Si riportano quindi le verifiche per il valore max. e min. del momento flettente applicato. Inoltre in tale caso si ha un solo possibile percorso di carico.

Si riportano le caratteristiche della armatura e il tabulato delle verifiche:

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	M	Mu	CN_{=cost}
	[KN]	[KN m]	[KN m]	
1	0	111	186.9	1.69
2	0	-5	186.9	40.18

9.2.2 Taglio

La sezione richiede armatura a Taglio (spille ϕ 12/20x20).

Caratteristiche Sezione in C.A.			
Larghezza della Sezione	bw	100	cm
Altezza della Sezione	H	30	cm
Copriferro Superiore	c	50	mm
Copriferro Inferiore		50	
Diametro armatura tesa sup.	\varnothing_{sup}	16	mm
Diametro armatura tesa inf.	\varnothing_{inf}	16	
Diametro ferro ortogonale	$\varnothing_{ferro\ ortogonale}$	12	mm

Caratteristiche Armatura a Taglio			
Diametro staffa	$\varnothing_{st.}$	12	mm
N° di bracci resistenti a Taglio	nb	5	
Passo Staffe	s	20	cm
Inclinazione del puntone	q	45	°
Qta. min. armatura a taglio	$(AsW/s)_{min.}$	1500	mm ² / m

Sezione Armata a Taglio: Dati		
$n^{\circ}_{st.} / m$	5	1/m
Asw	565	mm ²
ctg q	1	
ctg a	0	
$z = 0.9d$	207	mm
f'cd	7.93	MPa

Si riporta la verifica per la combinazione più gravosa.

Nome Combinazione	VE _{dy}	NE _d	VR _{cd_y}	VR _{sd_y}	VR _{d_y}	C.S.y,min
	KN	KN	KN	KN	KN	
G3_1_57	209.191	0	821.1	229	229	1.094

9.2.3 Fessurazione

	<i>Formazione</i>	<i>ss</i>	<i>ssr</i>	<i>k3</i>	<i>Aeff</i>	<i>s</i>	<i>srm</i>	<i>esm</i>	<i>wm</i>	<i>wd</i>	
	<i>fessure</i>	[MPa]	[MPa]	[-]	[mm ²]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]	
1	Fessurata	-122	-109	0.125	101302	100	160	0.0004	0.059	0.100	Verificato
2	Fessurata	-126	-109	0.125	101302	100	160	0.0004	0.063	0.108	Verificato
3	Fessurata	-127	-109	0.125	101302	100	160	0.0004	0.064	0.109	Verificato
4	Fessurata	-123	-109	0.125	101302	100	160	0.0004	0.060	0.101	Verificato
5	Non fessurata	0	-34	0.125							
6	Non fessurata	0	-39	0.125							
7	Non fessurata	0	-40	0.125							
8	Non fessurata	0	-35	0.125							
9	Fessurata	-118	-109	0.125	101302	100	160	0.0003	0.054	0.092	Verificato
10	Fessurata	-123	-109	0.125	101302	100	160	0.0004	0.059	0.101	Verificato
11	Fessurata	-123	-109	0.125	101302	100	160	0.0004	0.060	0.103	Verificato
12	Fessurata	-119	-109	0.125	101302	100	160	0.0003	0.055	0.094	Verificato
13	Non fessurata	0	-31	0.125							
14	Non fessurata	0	-35	0.125							
15	Non fessurata	0	-36	0.125							
16	Non fessurata	0	-32	0.125							
17	Non fessurata	0	-28	0.125							
18	Non fessurata	0	-33	0.125							
19	Non fessurata	0	-33	0.125							
20	Non fessurata	0	-29	0.125							
21	Non fessurata	0	-25	0.125							
22	Non fessurata	0	-29	0.125							
23	Non fessurata	0	-30	0.125							
24	Non fessurata	0	-25	0.125							
25	Non fessurata	0	-78	0.125							
26	Non fessurata	0	-83	0.125							
27	Non fessurata	0	-83	0.125							
28	Non fessurata	0	-79	0.125							
29	Non fessurata	0	-34	0.125							
30	Non fessurata	0	-39	0.125							
31	Non fessurata	0	-40	0.125							
32	Non fessurata	0	-35	0.125							
33	Non fessurata	0	-74	0.125							
34	Non fessurata	0	-79	0.125							
35	Non fessurata	0	-80	0.125							
36	Non fessurata	0	-75	0.125							
37	Non fessurata	0	-31	0.125							
38	Non fessurata	0	-35	0.125							
39	Non fessurata	0	-36	0.125							
40	Non fessurata	0	-32	0.125							
41	Non fessurata	0	-31	0.125							

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	30 di 89

42	Non fessurata	0	-36	0.125							
43	Non fessurata	0	-37	0.125							
44	Non fessurata	0	-32	0.125							
45	Non fessurata	0	-28	0.125							
46	Non fessurata	0	-32	0.125							
47	Non fessurata	0	-33	0.125							
48	Non fessurata	0	-29	0.125							
49	Fessurata	-122	-109	0.125	101302	100	160	0.0004	0.059	0.100	Verificato
50	Fessurata	-126	-109	0.125	101302	100	160	0.0004	0.063	0.108	Verificato
51	Fessurata	-127	-109	0.125	101302	100	160	0.0004	0.064	0.109	Verificato
52	Fessurata	-123	-109	0.125	101302	100	160	0.0004	0.060	0.101	Verificato
53	Fessurata	-118	-109	0.125	101302	100	160	0.0003	0.054	0.092	Verificato
54	Fessurata	-123	-109	0.125	101302	100	160	0.0004	0.059	0.101	Verificato
55	Fessurata	-123	-109	0.125	101302	100	160	0.0004	0.060	0.103	Verificato
56	Fessurata	-119	-109	0.125	101302	100	160	0.0003	0.055	0.094	Verificato

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLRI0003002	REV. A

9.3 VERIFICA SEZIONE 2: SOLETTA INFERIORE_MEZZERIA

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

B	H
[cm]	[cm]
100	30

9.3.1 Presso-Flessione

Analogamente alla sezione S1 si riportano le verifiche per i soli valori max e min. del momento flettente. Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm2]	[cm]
5	16	10.05	8.2
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	18	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm2]	[cm]
5	16	10.05	8.2
5	16	10.05	8.2
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	M	Mu	CN=cost
	[KN]	[KN m]	[KN m]	
1	0	-13	-156.1	11.91
2	0	-98	-156.1	1.60

9.3.2 Taglio

La sezione non necessita di armatura a taglio.



PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA
QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO -
PAVIA
FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE
EMANUELE

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	32 di 89

Nome Combinazione	VE _{dy}	NE _d	sc _p	VR _{d,c}	C.S.y,min
	KN	KN	MPa	N	
<i>G3_1_1</i>	<i>55.082</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>114.4342</i>	<i>2.078</i>

9.3.3 Fessurazione

	<i>Formazione</i>	<i>ss</i>	<i>ssr</i>	<i>k3</i>	<i>Aeff</i>	<i>s</i>	<i>srm</i>	<i>esm</i>	<i>wm</i>	<i>wd</i>
	<i>fessure</i>	[MPa]	[MPa]	[-]	[mm ²]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]
1	Fessurata	-152	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.108	0.183
2	Fessurata	-147	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.101	0.172
3	Fessurata	-146	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.100	0.170
4	Fessurata	-151	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.107	0.181
5	Non fessurata	0	-46	0.125						
6	Non fessurata	0	-41	0.125						
7	Non fessurata	0	-40	0.125						
8	Non fessurata	0	-45	0.125						
9	Fessurata	-156	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.114	0.193
10	Fessurata	-151	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.107	0.182
11	Fessurata	-150	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.105	0.179
12	Fessurata	-155	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.112	0.191
13	Non fessurata	0	-50	0.125						
14	Non fessurata	0	-45	0.125						
15	Non fessurata	0	-44	0.125						
16	Non fessurata	0	-49	0.125						
17	Fessurata	-152	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.108	0.183
18	Fessurata	-147	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.101	0.172
19	Fessurata	-146	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.100	0.170
20	Fessurata	-151	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.107	0.181
21	Fessurata	-156	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.114	0.193
22	Fessurata	-151	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.107	0.182
23	Fessurata	-150	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.105	0.179
24	Fessurata	-155	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.112	0.191
25	Non fessurata	0	-99	0.125						
26	Non fessurata	0	-94	0.125						
27	Non fessurata	0	-93	0.125						
28	Non fessurata	0	-98	0.125						
29	Non fessurata	0	-46	0.125						
30	Non fessurata	0	-41	0.125						
31	Non fessurata	0	-40	0.125						
32	Non fessurata	0	-45	0.125						
33	Fessurata	-103	-122	0.125	106157	100	210	0.0002	0.043	0.074
34	Non fessurata	0	-98	0.125						
35	Non fessurata	0	-97	0.125						
36	Non fessurata	0	-102	0.125						
37	Non fessurata	0	-50	0.125						
38	Non fessurata	0	-45	0.125						
39	Non fessurata	0	-44	0.125						
40	Non fessurata	0	-49	0.125						
41	Non fessurata	0	-99	0.125						



PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA
QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO -
PAVIA
FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE
EMANUELE

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	34 di 89

42	Non fessurata	0	-94	0.125						
43	Non fessurata	0	-93	0.125						
44	Non fessurata	0	-98	0.125						
45	Fessurata	-103	-122	0.125	106157	100	210	0.0002	0.043	0.074
46	Non fessurata	0	-98	0.125						
47	Non fessurata	0	-97	0.125						
48	Non fessurata	0	-102	0.125						
49	Fessurata	-152	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.108	0.183
50	Fessurata	-147	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.101	0.172
51	Fessurata	-146	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.100	0.170
52	Fessurata	-151	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.107	0.181
53	Fessurata	-156	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.114	0.193
54	Fessurata	-151	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.107	0.182
55	Fessurata	-150	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.105	0.179
56	Fessurata	-155	-122	0.125	106157	100	210	0.0005	0.112	0.191

9.4 VERIFICA SEZIONE 3: PIEDRITTO_ NODO SOLETTA SUPERIORE

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>B</i>	<i>H</i>
<i>[cm]</i>	<i>[cm]</i>
100	30

9.4.1 Presso-Flessione

Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica per le combinazioni più gravose.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm ²]	[cm]
5	16	10.05	8.2
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm ²]	[cm]
5	20	15.71	8.4
5	20	15.71	8.4
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	M	Mu	CN_{=cost}
	<i>[KN]</i>	<i>[KN m]</i>	<i>[KN m]</i>	
1	261	-86	-236.0	2.741
2	220	-73	-233.3	3.195
3	261	-77	-236.0	3.057
4	220	-64	-233.3	3.639
5	261	-83	-236.0	2.847
6	220	-70	-233.3	3.342
7	261	-92	-236.0	2.571
8	220	-79	-233.3	2.963
9	220	-74	-233.3	3.149

