

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRAR:

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

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO DEFINITIVO

**Cavalcaferrovia Strada Interporto Rivalta Scrivia
Alla Pk49+226 - Relazione di calcolo**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing.P.P.Marcheselli	

COMMESSA

I 3 0 1

LOTTO

0 4

FASE

D

ENTE

C V

TIPO DOC.

C L

OPERA/DISCIPLINA

I V 1 5 0 0

PROGR.

0 0 1

REV.

A

Progettazione:

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	K. Germani 	08/01/2019	A. Nastasi 	08/01/2019	A. Mancarella 	08/01/2019	 Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n.Elab.:

File: A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC</p> <p>Relazione di calcolo</p> <p>Foglio 2 di 273</p>

1.	PREMESSA E DESCRIZIONE DELLE OPERE	10
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	12
2.1.	Leggi ed Ordinanze	12
2.2.	Decreti.....	12
2.3.	Circolari.....	12
2.4.	Normativa per la progettazione di viadotti ed opere di scavalco ferroviarie	12
2.5.	Eurocodici	12
2.6.	Norme UNI	13
3.	UNITA' DI MISURA	13
4.	MATERIALI	14
4.1.	Calcestruzzi	14
4.1.1.	Calcestruzzo per sottofondazioni	14
4.1.2.	Calcestruzzo per pali di fondazione (spalle e muri contro terra)	14
4.1.3.	Calcestruzzo per zattere di fondazione spalle.....	14
4.1.4.	Calcestruzzo per strutture in elevazione spalle	15
4.1.5.	Calcestruzzo per baggioli e ritegni sismici spalle	15
4.1.6.	Calcestruzzo per solette, velette e lastre prefabbricate.....	16
4.1.7.	Calcestruzzo per strutture di fondazione muri controterra.....	16
4.1.8.	Calcestruzzo per strutture in elevazione muri controterra	17
4.2.	Acciai	17
4.2.1.	Acciaio per barre di armatura lenta	18
4.2.2.	Acciaio per opere in carpenteria metallica	18
4.2.3.	Piastrame per opere in carpenteria metallica.....	18
4.2.4.	Bulloneria e dadi	18
5.	ZONIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA	19