10	220	-59	-233.3	3.938
11	220	-69	-233.3	3.394
12	220	-84	-233.3	2.791
13	261	-86	-236.0	2.741
14	57	-21	-222.1	10.711
15	261	-77	-236.0	3.057
16	57	-12	-222.1	18.785
17	261	-83	-236.0	2.847
18	57	-18	-222.1	12.673
19	261	-92	-236.0	2.571
20	57	-26	-222.1	8.401
21	57	-22	-222.1	10.185
22	57	-7	-222.1	31.948
23	57	-16	-222.1	13.498
24	57	-31	-222.1	7.094
25	261	-86	-236.0	2.731
26	220	-73	-233.3	3.182
27	261	-77	-236.0	3.045
28	220	-64	-233.3	3.622
29	261	-83	-236.0	2.837
30	220	-70	-233.3	3.327
31	261	-92	-236.0	2.562
32	220	-79	-233.3	2.952
33	220	-74	-233.3	3.136
34	220	-60	-233.3	3.918
35	220	-69	-233.3	3.379
36	220	-84	-233.3	2.781
37	261	-86	-236.0	2.731
38	57	-21	-222.1	10.558
39	261	-77	-236.0	3.045
40	57	-12	-222.1	18.320
41	261	-83	-236.0	2.837
42	57	-18	-222.1	12.460
43	261	-92	-236.0	2.562
44	57	-27	-222.1	8.307
45	57	-22	-222.1	10.047
46	57	-7	-222.1	30.627
47	57	-17	-222.1	13.257
48	57	-32	-222.1	7.026
49	39	-10	-220.8	22.445
50	39	-25	-220.8	8.943
51	39	-17	-220.8	12.998
52	39	-2	-220.8	103.428
53	238	-50	-234.5	4.659
54	202	-44	-232.1	5.226
55	238	-41	-234.5	5.662

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	37 di 89

56	202	-35	-232.1	6.538
57	238	-47	-234.5	4.976
58	202	-41	-232.1	5.633
59	238	-56	-234.5	4.185
60	202	-50	-232.1	4.631
61	202	-45	-232.1	5.103
62	202	-31	-232.1	7.578
63	202	-40	-232.1	5.783
64	202	-55	-232.1	4.221
65	238	-50	-234.5	4.659
66	57	-21	-222.1	10.711
67	238	-41	-234.5	5.662
68	57	-12	-222.1	18.785
69	238	-47	-234.5	4.976
70	57	-18	-222.1	12.673
71	238	-56	-234.5	4.185
72	57	-26	-222.1	8.401
73	57	-22	-222.1	10.185
74	57	-7	-222.1	31.948
75	57	-16	-222.1	13.498
76	57	-31	-222.1	7.094
77	238	-51	-234.5	4.631
78	202	-45	-232.1	5.191
79	238	-42	-234.5	5.621
80	202	-36	-232.1	6.483
81	238	-47	-234.5	4.945
82	202	-41	-232.1	5.592
83	238	-56	-234.5	4.163
84	202	-50	-232.1	4.603
85	202	-46	-232.1	5.069
86	202	-31	-232.1	7.504
87	202	-40	-232.1	5.740
88	202	-55	-232.1	4.198
89	238	-51	-234.5	4.631
90	57	-21	-222.1	10.558
91	238	-42	-234.5	5.621
92	57	-12	-222.1	18.320
93	238	-47	-234.5	4.945
94	57	-18	-222.1	12.460
95	238	-56	-234.5	4.163
96	57	-27	-222.1	8.307
97	57	-22	-222.1	10.047
98	57	-7	-222.1	30.627
99	57	-17	-222.1	13.257
100	57	-32	-222.1	7.026
101	39	-10	-220.8	22.445

102	39	-25	-220.8	8.943
103	39	-17	-220.8	12.998
104	39	-2	-220.8	103.428
105	284	-122	-237.5	1.949
106	239	-102	-234.5	2.307
107	284	-113	-237.5	2.102
108	239	-93	-234.5	2.529
109	284	-119	-237.5	2.001
110	239	-98	-234.5	2.383
111	284	-128	-237.5	1.862
112	239	-107	-234.5	2.185
113	239	-103	-234.5	2.283
114	239	-88	-234.5	2.669
115	239	-97	-234.5	2.409
116	239	-112	-234.5	2.090
117	284	-122	-237.5	1.949
118	76	-49	-223.4	4.526
119	284	-113	-237.5	2.102
120	76	-40	-223.4	5.524
121	284	-119	-237.5	2.001
122	76	-46	-223.4	4.842
123	284	-128	-237.5	1.862
124	76	-55	-223.4	4.058
125	76	-50	-223.4	4.430
126	76	-36	-223.4	6.281
127	76	-45	-223.4	4.956
128	76	-60	-223.4	3.728
129	284	-122	-237.5	1.944
130	239	-102	-234.5	2.301
131	284	-113	-237.5	2.097
132	239	-93	-234.5	2.521
133	284	-119	-237.5	1.996
134	239	-99	-234.5	2.375
135	284	-128	-237.5	1.857
136	239	-108	-234.5	2.179
137	239	-103	-234.5	2.277
138	239	-88	-234.5	2.660
139	239	-98	-234.5	2.401
140	239	-113	-234.5	2.084
141	284	-122	-237.5	1.944
142	76	-50	-223.4	4.499
143	284	-113	-237.5	2.097
144	76	-41	-223.4	5.483
145	284	-119	-237.5	1.996
146	76	-46	-223.4	4.810
147	284	-128	-237.5	1.857

148	76	-55	-223.4	4.036
149	76	-51	-223.4	4.404
150	76	-36	-223.4	6.228
151	76	-45	-223.4	4.924
152	76	-60	-223.4	3.709
153	39	-10	-220.8	22.445
154	39	-25	-220.8	8.943
155	39	-17	-220.8	12.998
156	39	-2	-220.8	103.428
157	136	-18	-227.6	12.898
158	120	-18	-226.5	12.402
159	136	-9	-227.6	26.064
160	120	-9	-226.5	24.225
161	136	-14	-227.6	15.768
162	120	-15	-226.5	15.049
163	136	-23	-227.6	9.748
164	120	-24	-226.5	9.452
165	120	-19	-226.5	11.716
166	120	-4	-226.5	50.571
167	120	-14	-226.5	16.201
168	120	-29	-226.5	7.855
169	136	-18	-227.6	12.898
170	139	-47	-227.8	4.859
171	136	-9	-227.6	26.064
172	139	-38	-227.8	5.999
173	136	-14	-227.6	15.768
174	139	-44	-227.8	5.216
175	136	-23	-227.6	9.748
176	139	-53	-227.8	4.332
177	139	-48	-227.8	4.750
178	139	-33	-227.8	6.882
179	139	-43	-227.8	5.347
180	139	-57	-227.8	3.965
181	136	-18	-227.6	12.683
182	120	-19	-226.5	12.202
183	136	-9	-227.6	25.198
184	120	-10	-226.5	23.472
185	136	-15	-227.6	15.447
186	120	-15	-226.5	14.755
187	136	-24	-227.6	9.625
188	120	-24	-226.5	9.335
189	120	-20	-226.5	11.537
190	120	-5	-226.5	47.399
191	120	-14	-226.5	15.861
192	120	-29	-226.5	7.774
193	136	-18	-227.6	12.683

194	139	-47	-227.8	4.828
195	136	-9	-227.6	25.198
196	139	-38	-227.8	5.952
197	136	-15	-227.6	15.447
198	139	-44	-227.8	5.180
199	136	-24	-227.6	9.625
200	139	-53	-227.8	4.307
201	139	-48	-227.8	4.721
202	139	-33	-227.8	6.820
203	139	-43	-227.8	5.310
204	139	-58	-227.8	3.944
205	39	-10	-220.8	22.445
206	39	-25	-220.8	8.943
207	39	-17	-220.8	12.998
208	39	-2	-220.8	103.428
209	182	-89	-230.8	2.587
210	157	-75	-229.1	3.034
211	182	-80	-230.8	2.874
212	157	-67	-229.1	3.440
213	182	-86	-230.8	2.684
214	157	-72	-229.1	3.169
215	182	-95	-230.8	2.432
216	157	-81	-229.1	2.821
217	157	-77	-229.1	2.991
218	157	-62	-229.1	3.711
219	157	-71	-229.1	3.216
220	157	-86	-229.1	2.661
221	182	-89	-230.8	2.587
222	157	-75	-229.1	3.034
223	182	-80	-230.8	2.874
224	157	-67	-229.1	3.440
225	182	-86	-230.8	2.684
226	157	-72	-229.1	3.169
227	182	-95	-230.8	2.432
228	157	-81	-229.1	2.821
229	157	-77	-229.1	2.991
230	157	-62	-229.1	3.711
231	157	-71	-229.1	3.216
232	157	-86	-229.1	2.661
233	182	-89	-230.8	2.579
234	157	-76	-229.1	3.022
235	182	-81	-230.8	2.864
236	157	-67	-229.1	3.425
237	182	-86	-230.8	2.675
238	157	-73	-229.1	3.156
239	182	-95	-230.8	2.424

240	157	-82	-229.1	2.810
241	157	-77	-229.1	2.980
242	157	-62	-229.1	3.694
243	157	-72	-229.1	3.203
244	157	-86	-229.1	2.652
245	182	-89	-230.8	2.579
246	157	-76	-229.1	3.022
247	182	-81	-230.8	2.864
248	157	-67	-229.1	3.425
249	182	-86	-230.8	2.675
250	157	-73	-229.1	3.156
251	182	-95	-230.8	2.424
252	157	-82	-229.1	2.810
253	157	-77	-229.1	2.980
254	157	-62	-229.1	3.694
255	157	-72	-229.1	3.203
256	157	-86	-229.1	2.652
257	39	-10	-220.8	22.445
258	39	-25	-220.8	8.943
259	39	-17	-220.8	12.998
260	39	-2	-220.8	103.428
261	58	-8	-222.1	28.767
262	58	-3	-222.1	80.189
263	64	-18	-222.6	12.653
264	64	-13	-222.6	17.611
265	58	-6	-222.1	37.411
266	58	-11	-222.1	20.399
267	73	-32	-223.2	6.951
268	73	-27	-223.2	8.218
269	64	-16	-222.6	14.082
270	64	-21	-222.6	10.723
271	80	-42	-223.7	5.328
272	80	-37	-223.7	6.040
273	73	-30	-223.2	7.360
274	73	-35	-223.2	6.327
275	80	-40	-223.7	5.564
276	80	-45	-223.7	4.954
277	56	-7	-222.0	31.316
278	56	-2	-222.0	103.887
279	62	-17	-222.4	13.117
280	62	-12	-222.4	18.528
281	56	-5	-222.0	41.850
282	56	-10	-222.0	21.644
283	71	-31	-223.1	7.086
284	71	-27	-223.1	8.409
285	62	-15	-222.4	14.660

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	42 di 89

286	62	-20	-222.4	11.053
287	77	-41	-223.5	5.406
288	77	-36	-223.5	6.141
289	71	-30	-223.1	7.512
290	71	-35	-223.1	6.438
291	77	-40	-223.5	5.650
292	77	-45	-223.5	5.021
293	66	-17	-222.7	13.272
294	66	-12	-222.7	18.829
295	72	-27	-223.1	8.374
296	72	-22	-223.1	10.285
297	66	-15	-222.7	14.852
298	66	-20	-222.7	11.165
299	70	-24	-223.0	9.255
300	70	-19	-223.0	11.649
301	72	-25	-223.1	8.975
302	72	-30	-223.1	7.484
303	77	-34	-223.5	6.579
304	77	-29	-223.5	7.702
305	70	-22	-223.0	9.995
306	70	-27	-223.0	8.180
307	77	-32	-223.5	6.944
308	77	-37	-223.5	6.018
309	59	-15	-222.2	15.148
310	59	-10	-222.2	22.869
311	65	-25	-222.6	9.074
312	65	-20	-222.6	11.368
313	59	-13	-222.2	17.246
314	59	-18	-222.2	12.458
315	63	-22	-222.5	10.121
316	63	-17	-222.5	13.064
317	65	-23	-222.6	9.786
318	65	-28	-222.6	8.036
319	70	-32	-223.0	7.000
320	70	-27	-223.0	8.288
321	63	-20	-222.5	11.015
322	63	-25	-222.5	8.847
323	70	-30	-223.0	7.415
324	70	-35	-223.0	6.367

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLRI0003002	REV. A

9.4.2 Taglio

La sezione richiede armatura a Taglio (spilli $\phi 12 / 20 \times 20$).

Caratteristiche Sezione in C.A.			
Larghezza della Sezione	bw	100	cm
Altezza della Sezione	H	30	cm
Copriferro Superiore	c	50	mm
Copriferro Inferiore		50	
Diametro armatura tesa sup.	ϕ_{sup}	20	mm
Diametro armatura tesa inf.	ϕ_{inf}	16	
Diametro ferro ortogonale	ϕ_{ferro} ortogonale	12	mm

Caratteristiche Armatura a Taglio			
Diametro staffa	$\phi_{st.}$	0	mm
N° di bracci resistenti a Taglio	nb	0	
Passo Staffe	s	0	cm
Inclinazione del puntone	q	0	°
Qta. min. armatura a taglio	$(AsW/s)_{min.}$	0	mm ² / m

Sezione Armata a Taglio: Dati		
$n^{\circ}_{st.} / m$	#DIV/0!	1/m
Asw	0	mm ²
ctg q	#DIV/0!	
ctg a	0	
$z = 0.9d$	205	mm
f'cd	7.93	MPa

Si riporta la verifica per la combinazione più gravosa.

Nome Combinazione	VE _{dy}	NE _d	sc _p	VR _{d,c}	VR _{cd,y}	VR _{sd,y}	VR _{d,y}	C.S.y,min
	KN	KN	MPa	N	KN	KN	KN	
<i>G3_1_83</i>	<i>-117.175</i>	<i>284.758</i>	<i>0.949193</i>	<i>195.8485</i>				<i>1.671</i>

9.4.3 Fessurazione

	<i>Formazione fessure</i>	<i>ss [MPa]</i>	<i>ssr [MPa]</i>	<i>k3 [-]</i>	<i>Aeff [mm²]</i>	<i>s [mm]</i>	<i>srm [mm]</i>	<i>esm [-]</i>	<i>wm [mm]</i>	<i>wd [mm]</i>
1	Non fessurata	0	-24	0.13						
2	Non fessurata	0	-15	0.13						
3	Non fessurata	0	-21	0.13						
4	Non fessurata	0	-31	0.13						
5	Non fessurata	0	-14	0.13						
6	Non fessurata	0	-5	0.13						
7	Non fessurata	0	-11	0.13						
8	Non fessurata	0	-21	0.13						
9	Non fessurata	0	-27	0.13						
10	Non fessurata	0	-17	0.13						
11	Non fessurata	0	-23	0.13						
12	Non fessurata	0	-33	0.13						
13	Non fessurata	0	-17	0.13						
14	Non fessurata	0	-7	0.13						
15	Non fessurata	0	-13	0.13						
16	Non fessurata	0	-23	0.13						
17	Fessurata	-84	-72	0.13	91002	200	217	####	###	###
18	Fessurata	-74	-70	0.13	90098	200	217	####	###	###
19	Fessurata	-81	-71	0.13	90706	200	217	####	###	###
20	Fessurata	-91	-72	0.13	91500	200	217	####	###	###
21	Fessurata	-87	-72	0.13	91197	200	217	####	###	###
22	Fessurata	-77	-71	0.13	90338	200	217	####	###	###
23	Fessurata	-83	-71	0.13	90915	200	217	####	###	###
24	Fessurata	-93	-73	0.13	91674	200	217	####	###	###
25	Non fessurata	0	-19	0.13						
26	Non fessurata	0	-10	0.13						
27	Non fessurata	0	-16	0.13						
28	Non fessurata	0	-26	0.13						
29	Non fessurata	0	-14	0.13						
30	Non fessurata	0	-5	0.13						
31	Non fessurata	0	-11	0.13						
32	Non fessurata	0	-21	0.13						
33	Non fessurata	0	-22	0.13						
34	Non fessurata	0	-12	0.13						
35	Non fessurata	0	-18	0.13						
36	Non fessurata	0	-28	0.13						
37	Non fessurata	0	-17	0.13						
38	Non fessurata	0	-7	0.13						
39	Non fessurata	0	-13	0.13						
40	Non fessurata	0	-23	0.13						
41	Non fessurata	0	-49	0.13						
42	Non fessurata	0	-39	0.13						
43	Non fessurata	0	-46	0.13						
44	Non fessurata	0	-56	0.13						



PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA
QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO -
PAVIA
FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE
EMANUELE

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	45 di 89

45	Non fessurata	0	-52	0.13
46	Non fessurata	0	-42	0.13
47	Non fessurata	0	-48	0.13
48	Non fessurata	0	-58	0.13
49	Non fessurata	0	-24	0.13
50	Non fessurata	0	-15	0.13
51	Non fessurata	0	-21	0.13
52	Non fessurata	0	-31	0.13
53	Non fessurata	0	-27	0.13
54	Non fessurata	0	-17	0.13
55	Non fessurata	0	-23	0.13
56	Non fessurata	0	-33	0.13

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLRI0003002	REV. A

9.5 VERIFICA SEZIONE 6: PIEDRITTO_ NODO SOLETTA INFERIORE

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

$$\begin{array}{cc}
 \mathbf{B} & \mathbf{H} \\
 [\mathbf{cm}] & [\mathbf{cm}] \\
 100 & 30
 \end{array}$$

9.5.1 Presso-Flessione

Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica per le combinazioni più gravose.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm ²]	[cm]
5	16	10.05	8.2
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm ²]	[cm]
5	20	15.71	8.4
5	16	10.05	8.2
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	M	Mu	CN_{=cost}
	[KN]	[KN m]	[KN m]	
1	238	-112	-204.6	1.82
2	206	-95	-202.3	2.12
3	238	-115	-204.6	1.78
4	206	-98	-202.3	2.06
5	238	-116	-204.6	1.77
6	206	-99	-202.3	2.05
7	238	-113	-204.6	1.81
8	206	-96	-202.3	2.10
9	206	-94	-202.3	2.14
10	206	-99	-202.3	2.05
11	206	-100	-202.3	2.03
12	206	-96	-202.3	2.12
13	238	-112	-204.6	1.82
14	79	-27	-192.9	7.02
15	238	-115	-204.6	1.78
16	79	-30	-192.9	6.42
17	238	-116	-204.6	1.77
18	79	-31	-192.9	6.27
19	238	-113	-204.6	1.81
20	79	-28	-192.9	6.84
21	79	-26	-192.9	7.31
22	79	-31	-192.9	6.29
23	79	-32	-192.9	6.05
24	79	-28	-192.9	6.99
25	238	-112	-204.6	1.83
26	206	-95	-202.3	2.13
27	238	-115	-204.6	1.78
28	206	-98	-202.3	2.07
29	238	-115	-204.6	1.77
30	206	-98	-202.3	2.06
31	238	-113	-204.6	1.81
32	206	-96	-202.3	2.11
33	206	-94	-202.3	2.15
34	206	-98	-202.3	2.06
35	206	-99	-202.3	2.03
36	206	-95	-202.3	2.12
37	238	-112	-204.6	1.83
38	79	-27	-192.9	7.10
39	238	-115	-204.6	1.78
40	79	-30	-192.9	6.49

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	48 di 89

41	238	-115	-204.6	1.77
42	79	-30	-192.9	6.33
43	238	-113	-204.6	1.81
44	79	-28	-192.9	6.91
45	79	-26	-192.9	7.40
46	79	-30	-192.9	6.36
47	79	-32	-192.9	6.11
48	79	-27	-192.9	7.06
49	56	-24	-191.1	8.13
50	56	-19	-191.1	9.93
51	56	-16	-191.1	11.81
52	56	-20	-191.1	9.35
53	213	-148	-202.8	1.37
54	186	-124	-200.9	1.62
55	213	-150	-202.8	1.35
56	186	-126	-200.9	1.59
57	213	-151	-202.8	1.34
58	186	-127	-200.9	1.58
59	213	-149	-202.8	1.36
60	186	-125	-200.9	1.61
61	186	-123	-200.9	1.64
62	186	-127	-200.9	1.58
63	186	-128	-200.9	1.57
64	186	-124	-200.9	1.62
65	213	-148	-202.8	1.37
66	79	-27	-192.9	7.02
67	213	-150	-202.8	1.35
68	79	-30	-192.9	6.42
69	213	-151	-202.8	1.34
70	79	-31	-192.9	6.27
71	213	-149	-202.8	1.36
72	79	-28	-192.9	6.84
73	79	-26	-192.9	7.31
74	79	-31	-192.9	6.29
75	79	-32	-192.9	6.05
76	79	-28	-192.9	6.99
77	213	-148	-202.8	1.37
78	186	-123	-200.9	1.63
79	213	-150	-202.8	1.35
80	186	-126	-200.9	1.59
81	213	-151	-202.8	1.34
82	186	-127	-200.9	1.58
83	213	-148	-202.8	1.37
84	186	-124	-200.9	1.62
85	186	-122	-200.9	1.64
86	186	-127	-200.9	1.59

87	186	-128	-200.9	1.57
88	186	-124	-200.9	1.62
89	213	-148	-202.8	1.37
90	79	-27	-192.9	7.10
91	213	-150	-202.8	1.35
92	79	-30	-192.9	6.49
93	213	-151	-202.8	1.34
94	79	-30	-192.9	6.33
95	213	-148	-202.8	1.37
96	79	-28	-192.9	6.91
97	79	-26	-192.9	7.40
98	79	-30	-192.9	6.36
99	79	-32	-192.9	6.11
100	79	-27	-192.9	7.06
101	56	-24	-191.1	8.13
102	56	-19	-191.1	9.93
103	56	-16	-191.1	11.81
104	56	-20	-191.1	9.35
105	262	-77	-206.3	2.68
106	226	-67	-203.7	3.04
107	262	-79	-206.3	2.60
108	226	-70	-203.7	2.93
109	262	-80	-206.3	2.57
110	226	-70	-203.7	2.90
111	262	-78	-206.3	2.66
112	226	-68	-203.7	3.01
113	226	-66	-203.7	3.09
114	226	-70	-203.7	2.90
115	226	-71	-203.7	2.85
116	226	-67	-203.7	3.03
117	262	-77	-206.3	2.68
118	99	1	-109.2	121.17
119	262	-79	-206.3	2.60
120	99	-2	-194.4	117.38
121	262	-80	-206.3	2.57
122	99	-2	-194.4	81.16
123	262	-78	-206.3	2.66
124	99	0	-109.2	674.68
125	99	2	-109.2	54.59
126	99	-2	-194.4	85.93
127	99	-3	-194.4	55.63
128	99	1	-109.2	142.19
129	262	-77	-206.3	2.69
130	226	-67	-203.7	3.05
131	262	-79	-206.3	2.61
132	226	-69	-203.7	2.94

133	262	-80	-206.3	2.58
134	226	-70	-203.7	2.91
135	262	-77	-206.3	2.67
136	226	-67	-203.7	3.02
137	226	-66	-203.7	3.10
138	226	-70	-203.7	2.92
139	226	-71	-203.7	2.86
140	226	-67	-203.7	3.05
141	262	-77	-206.3	2.69
142	99	1	-109.2	90.32
143	262	-79	-206.3	2.61
144	99	-1	-194.4	144.16
145	262	-80	-206.3	2.58
146	99	-2	-194.4	93.11
147	262	-77	-206.3	2.67
148	99	0	-109.2	232.56
149	99	2	-109.2	47.31
150	99	-2	-194.4	99.47
151	99	-3	-194.4	61.01
152	99	1	-109.2	101.52
153	56	-24	-191.1	8.13
154	56	-19	-191.1	9.93
155	56	-16	-191.1	11.81
156	56	-20	-191.1	9.35
157	134	-105	-197.0	1.87
158	123	-90	-196.2	2.18
159	134	-108	-197.0	1.82
160	123	-92	-196.2	2.12
161	134	-109	-197.0	1.81
162	123	-93	-196.2	2.11
163	134	-106	-197.0	1.86
164	123	-91	-196.2	2.17
165	123	-89	-196.2	2.21
166	123	-93	-196.2	2.11
167	123	-94	-196.2	2.08
168	123	-90	-196.2	2.18
169	134	-105	-197.0	1.87
170	143	-61	-197.6	3.22
171	134	-108	-197.0	1.82
172	143	-64	-197.6	3.09
173	134	-109	-197.0	1.81
174	143	-65	-197.6	3.05
175	134	-106	-197.0	1.86
176	143	-62	-197.6	3.18
177	143	-60	-197.6	3.27
178	143	-65	-197.6	3.06

179	143	-66	-197.6	3.00
180	143	-62	-197.6	3.21
181	134	-105	-197.0	1.87
182	123	-90	-196.2	2.19
183	134	-108	-197.0	1.83
184	123	-92	-196.2	2.13
185	134	-108	-197.0	1.82
186	123	-93	-196.2	2.11
187	134	-106	-197.0	1.86
188	123	-90	-196.2	2.17
189	123	-88	-196.2	2.22
190	123	-93	-196.2	2.12
191	123	-94	-196.2	2.09
192	123	-90	-196.2	2.19
193	134	-105	-197.0	1.87
194	143	-61	-197.6	3.23
195	134	-108	-197.0	1.83
196	143	-64	-197.6	3.10
197	134	-108	-197.0	1.82
198	143	-64	-197.6	3.07
199	134	-106	-197.0	1.86
200	143	-62	-197.6	3.19
201	143	-60	-197.6	3.29
202	143	-64	-197.6	3.07
203	143	-66	-197.6	3.02
204	143	-61	-197.6	3.23
205	56	-24	-191.1	8.13
206	56	-19	-191.1	9.93
207	56	-16	-191.1	11.81
208	56	-20	-191.1	9.35
209	183	-34	-200.6	5.82
210	162	-33	-199.1	6.02
211	183	-37	-200.6	5.42
212	162	-36	-199.1	5.59
213	183	-38	-200.6	5.31
214	162	-36	-199.1	5.48
215	183	-35	-200.6	5.70
216	162	-34	-199.1	5.89
217	162	-32	-199.1	6.23
218	162	-36	-199.1	5.50
219	162	-37	-199.1	5.31
220	162	-33	-199.1	6.00
221	183	-34	-200.6	5.82
222	162	-33	-199.1	6.02
223	183	-37	-200.6	5.42
224	162	-36	-199.1	5.59

225	183	-38	-200.6	5.31
226	162	-36	-199.1	5.48
227	183	-35	-200.6	5.70
228	162	-34	-199.1	5.89
229	162	-32	-199.1	6.23
230	162	-36	-199.1	5.50
231	162	-37	-199.1	5.31
232	162	-33	-199.1	6.00
233	183	-34	-200.6	5.87
234	162	-33	-199.1	6.08
235	183	-37	-200.6	5.46
236	162	-35	-199.1	5.64
237	183	-37	-200.6	5.36
238	162	-36	-199.1	5.52
239	183	-35	-200.6	5.75
240	162	-33	-199.1	5.94
241	162	-32	-199.1	6.29
242	162	-36	-199.1	5.54
243	162	-37	-199.1	5.36
244	162	-33	-199.1	6.05
245	183	-34	-200.6	5.87
246	162	-33	-199.1	6.08
247	183	-37	-200.6	5.46
248	162	-35	-199.1	5.64
249	183	-37	-200.6	5.36
250	162	-36	-199.1	5.52
251	183	-35	-200.6	5.75
252	162	-33	-199.1	5.94
253	162	-32	-199.1	6.29
254	162	-36	-199.1	5.54
255	162	-37	-199.1	5.36
256	162	-33	-199.1	6.05
257	56	-24	-191.1	8.13
258	56	-19	-191.1	9.93
259	56	-16	-191.1	11.81
260	56	-20	-191.1	9.35
261	68	-48	-192.0	4.01
262	68	-49	-192.0	3.89
263	74	-38	-192.6	5.05
264	74	-40	-192.6	4.87
265	68	-50	-192.0	3.86
266	68	-48	-192.0	3.97
267	83	-22	-193.2	8.59
268	83	-24	-193.2	8.08
269	74	-40	-192.6	4.82
270	74	-39	-192.6	5.00

271	89	-13	-193.7	15.24
272	89	-14	-193.7	13.71
273	83	-24	-193.2	7.94
274	83	-23	-193.2	8.43
275	89	-15	-193.7	13.32
276	89	-13	-193.7	14.77
277	66	-47	-191.9	4.05
278	66	-49	-191.9	3.93
279	72	-38	-192.4	5.11
280	72	-39	-192.4	4.92
281	66	-49	-191.9	3.89
282	66	-48	-191.9	4.01
283	81	-22	-193.0	8.77
284	81	-23	-193.0	8.24
285	72	-39	-192.4	4.87
286	72	-38	-192.4	5.06
287	87	-12	-193.5	15.84
288	87	-14	-193.5	14.19
289	81	-24	-193.0	8.10
290	81	-22	-193.0	8.61
291	87	-14	-193.5	13.78
292	87	-13	-193.5	15.33
293	75	-39	-192.6	4.90
294	75	-41	-192.6	4.72
295	82	-30	-193.1	6.53
296	82	-31	-193.1	6.23
297	75	-41	-192.6	4.68
298	75	-40	-192.6	4.84
299	80	-32	-193.0	6.08
300	80	-33	-193.0	5.82
301	82	-31	-193.1	6.15
302	82	-30	-193.1	6.44
303	86	-22	-193.5	8.82
304	86	-23	-193.5	8.28
305	80	-34	-193.0	5.75
306	80	-32	-193.0	6.01
307	86	-24	-193.5	8.14
308	86	-22	-193.5	8.66
309	69	-38	-192.1	5.09
310	69	-39	-192.1	4.91
311	75	-28	-192.6	6.90
312	75	-29	-192.6	6.56
313	69	-40	-192.1	4.86
314	69	-38	-192.1	5.04
315	73	-30	-192.5	6.40
316	73	-32	-192.5	6.11



PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA
QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO -
PAVIA
FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE
EMANUELE

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	54 di 89

317	75	-30	-192.6	6.47
318	75	-28	-192.6	6.80
319	80	-20	-193.0	9.50
320	80	-22	-193.0	8.88
321	73	-32	-192.5	6.03
322	73	-31	-192.5	6.31
323	80	-22	-193.0	8.72
324	80	-21	-193.0	9.32

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLRI0003002	REV. A

9.5.2 Taglio

La sezione richiede armatura a Taglio (spilli $\phi 12 / 20 \times 20$).

Caratteristiche Sezione in C.A.			
Larghezza della Sezione	bw	100	cm
Altezza della Sezione	H	30	cm
Copriferro Superiore	c	50	mm
Copriferro Inferiore		50	
Diametro armatura tesa sup.	ϕ_{sup}	16	mm
Diametro armatura tesa inf.	ϕ_{inf}	16	
Diametro ferro ortogonale	ϕ_{ferro} ortogonale	12	mm

Caratteristiche Armatura a Taglio			
Diametro staffa	$\phi_{st.}$	0	mm
N° di bracci resistenti a Taglio	nb	0	
Passo Staffe	s	0	cm
Inclinazione del puntone	q	45	°
Qta. min. armatura a taglio	$(AsW/s)_{min.}$	1500	mm ² / m

Sezione Armata a Taglio: Dati		
$n^{\circ}_{st.} / m$	#DIV/0!	1/m
Asw	0	mm ²
ctg q	1	
ctg a	0	
$z = 0.9d$	207	mm
f'cd	7.93	MPa

Si riporta la verifica per la combinazione più gravosa.

Nome Combinazione	VE _{d,y}	NE _d	sc _p	VR _{d,e}	VR _{d,y}	VR _{s,d,y}	VR _{d,y}	C.S.y,min
	KN	KN	MPa	N	KN	KN	KN	
<i>G3_1_3</i>	<i>170.724</i>	<i>212.588</i>	<i>0.708627</i>	<i>178.3918</i>				<i>1.045</i>

9.5.3 Fessurazione

	<i>Formazione</i>	<i>ss</i>	<i>ssr</i>	<i>k3</i>	<i>Aeff</i>	<i>s</i>	<i>srm</i>	<i>esm</i>	<i>wm</i>	<i>wd</i>	
	<i>fessure</i>	[MPa]	[MPa]	[-]	[mm ²]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]	
1	Fessurata	-139	-91	0.125	97386	100	203	0.0005	0.110	0.188	Verificato
2	Fessurata	-142	-91	0.125	97485	100	203	0.0006	0.114	0.194	Verificato
3	Fessurata	-143	-91	0.125	97526	100	203	0.0006	0.116	0.197	Verificato
4	Fessurata	-140	-91	0.125	97428	100	203	0.0006	0.112	0.190	Verificato
5	Non fessurata	0	-23	0.125							
6	Non fessurata	0	-26	0.125							
7	Non fessurata	0	-28	0.125							
8	Non fessurata	0	-25	0.125							
9	Fessurata	-136	-91	0.125	97284	100	203	0.0005	0.107	0.182	Verificato
10	Fessurata	-139	-91	0.125	97387	100	203	0.0005	0.110	0.188	Verificato
11	Fessurata	-140	-91	0.125	97429	100	203	0.0006	0.112	0.190	Verificato
12	Fessurata	-137	-91	0.125	97328	100	203	0.0005	0.108	0.184	Verificato
13	Non fessurata	0	-20	0.125							
14	Non fessurata	0	-23	0.125							
15	Non fessurata	0	-25	0.125							
16	Non fessurata	0	-22	0.125							
17	Non fessurata	0	-56	0.125							
18	Non fessurata	0	-59	0.125							
19	Non fessurata	0	-60	0.125							
20	Non fessurata	0	-57	0.125							
21	Non fessurata	0	-53	0.125							
22	Non fessurata	0	-56	0.125							
23	Non fessurata	0	-57	0.125							
24	Non fessurata	0	-54	0.125							
25	Fessurata	-81	-89	0.125	96397	100	203	0.0002	0.033	0.056	Verificato
26	Fessurata	-84	-89	0.125	96592	100	203	0.0002	0.037	0.063	Verificato
27	Fessurata	-85	-89	0.125	96670	100	203	0.0002	0.039	0.066	Verificato
28	Fessurata	-82	-89	0.125	96481	100	203	0.0002	0.034	0.058	Verificato
29	Non fessurata	0	-23	0.125							
30	Non fessurata	0	-26	0.125							
31	Non fessurata	0	-28	0.125							
32	Non fessurata	0	-25	0.125							
33	Fessurata	-78	-89	0.125	96189	100	203	0.0002	0.032	0.054	Verificato
34	Fessurata	-81	-89	0.125	96397	100	203	0.0002	0.033	0.056	Verificato
35	Fessurata	-82	-89	0.125	96481	100	203	0.0002	0.034	0.058	Verificato
36	Fessurata	-79	-89	0.125	96279	100	203	0.0002	0.032	0.055	Verificato
37	Non fessurata	0	-20	0.125							
38	Non fessurata	0	-23	0.125							
39	Non fessurata	0	-25	0.125							
40	Non fessurata	0	-22	0.125							
41	Non fessurata	0	-39	0.125							

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	57 di 89

42	Non fessurata	0	-42	0.125							
43	Non fessurata	0	-44	0.125							
44	Non fessurata	0	-41	0.125							
45	Non fessurata	0	-36	0.125							
46	Non fessurata	0	-39	0.125							
47	Non fessurata	0	-41	0.125							
48	Non fessurata	0	-38	0.125							
49	Fessurata	-139	-91	0.125	97386	100	203	0.0005	0.110	0.188	Verificato
50	Fessurata	-142	-91	0.125	97485	100	203	0.0006	0.114	0.194	Verificato
51	Fessurata	-143	-91	0.125	97526	100	203	0.0006	0.116	0.197	Verificato
52	Fessurata	-140	-91	0.125	97428	100	203	0.0006	0.112	0.190	Verificato
53	Fessurata	-136	-91	0.125	97284	100	203	0.0005	0.107	0.182	Verificato
54	Fessurata	-139	-91	0.125	97387	100	203	0.0005	0.110	0.188	Verificato
55	Fessurata	-140	-91	0.125	97429	100	203	0.0006	0.112	0.190	Verificato
56	Fessurata	-137	-91	0.125	97328	100	203	0.0005	0.108	0.184	Verificato

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLRI0003002	REV. A

9.6 VERIFICA SEZIONE 4: SOLETTA SUPERIORE_ NODO PIEDRITTO

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

B	H
[cm]	[cm]
100	30

9.6.1 Presso-Flessione

Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica per le combinazioni di carico più gravose.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm ²]	[cm]
5	16	10.05	8.2
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm ²]	[cm]
5	20	15.71	8.4
5	16	10.05	8.2
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	M	Mu	CN_{=cost}
	[KN]	[KN m]	[KN m]	
1	107	-71	-195.0	2.75
2	93	-61	-194.0	3.20
3	102	-62	-194.6	3.16
4	88	-51	-193.6	3.78
5	104	-67	-194.8	2.89
6	90	-57	-193.8	3.39
7	110	-77	-195.2	2.54
8	96	-66	-194.2	2.92
9	94	-62	-194.1	3.14
10	86	-46	-193.4	4.19
11	89	-56	-193.7	3.46
12	98	-72	-194.3	2.72
13	107	-71	-195.0	2.75
14	38	-20	-189.8	9.70
15	102	-62	-194.6	3.16
16	33	-10	-189.4	18.45
17	104	-67	-194.8	2.89
18	35	-16	-189.6	11.75
19	110	-77	-195.2	2.54
20	41	-25	-190.0	7.47
21	39	-21	-189.9	9.16
22	31	-5	-189.2	36.37
23	34	-15	-189.5	12.64
24	43	-31	-190.2	6.23
25	107	-71	-195.0	2.74
26	94	-61	-194.0	3.19
27	102	-62	-194.6	3.15
28	88	-52	-193.6	3.75
29	104	-68	-194.8	2.88
30	91	-57	-193.8	3.37
31	110	-77	-195.2	2.53
32	96	-67	-194.2	2.91
33	95	-62	-194.1	3.13
34	86	-47	-193.4	4.16
35	90	-56	-193.7	3.44
36	99	-72	-194.4	2.71
37	107	-71	-195.0	2.74
38	39	-20	-189.9	9.54
39	102	-62	-194.6	3.15
40	33	-11	-189.5	17.90
41	104	-68	-194.8	2.88
42	36	-16	-189.6	11.52

43	110	-77	-195.2	2.53
44	41	-26	-190.0	7.37
45	40	-21	-189.9	9.02
46	31	-6	-189.3	34.26
47	35	-15	-189.6	12.38
48	44	-31	-190.2	6.17
49	21	-9	-188.5	21.78
50	30	-24	-189.2	7.83
51	28	-16	-189.1	11.59
52	19	-1	-188.4	237.98
53	77	-32	-192.8	5.99
54	70	-30	-192.2	6.48
55	72	-23	-192.4	8.42
56	64	-20	-191.8	9.43
57	74	-29	-192.5	6.70
58	67	-26	-192.0	7.33
59	80	-38	-193.0	5.07
60	72	-36	-192.4	5.42
61	71	-31	-192.3	6.24
62	62	-15	-191.6	12.55
63	66	-25	-191.9	7.66
64	74	-41	-192.6	4.75
65	77	-32	-192.8	5.99
66	38	-20	-189.8	9.70
67	72	-23	-192.4	8.42
68	33	-10	-189.4	18.45
69	74	-29	-192.5	6.70
70	35	-16	-189.6	11.75
71	80	-38	-193.0	5.07
72	41	-25	-190.0	7.47
73	39	-21	-189.9	9.16
74	31	-5	-189.2	36.37
75	34	-15	-189.5	12.64
76	43	-31	-190.2	6.23
77	78	-32	-192.8	5.94
78	70	-30	-192.2	6.41
79	72	-23	-192.4	8.30
80	64	-21	-191.8	9.29
81	75	-29	-192.6	6.63
82	67	-27	-192.0	7.24
83	80	-38	-193.0	5.03
84	72	-36	-192.4	5.37
85	71	-31	-192.3	6.18
86	62	-16	-191.6	12.29
87	66	-25	-191.9	7.56
88	75	-41	-192.6	4.71

89	78	-32	-192.8	5.94
90	39	-20	-189.9	9.54
91	72	-23	-192.4	8.30
92	33	-11	-189.5	17.90
93	75	-29	-192.6	6.63
94	36	-16	-189.6	11.52
95	80	-38	-193.0	5.03
96	41	-26	-190.0	7.37
97	40	-21	-189.9	9.02
98	31	-6	-189.3	34.26
99	35	-15	-189.6	12.38
100	44	-31	-190.2	6.17
101	21	-9	-188.5	21.78
102	30	-24	-189.2	7.83
103	28	-16	-189.1	11.59
104	19	-1	-188.4	237.98
105	137	-109	-197.2	1.80
106	117	-92	-195.8	2.14
107	132	-100	-196.8	1.97
108	112	-82	-195.4	2.38
109	134	-106	-197.0	1.86
110	114	-88	-195.5	2.22
111	139	-115	-197.4	1.71
112	120	-97	-195.9	2.01
113	118	-93	-195.8	2.11
114	109	-77	-195.2	2.53
115	113	-87	-195.5	2.25
116	122	-102	-196.1	1.91
117	137	-109	-197.2	1.80
118	62	-51	-191.7	3.79
119	132	-100	-196.8	1.97
120	57	-41	-191.2	4.64
121	134	-106	-197.0	1.86
122	59	-47	-191.4	4.07
123	139	-115	-197.4	1.71
124	65	-56	-191.8	3.40
125	63	-52	-191.7	3.71
126	55	-36	-191.1	5.29
127	58	-46	-191.3	4.17
128	67	-61	-192.0	3.13
129	137	-110	-197.3	1.80
130	118	-92	-195.8	2.13
131	132	-100	-196.9	1.96
132	112	-83	-195.4	2.37
133	134	-106	-197.0	1.85
134	115	-88	-195.6	2.21

135	140	-116	-197.4	1.71
136	120	-98	-196.0	2.01
137	119	-93	-195.9	2.11
138	110	-77	-195.2	2.52
139	114	-87	-195.5	2.24
140	122	-103	-196.1	1.91
141	137	-110	-197.3	1.80
142	63	-51	-191.7	3.77
143	132	-100	-196.9	1.96
144	57	-42	-191.3	4.61
145	134	-106	-197.0	1.85
146	60	-47	-191.4	4.04
147	140	-116	-197.4	1.71
148	65	-57	-191.8	3.38
149	64	-52	-191.7	3.69
150	55	-36	-191.1	5.24
151	59	-46	-191.4	4.14
152	68	-62	-192.0	3.11
153	21	-9	-188.5	21.78
154	30	-24	-189.2	7.83
155	28	-16	-189.1	11.59
156	19	-1	-188.4	237.98
157	43	-7	-190.2	29.09
158	42	-9	-190.1	20.78
159	38	3	-104.7	37.72
160	37	0	-104.6	628.94
161	40	-3	-190.0	61.27
162	39	-6	-189.9	33.27
163	45	-12	-190.4	15.34
164	44	-15	-190.3	12.67
165	43	-10	-190.2	18.48
166	34	5	-104.4	19.97
167	38	-5	-189.8	41.61
168	47	-20	-190.5	9.48
169	43	-7	-190.2	29.09
170	66	-40	-191.9	4.79
171	38	3	-104.7	37.72
172	61	-31	-191.5	6.23
173	40	-3	-190.0	61.27
174	63	-37	-191.7	5.23
175	45	-12	-190.4	15.34
176	68	-46	-192.1	4.18
177	67	-41	-192.0	4.66
178	58	-26	-191.3	7.44
179	62	-35	-191.6	5.40
180	71	-51	-192.3	3.77

181	43	-7	-190.2	27.73
182	42	-9	-190.1	20.08
183	38	2	-104.7	42.67
184	37	0	-189.7	1226.44
185	40	-3	-190.0	55.53
186	39	-6	-189.9	31.50
187	46	-13	-190.4	14.95
188	45	-15	-190.3	12.40
189	43	-11	-190.2	17.92
190	34	5	-104.4	21.28
191	38	-5	-189.8	38.88
192	47	-20	-190.5	9.34
193	43	-7	-190.2	27.73
194	66	-40	-191.9	4.75
195	38	2	-104.7	42.67
196	61	-31	-191.5	6.16
197	40	-3	-190.0	55.53
198	63	-37	-191.7	5.19
199	46	-13	-190.4	14.95
200	69	-46	-192.1	4.15
201	67	-42	-192.0	4.62
202	58	-26	-191.3	7.35
203	62	-36	-191.6	5.35
204	71	-51	-192.3	3.75
205	21	-9	-188.5	21.78
206	30	-24	-189.2	7.83
207	28	-16	-189.1	11.59
208	19	-1	-188.4	237.98
209	103	-84	-194.7	2.32
210	90	-71	-193.7	2.73
211	97	-75	-194.3	2.61
212	85	-62	-193.3	3.13
213	100	-80	-194.4	2.42
214	87	-68	-193.5	2.86
215	105	-90	-194.8	2.17
216	92	-77	-193.9	2.52
217	91	-72	-193.8	2.69
218	82	-57	-193.1	3.41
219	86	-66	-193.4	2.91
220	95	-82	-194.1	2.37
221	103	-84	-194.7	2.32
222	90	-71	-193.7	2.73
223	97	-75	-194.3	2.61
224	85	-62	-193.3	3.13
225	100	-80	-194.4	2.42
226	87	-68	-193.5	2.86

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	64 di 89

227	105	-90	-194.8	2.17
228	92	-77	-193.9	2.52
229	91	-72	-193.8	2.69
230	82	-57	-193.1	3.41
231	86	-66	-193.4	2.91
232	95	-82	-194.1	2.37
233	103	-84	-194.7	2.31
234	90	-71	-193.7	2.72
235	98	-75	-194.3	2.60
236	85	-62	-193.3	3.12
237	100	-81	-194.5	2.41
238	87	-68	-193.5	2.85
239	105	-90	-194.9	2.16
240	92	-77	-193.9	2.51
241	91	-72	-193.8	2.67
242	82	-57	-193.1	3.39
243	86	-67	-193.4	2.90
244	95	-82	-194.1	2.36
245	103	-84	-194.7	2.31
246	90	-71	-193.7	2.72
247	98	-75	-194.3	2.60
248	85	-62	-193.3	3.12
249	100	-81	-194.5	2.41
250	87	-68	-193.5	2.85
251	105	-90	-194.9	2.16
252	92	-77	-193.9	2.51
253	91	-72	-193.8	2.67
254	82	-57	-193.1	3.39
255	86	-67	-193.4	2.90
256	95	-82	-194.1	2.36
257	21	-9	-188.5	21.78
258	30	-24	-189.2	7.83
259	28	-16	-189.1	11.59
260	19	-1	-188.4	237.98
261	30	-5	-189.2	36.45
262	27	0	-189.0	12035.49
263	38	-16	-189.8	11.97
264	35	-11	-189.6	17.75
265	28	-3	-189.1	57.65
266	31	-8	-189.3	22.39
267	41	-29	-190.1	6.61
268	39	-24	-189.8	8.05
269	36	-14	-189.7	13.60
270	39	-19	-189.9	9.93
271	50	-39	-190.7	4.84
272	47	-34	-190.5	5.56

273	40	-27	-189.9	7.08
274	43	-32	-190.2	5.94
275	48	-38	-190.6	5.08
276	51	-43	-190.8	4.47
277	30	-5	-189.2	40.18
278	27	0	-103.9	222.83
279	38	-15	-189.8	12.35
280	35	-10	-189.6	18.59
281	28	-3	-189.1	67.58
282	31	-8	-189.3	23.74
283	41	-28	-190.1	6.72
284	38	-23	-189.8	8.22
285	36	-13	-189.7	14.09
286	39	-19	-189.9	10.19
287	50	-39	-190.7	4.90
288	47	-34	-190.5	5.64
289	40	-26	-189.9	7.21
290	43	-32	-190.2	6.03
291	48	-37	-190.6	5.15
292	51	-42	-190.8	4.52
293	31	-14	-189.3	13.94
294	28	-8	-189.1	22.48
295	40	-24	-189.9	7.83
296	37	-19	-189.7	9.94
297	30	-12	-189.2	16.20
298	33	-17	-189.4	11.24
299	35	-21	-189.6	9.18
300	32	-15	-189.3	12.23
301	38	-22	-189.8	8.50
302	41	-28	-190.0	6.91
303	43	-31	-190.2	6.07
304	40	-26	-190.0	7.27
305	33	-19	-189.4	10.11
306	36	-24	-189.7	7.93
307	41	-29	-190.1	6.46
308	44	-35	-190.3	5.50
309	31	-12	-189.3	15.80
310	28	-7	-189.1	27.78
311	39	-23	-189.9	8.39
312	36	-17	-189.7	10.86
313	29	-10	-189.2	18.79
314	32	-15	-189.4	12.42
315	35	-19	-189.5	9.95
316	32	-14	-189.3	13.65
317	38	-21	-189.8	9.15
318	41	-26	-190.0	7.33



PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA
QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO -
PAVIA
FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE
EMANUELE

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	66 di 89

319	43	-30	-190.2	6.40
320	40	-25	-189.9	7.74
321	33	-17	-189.4	11.05
322	36	-22	-189.6	8.50
323	41	-28	-190.0	6.84
324	44	-33	-190.3	5.77

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NMOZ	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLRI0003002	REV. A

9.6.2 Taglio

La sezione richiede armatura a Taglio (spilli $\phi 12 / 20 \times 20$).

Caratteristiche Sezione in C.A.			
Larghezza della Sezione	bw	100	cm
Altezza della Sezione	H	30	cm
Copriferro Superiore	c	50	mm
Copriferro Inferiore		50	
Diametro armatura tesa sup.	\emptyset_{sup}	16	mm
Diametro armatura tesa inf.	\emptyset_{inf}	16	
Diametro ferro ortogonale	\emptyset_{ferro} ortogonale	12	mm

Caratteristiche Armatura a Taglio			
Diametro staffa	$\emptyset_{st.}$	12	mm
N° di bracci resistenti a Taglio	nb	5	
Passo Staffe	s	20	cm
Inclinazione del puntone	q	45	°
Qta. min. armatura a taglio	$(AsW/s)_{min.}$	1500	mm ² / m

Sezione Armata a Taglio: Dati		
$n^{\circ}_{st.} / m$	5	1/m
Asw	565	mm ²
ctg q	1	
ctg a	0	
$z = 0.9d$	207	mm
f'cd	7.93	MPa

Si riporta la verifica per la combinazione più gravosa.

Nome Combinazione	VE _{dy}	NE _d	sep	VR _{d,c}	VR _{cd,y}	VR _{sd,y}	VR _{d,y}	C.S.y,min
	KN	KN	MPa	N	KN	KN	KN	
<i>G3_1_53</i>	<i>-220.968</i>	<i>135.657</i>			<i>844.5008</i>	<i>229</i>	<i>229</i>	<i>1.036</i>

9.6.3 Fessurazione

	<i>Formazione fessure</i>	<i>ss [MPa]</i>	<i>ssr [MPa]</i>	<i>k3 [-]</i>	<i>Aeff [mm²]</i>	<i>s [mm]</i>	<i>srm [mm]</i>	<i>esm [-]</i>	<i>wm [mm]</i>	<i>wd [mm]</i>
1	Non fessurata	0	-16	0.13						
2	Non fessurata	0	-4	0.13						
3	Non fessurata	0	-11	0.13						
4	Non fessurata	0	-24	0.13						
5	Non fessurata	0	-17	0.13						
6	Non fessurata	0	-4	0.13						
7	Non fessurata	0	-12	0.13						
8	Non fessurata	0	-25	0.13						
9	Non fessurata	0	-19	0.13						
10	Non fessurata	0	-7	0.13						
11	Non fessurata	0	-14	0.13						
12	Non fessurata	0	-27	0.13						
13	Non fessurata	0	-20	0.13						
14	Non fessurata	0	-7	0.13						
15	Non fessurata	0	-15	0.13						
16	Non fessurata	0	-28	0.13						
17	Fessurata	-95	-92	0.13	97901	200	223	####	###	###
18	Fessurata	-83	-91	0.13	97495	200	223	####	###	###
19	Fessurata	-91	-92	0.13	97810	200	223	####	###	###
20	Fessurata	-103	-92	0.13	98151	200	223	####	###	###
21	Fessurata	-98	-92	0.13	97961	200	223	####	###	###
22	Fessurata	-86	-91	0.13	97577	200	223	####	###	###
23	Fessurata	-94	-92	0.13	97875	200	223	####	###	###
24	Fessurata	-106	-92	0.13	98199	200	223	####	###	###
25	Non fessurata	0	-16	0.13						
26	Non fessurata	0	-4	0.13						
27	Non fessurata	0	-12	0.13						
28	Non fessurata	0	-24	0.13						
29	Non fessurata	0	-17	0.13						
30	Non fessurata	0	-4	0.13						
31	Non fessurata	0	-12	0.13						
32	Non fessurata	0	-25	0.13						
33	Non fessurata	0	-19	0.13						
34	Non fessurata	0	-7	0.13						
35	Non fessurata	0	-15	0.13						
36	Non fessurata	0	-27	0.13						
37	Non fessurata	0	-20	0.13						
38	Non fessurata	0	-7	0.13						
39	Non fessurata	0	-15	0.13						
40	Non fessurata	0	-28	0.13						
41	Non fessurata	0	-56	0.13						
42	Non fessurata	0	-43	0.13						
43	Non fessurata	0	-52	0.13						
44	Non fessurata	0	-64	0.13						



PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA
QUADRUPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO -
PAVIA
FASE 1 - QUADRUPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE
EMANUELE

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	69 di 89

45	Non fessurata	0	-59	0.13
46	Non fessurata	0	-47	0.13
47	Non fessurata	0	-55	0.13
48	Non fessurata	0	-67	0.13
49	Non fessurata	0	-16	0.13
50	Non fessurata	0	-4	0.13
51	Non fessurata	0	-11	0.13
52	Non fessurata	0	-24	0.13
53	Non fessurata	0	-19	0.13
54	Non fessurata	0	-7	0.13
55	Non fessurata	0	-14	0.13
56	Non fessurata	0	-27	0.13

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLRI0003002	REV. A

9.7 VERIFICA SEZIONE 5: SOLETTA SUPERIORE_ MEZZERIA

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>B</i>	<i>H</i>
<i>[cm]</i>	<i>[cm]</i>
100	30

9.7.1 Presso-Flessione

Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica per le combinazioni più gravose.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm2]	[cm]
5	20	15.71	8.4
5	16	10.05	8.2
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm2]	[cm]
5	16	10.05	8.2
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	M	Mu	CN_{=cost}
	[KN]	[KN m]	[KN m]	
1	107	92	195.0	2.13
2	93	77	194.0	2.51
3	102	101	194.6	1.93
4	88	87	193.6	2.23
5	104	95	194.8	2.05
6	90	81	193.8	2.40
7	110	86	195.2	2.28
8	96	71	194.2	2.72
9	94	76	194.1	2.55
10	86	92	193.4	2.11
11	89	82	193.7	2.36
12	98	66	194.3	2.93
13	107	92	195.0	2.13
14	38	20	189.8	9.30
15	102	101	194.6	1.93
16	33	30	189.4	6.37
17	104	95	194.8	2.05
18	35	24	189.6	7.95
19	110	86	195.2	2.28
20	41	15	190.0	13.06
21	39	19	189.9	9.85
22	31	35	189.2	5.44
23	34	25	189.5	7.58
24	43	9	190.2	20.06
25	107	91	195.0	2.14
26	94	77	194.0	2.52
27	102	101	194.6	1.93
28	88	86	193.6	2.24
29	104	95	194.8	2.06
30	91	80	193.8	2.41
31	110	85	195.2	2.29
32	96	71	194.2	2.73
33	95	76	194.1	2.56
34	86	91	193.4	2.12
35	90	82	193.7	2.37
36	99	66	194.4	2.94
37	107	91	195.0	2.14
38	39	20	189.9	9.45
39	102	101	194.6	1.93
40	33	29	189.5	6.44
41	104	95	194.8	2.06

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	72 di 89

42	36	24	189.6	8.06
43	110	85	195.2	2.29
44	41	14	190.0	13.36
45	40	19	189.9	10.02
46	31	34	189.3	5.49
47	35	25	189.6	7.68
48	44	9	190.2	20.76
49	21	19	188.5	9.95
50	30	3	189.2	55.35
51	28	11	189.1	16.75
52	19	27	188.4	7.03
53	107	92	195.0	2.13
54	93	77	194.0	2.51
55	102	101	194.6	1.93
56	88	87	193.6	2.23
57	104	95	194.8	2.05
58	90	81	193.8	2.40
59	110	86	195.2	2.28
60	96	71	194.2	2.72
61	94	76	194.1	2.55
62	86	92	193.4	2.11
63	89	82	193.7	2.36
64	98	66	194.3	2.93
65	107	92	195.0	2.13
66	38	20	189.8	9.30
67	102	101	194.6	1.93
68	33	30	189.4	6.37
69	104	95	194.8	2.05
70	35	24	189.6	7.95
71	110	86	195.2	2.28
72	41	15	190.0	13.06
73	39	19	189.9	9.85
74	31	35	189.2	5.44
75	34	25	189.5	7.58
76	43	9	190.2	20.06
77	107	91	195.0	2.14
78	94	77	194.0	2.52
79	102	101	194.6	1.93
80	88	86	193.6	2.24
81	104	95	194.8	2.06
82	91	80	193.8	2.41
83	110	85	195.2	2.29
84	96	71	194.2	2.73
85	95	76	194.1	2.56
86	86	91	193.4	2.12
87	90	82	193.7	2.37

88	99	66	194.4	2.94
89	107	91	195.0	2.14
90	39	20	189.9	9.45
91	102	101	194.6	1.93
92	33	29	189.5	6.44
93	104	95	194.8	2.06
94	36	24	189.6	8.06
95	110	85	195.2	2.29
96	41	14	190.0	13.36
97	40	19	189.9	10.02
98	31	34	189.3	5.49
99	35	25	189.6	7.68
100	44	9	190.2	20.76
101	21	19	188.5	9.95
102	30	3	189.2	55.35
103	28	11	189.1	16.75
104	19	27	188.4	7.03
105	107	92	195.0	2.13
106	93	77	194.0	2.51
107	102	101	194.6	1.93
108	88	87	193.6	2.23
109	104	95	194.8	2.05
110	90	81	193.8	2.40
111	110	86	195.2	2.28
112	96	71	194.2	2.72
113	94	76	194.1	2.55
114	86	92	193.4	2.11
115	89	82	193.7	2.36
116	98	66	194.3	2.93
117	107	92	195.0	2.13
118	38	20	189.8	9.30
119	102	101	194.6	1.93
120	33	30	189.4	6.37
121	104	95	194.8	2.05
122	35	24	189.6	7.95
123	110	86	195.2	2.28
124	41	15	190.0	13.06
125	39	19	189.9	9.85
126	31	35	189.2	5.44
127	34	25	189.5	7.58
128	43	9	190.2	20.06
129	107	91	195.0	2.14
130	94	77	194.0	2.52
131	102	101	194.6	1.93
132	88	86	193.6	2.24
133	104	95	194.8	2.06

134	91	80	193.8	2.41
135	110	85	195.2	2.29
136	96	71	194.2	2.73
137	95	76	194.1	2.56
138	86	91	193.4	2.12
139	90	82	193.7	2.37
140	99	66	194.4	2.94
141	107	91	195.0	2.14
142	39	20	189.9	9.45
143	102	101	194.6	1.93
144	33	29	189.5	6.44
145	104	95	194.8	2.06
146	36	24	189.6	8.06
147	110	85	195.2	2.29
148	41	14	190.0	13.36
149	40	19	189.9	10.02
150	31	34	189.3	5.49
151	35	25	189.6	7.68
152	44	9	190.2	20.76
153	21	19	188.5	9.95
154	30	3	189.2	55.35
155	28	11	189.1	16.75
156	19	27	188.4	7.03
157	73	56	192.4	3.44
158	66	49	191.9	3.93
159	68	65	192.0	2.94
160	61	58	191.5	3.29
161	70	59	192.2	3.23
162	63	52	191.7	3.66
163	75	50	192.6	3.84
164	68	43	192.1	4.47
165	67	48	192.0	4.02
166	58	63	191.3	3.02
167	62	53	191.6	3.58
168	71	38	192.3	5.07
169	73	56	192.4	3.44
170	66	49	191.9	3.93
171	68	65	192.0	2.94
172	61	58	191.5	3.29
173	70	59	192.2	3.23
174	63	52	191.7	3.66
175	75	50	192.6	3.84
176	68	43	192.1	4.47
177	67	48	192.0	4.02
178	58	63	191.3	3.02
179	62	53	191.6	3.58

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	75 di 89

180	71	38	192.3	5.07
181	73	56	192.5	3.46
182	66	49	191.9	3.95
183	68	65	192.1	2.95
184	61	58	191.5	3.31
185	70	59	192.2	3.25
186	63	52	191.7	3.69
187	75	50	192.6	3.87
188	69	43	192.1	4.50
189	67	47	192.0	4.05
190	58	63	191.3	3.04
191	62	53	191.6	3.61
192	71	38	192.3	5.11
193	73	56	192.5	3.46
194	66	49	191.9	3.95
195	68	65	192.1	2.95
196	61	58	191.5	3.31
197	70	59	192.2	3.25
198	63	52	191.7	3.69
199	75	50	192.6	3.87
200	69	43	192.1	4.50
201	67	47	192.0	4.05
202	58	63	191.3	3.04
203	62	53	191.6	3.61
204	71	38	192.3	5.11
205	21	19	188.5	9.95
206	30	3	189.2	55.35
207	28	11	189.1	16.75
208	19	27	188.4	7.03
209	73	56	192.4	3.44
210	66	49	191.9	3.93
211	68	65	192.0	2.94
212	61	58	191.5	3.29
213	70	59	192.2	3.23
214	63	52	191.7	3.66
215	75	50	192.6	3.84
216	68	43	192.1	4.47
217	67	48	192.0	4.02
218	58	63	191.3	3.02
219	62	53	191.6	3.58
220	71	38	192.3	5.07
221	73	56	192.4	3.44
222	66	49	191.9	3.93
223	68	65	192.0	2.94
224	61	58	191.5	3.29
225	70	59	192.2	3.23

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	76 di 89

226	63	52	191.7	3.66
227	75	50	192.6	3.84
228	68	43	192.1	4.47
229	67	48	192.0	4.02
230	58	63	191.3	3.02
231	62	53	191.6	3.58
232	71	38	192.3	5.07
233	73	56	192.5	3.46
234	66	49	191.9	3.95
235	68	65	192.1	2.95
236	61	58	191.5	3.31
237	70	59	192.2	3.25
238	63	52	191.7	3.69
239	75	50	192.6	3.87
240	69	43	192.1	4.50
241	67	47	192.0	4.05
242	58	63	191.3	3.04
243	62	53	191.6	3.61
244	71	38	192.3	5.11
245	73	56	192.5	3.46
246	66	49	191.9	3.95
247	68	65	192.1	2.95
248	61	58	191.5	3.31
249	70	59	192.2	3.25
250	63	52	191.7	3.69
251	75	50	192.6	3.87
252	69	43	192.1	4.50
253	67	47	192.0	4.05
254	58	63	191.3	3.04
255	62	53	191.6	3.61
256	71	38	192.3	5.11
257	21	19	188.5	9.95
258	30	3	189.2	55.35
259	28	11	189.1	16.75
260	19	27	188.4	7.03
261	40	23	189.9	8.30
262	37	28	189.7	6.76
263	40	23	189.9	8.30
264	37	28	189.7	6.76
265	38	25	189.8	7.66
266	41	20	190.0	9.69
267	40	23	189.9	8.30
268	37	28	189.7	6.76
269	38	25	189.8	7.66
270	41	20	190.0	9.69
271	40	23	189.9	8.30

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	77 di 89

272	37	28	189.7	6.76
273	38	25	189.8	7.66
274	41	20	190.0	9.69
275	38	25	189.8	7.66
276	41	20	190.0	9.69
277	40	22	189.9	8.64
278	37	27	189.7	6.99
279	40	22	189.9	8.64
280	37	27	189.7	6.99
281	38	24	189.8	7.95
282	41	19	190.0	10.16
283	40	22	189.9	8.64
284	37	27	189.7	6.99
285	38	24	189.8	7.95
286	41	19	190.0	10.16
287	40	22	189.9	8.64
288	37	27	189.7	6.99
289	38	24	189.8	7.95
290	41	19	190.0	10.16
291	38	24	189.8	7.95
292	41	19	190.0	10.16
293	37	24	189.7	7.80
294	34	30	189.5	6.42
295	37	24	189.7	7.80
296	34	30	189.5	6.42
297	35	26	189.6	7.23
298	38	21	189.8	9.01
299	37	24	189.7	7.80
300	34	30	189.5	6.42
301	35	26	189.6	7.23
302	38	21	189.8	9.01
303	37	24	189.7	7.80
304	34	30	189.5	6.42
305	35	26	189.6	7.23
306	38	21	189.8	9.01
307	35	26	189.6	7.23
308	38	21	189.8	9.01
309	37	21	189.7	8.89
310	34	27	189.5	7.15
311	37	21	189.7	8.89
312	34	27	189.5	7.15
313	35	23	189.6	8.16
314	38	18	189.8	10.50
315	37	21	189.7	8.89
316	34	27	189.5	7.15
317	35	23	189.6	8.16



PROGETTO DEFINITIVO
POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA
QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO -
PAVIA
FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE
EMANUELE

Tombini 3.0 x 2.0 m
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	78 di 89

318	38	18	189.8	10.50
319	37	21	189.7	8.89
320	34	27	189.5	7.15
321	35	23	189.6	8.16
322	38	18	189.8	10.50
323	35	23	189.6	8.16
324	38	18	189.8	10.50

9.7.2 Taglio

La sezione non necessita di armatura a taglio.

Nome Combinazione	VE _{dy}	NE _d	sc _p	VR _{d,c}	VR _{cd,y}	VR _{sd,y}	VR _{d,y}	C.S.y,min
	KN	KN	MPa	N	KN	KN	KN	
<i>G3_0.5_3</i>	<i>24.547</i>	<i>67.507</i>	<i>0.225023</i>	<i>161.7074</i>				<i>6.588</i>

9.7.3 Fessurazione

	<i>Formazione</i>	<i>ss</i>	<i>ssr</i>	<i>k3</i>	<i>Aeff</i>	<i>s</i>	<i>srm</i>	<i>esm</i>	<i>wm</i>	<i>wd</i>	
	<i>fessure</i>	[MPa]	[MPa]	[-]	[mm ²]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]	
1	Fessurata	-101	-94	0.125	98948	100	204	0.0003	0.059	0.100	Verificato
2	Fessurata	-115	-95	0.125	99519	100	204	0.0004	0.077	0.132	Verificato
3	Fessurata	-107	-95	0.125	99214	100	204	0.0003	0.066	0.112	Verificato
4	Fessurata	-92	-93	0.125	98554	100	203	0.0002	0.046	0.079	Verificato
5	Non fessurata	0	-26	0.125							
6	Non fessurata	0	-40	0.125							
7	Non fessurata	0	-31	0.125							
8	Non fessurata	0	-17	0.125							
9	Fessurata	-97	-94	0.125	98746	100	204	0.0003	0.053	0.091	Verificato
10	Fessurata	-111	-95	0.125	99357	100	204	0.0004	0.073	0.123	Verificato
11	Fessurata	-103	-94	0.125	99030	100	204	0.0003	0.061	0.103	Verificato
12	Fessurata	-89	-93	0.125	98321	100	203	0.0002	0.041	0.070	Verificato
13	Non fessurata	0	-22	0.125							
14	Non fessurata	0	-36	0.125							
15	Non fessurata	0	-27	0.125							
16	Non fessurata	0	-13	0.125							
17	Fessurata	-101	-94	0.125	98948	100	204	0.0003	0.059	0.100	Verificato
18	Fessurata	-115	-95	0.125	99519	100	204	0.0004	0.077	0.132	Verificato
19	Fessurata	-107	-95	0.125	99214	100	204	0.0003	0.066	0.112	Verificato
20	Fessurata	-92	-93	0.125	98554	100	203	0.0002	0.046	0.079	Verificato
21	Fessurata	-97	-94	0.125	98746	100	204	0.0003	0.053	0.091	Verificato
22	Fessurata	-111	-95	0.125	99357	100	204	0.0004	0.073	0.123	Verificato
23	Fessurata	-103	-94	0.125	99030	100	204	0.0003	0.061	0.103	Verificato
24	Fessurata	-89	-93	0.125	98321	100	203	0.0002	0.041	0.070	Verificato
25	Non fessurata	0	-63	0.125							
26	Non fessurata	0	-77	0.125							
27	Non fessurata	0	-69	0.125							
28	Non fessurata	0	-55	0.125							
29	Non fessurata	0	-26	0.125							
30	Non fessurata	0	-40	0.125							
31	Non fessurata	0	-31	0.125							
32	Non fessurata	0	-17	0.125							
33	Non fessurata	0	-60	0.125							
34	Non fessurata	0	-74	0.125							
35	Non fessurata	0	-65	0.125							
36	Non fessurata	0	-51	0.125							
37	Non fessurata	0	-22	0.125							
38	Non fessurata	0	-36	0.125							
39	Non fessurata	0	-27	0.125							
40	Non fessurata	0	-13	0.125							

41	Non fessurata	0	-63	0.125							
42	Non fessurata	0	-77	0.125							
43	Non fessurata	0	-69	0.125							
44	Non fessurata	0	-55	0.125							
45	Non fessurata	0	-60	0.125							
46	Non fessurata	0	-74	0.125							
47	Non fessurata	0	-65	0.125							
48	Non fessurata	0	-51	0.125							
49	Fessurata	-101	-94	0.125	98948	100	204	0.0003	0.059	0.100	Verificato
50	Fessurata	-115	-95	0.125	99519	100	204	0.0004	0.077	0.132	Verificato
51	Fessurata	-107	-95	0.125	99214	100	204	0.0003	0.066	0.112	Verificato
52	Fessurata	-92	-93	0.125	98554	100	203	0.0002	0.046	0.079	Verificato
53	Fessurata	-97	-94	0.125	98746	100	204	0.0003	0.053	0.091	Verificato
54	Fessurata	-111	-95	0.125	99357	100	204	0.0004	0.073	0.123	Verificato
55	Fessurata	-103	-94	0.125	99030	100	204	0.0003	0.061	0.103	Verificato
56	Fessurata	-89	-93	0.125	98321	100	203	0.0002	0.041	0.070	Verificato

9.8 RIEPILOGO VERIFICHE

Nel seguito per le varie posizioni dei due treni di carico si riportano le verifiche riassuntive delle verifiche allo SLU.

01_SW2 SIMM						
SEZ.	VERIFICA	COMBO	N[KN]	M[KN m]	V[KN]	C.S.
1	Presso-flessione	G3_1_5	0	111	-	1.69
	Taglio	G3_1_57	0	-	209	1.09
2	Presso-flessione	G3_1_77	0	-86	-	1.81
	Taglio	0	0	0	0	4.91
3	Presso-flessione	G3_1_1	0	-	114	3.19
	Taglio	G3_1_83	259	-123	-	1.92
4	Presso-flessione	G3_1_83	260	0	-124	1.56
	Taglio	G3_1_83	140	-116	-	1.71
5	Presso-flessione	G3_1_53	136	0	-221	1.04
	Taglio	G1_3	102	101	-	1.93
6	Presso-flessione	G3_0.5_3	68	-	25	6.59
	Taglio	G3_1_5	232	-115	-	1.77

02_SW2 ASIMM						
SEZ.	VERIFICA	COMBO	N[KN]	M[KN m]	V[KN]	C.S.
1	Pressoflessione	G3_1_5	0	148	-	1.261
	Taglio	G3_1_57	0	-	210	1.089
2	Pressoflessione	G1_25	0	-91	-	1.720
	Taglio	G3_1_1	0	-	114	1.548
3	Pressoflessione	G3_1_83	241	-90	-	2.610
	Taglio	G3_1_83	241	0	-92	2.077
4	Pressoflessione	G3_1_83	108	-82	-	2.385
	Taglio	G3_1_53	104	0	-202	1.132
5	Pressoflessione	G3_1_3	70	105	-	1.827
	Taglio	G3_1_3	70	-	43	3.735
6	Pressoflessione	G3_1_5	213	-151	-	1.342
	Taglio	G3_1_3	213	-	171	1.045

03_LM71 SIMM						
SEZ.	VERIFICA	COMBO	N[KN]	M[KN m]	V[KN]	C.S.
1	Pressoflessione	G3_1_5	0	113	-	1.660
	Taglio	G3_1_57	0	-	229	0.998
2	Pressoflessione	G1_25	0	-98	-	1.599
	Taglio	G3_1_1	0	-	114	3.386
3	Pressoflessione	G3_1_83	284	-128	-	1.857
	Taglio	G3_1_83	285	0	-117	1.671
4	Pressoflessione	G3_1_83	131	-119	-	1.658
	Taglio	G3_1_53	128	0	-241	0.949
5	Pressoflessione	G1_3	95	113	-	1.710
	Taglio	G3_0.5_3	64	-	23	6.971
6	Pressoflessione	G3_1_5	259	-119	-	1.735
	Taglio	G3_1_3	259	-	130	1.408

04_LM71 ASIMM						
SEZ.	VERIFICA	COMBO	N[KN]	M[KN m]	V[KN]	C.S.
1	Pressoflessione	G3_1_5	0	136	-	1.375
	Taglio	G3_1_57	0	-	230	0.995
2	Pressoflessione	G3_1_77	0	-98	-	1.596
	Taglio	G3_1_1	0	-	114	2.078
3	Pressoflessione	G3_1_83	273	-111	-	2.138
	Taglio	G3_1_83	274	0	-112	1.739
4	Pressoflessione	G3_1_83	130	-102	-	1.929
	Taglio	G3_1_53	126	0	-231	0.992
5	Pressoflessione	G1_3	94	114	-	1.707
	Taglio	G3_1_3	94	-	34	4.893
6	Pressoflessione	G3_1_5	249	-140	-	1.463
	Taglio	G3_1_3	248	-	161	1.132

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE												
Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE-ENTE</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26</td> <td>CLRI0003002</td> <td>A</td> <td>86 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	86 di 89
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	86 di 89								

10 VERIFICHE LONGITUDINALI

Nel presente paragrafo sono riportati i criteri da utilizzare sulla singola opera per la determinazione del quantitativo di armatura longitudinale.

LUNGHEZZA OPERA SCATOLARE <20m

Per lunghezze dei conci dello scatolare inferiori a 20m non si effettua il calcolo dell'armatura longitudinale e si dispone il quantitativo minimo.

La minima armatura longitudinale da disporre è pari al 20% dell'armatura trasversale disposta in mezzzeria della sezione trasversale stessa.

LUNGHEZZA OPERA SCATOLARE ≥20m

Per lunghezze dei conci superiori a 20m si effettua il dimensionamento dell'armatura longitudinale considerando l'azione di trazione che si sviluppa per effetto dell'attrito offerto dal terreno.

La formulazione per il calcolo di tale azione (e quindi dell'armatura longitudinale antiritiro) è mutuata dall'EC2:

$$A_s = \text{armatura longitudinale} = N_{tr} / \sigma_s$$

in cui:

$$N_{tr} = k_c \times k \times \sigma_{tr} \times A_c \quad \text{azione normale di trazione dovuta alle } \sigma_r \text{ di ritiro}$$

$$\sigma_s \quad \text{massima tensione ammessa nell'armatura}$$

$$A_c \quad \text{area della sezione di cls che si ritira}$$

$$\sigma_{tr} = \sigma_r \times E_c / 3 \quad \text{tensione di trazione indotta dal ritiro}$$

$$k_c = 1.0 \quad \text{coefficiente di distribuzione delle tensioni nella sezione}$$

$k=0.8$ per $h \leq 30\text{cm}$, 0.5 per $h \geq 80\text{cm}$ coefficiente che tiene conto degli effetti di tensione autoequilibrate non uniforme

Per tenere in conto del fatto che il grado di impedimento del terreno sullo scatolare è parziale e non totale si fa riferimento alla norma ACI 207.2R-95 che propone di utilizzare il seguente coefficiente:

$$K_r = [(L/H-2)/(L/H+1)]^{h/H} \quad \text{grado di impedimento}$$

$$m = 1/(1+A_c/At \cdot E_c/E_t) \quad \text{moltiplicatore del grado di impedimento}$$

L = lunghezza del concio di scatolare

H = altezza dell'elemento di cls a contatto con il terreno

$h = H/2$ = altezza all'interno dell'elemento in cui si valuta il grado di impedimento

E_c = modulo elastico del cls ridotto a 1/3 per tenere in conto gli effetti viscosi

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA FASE 1 - QUADRUPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE</p>												
<p>Tombini 3.0 x 2.0 m <i>Relazione di calcolo</i></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">FASE-ENTE</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26</td> <td>CLRI0003002</td> <td>A</td> <td>87 di 89</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	87 di 89
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLRI0003002	A	87 di 89								

E_t = modulo elastico del terreno

A_c = area dell'elemento in cls

A_t = superficie del terreno a contatto

Per la determinazione di E_t si considerano le seguenti ipotesi:

E_{t1} = terreno a contatto con la soletta di fondazione = 750 MPa

E_{t2} = terreno a contatto con la soletta di copertura = 300 MPa

E_{t3} = terreno a contatto con i piedritti = 525 MPa

$E_t = (E_{t1} \cdot A_{sf} + E_{t2} \cdot A_s + E_{t3} \cdot A_{sp}) / (A_{sf} + A_s + A_{sp})$

In cui

A_{sf} = sezione della soletta inferiore

A_s = sezione della soletta superiore

A_{sp} = sezione dei piedritti

A seguito di quanto esposto, prendendo in considerazione una striscia di larghezza unitaria pari a 1.00m, l'armatura antiritiro longitudinale si ottiene da:

$$A_s = (k_c \cdot k \cdot \sigma_{tr} \cdot A_c / \sigma_s) \cdot m \cdot K_r$$

Per il calcolo della tensione di trazione dovuta al ritiro, sempre utilizzando le prescrizioni dell'EC2, è stata calcolata mediante le seguenti formule:

$$\sigma_{tr} = \sigma_{cs,m} \cdot E_{cs} / 3$$

in cui:

$\sigma_{cs}(t_1, t_0) = \sigma_{cr0} \cdot \sigma_s(t_1 - t_0)$ deformazione di ritiro del cls

$\sigma_{cr0} = \sigma_s(f_{cm}) \cdot \sigma_{RH}$ coefficiente nominale di ritiro

$\sigma_s(t_1, t_0) = [(t_1 - t_0) / (0.035 \cdot h_0^2 + t_1 - t_0)]^{0.5}$ coefficiente di sviluppo del ritiro nel tempo

$\sigma_s(f_{cm}) = [160 + \sigma_{sc} \cdot (90 - f_{cm})] \cdot 10^{-6}$ fattore che tiene conto della R_{ck}

$\sigma_{RH} = 1.55 \cdot [1 - (RH/100)]^3$ fattore che tiene conto delle condizioni di maturazione

$f_{cm} = 0.83 \cdot R_{ck} + 8$ [MPa] resistenza media a compressione del cls

$t_0 = 1$ età del cls all'inizio della contrazione

$t_1 = 18000$ età finale del cls (18000 giorni = 50 anni)

Calcolo armatura longitudinale anti ritiro: Parametri e verifica armatura			
Deformazione media di ritiro	ecs _m	0.00013	
Tensione per ritiro impedito	str	1.45086	MPa
Modulo terreno fondazione	Et1	10	MPa
Modulo terreno ricoprimento	Et2	10	MPa
Modulo terreno rinterro laterale	Et3	10	MPa
Modulo terreno medio	Et	10	MPa
Lunghezza concio scatolare	L	40000	mm
Altezza elemento equivalente	H	300	mm
Perimetro ext. Scatolare	p	12400	mm
Coeff. di distribuzione delle tensioni	kc	1	
Coeff. effetti tensioni autoequilibrate	K	0.8	
Grado di impedimento	Kr	0.98877	
Moltiplicatore Kr	m	0.11017	
Tensione di lavoro assunta	ss _L	220	MPa
Armatura longitudinale inserita / m	1+1Ø 12 / 20		
Verifica	OK		
coefficiente di sicurezza C.S.	6.554113723		

La scelta del diametro della armatura longitudinale tiene conto anche del contenuto minimo richiesto in questa direzione.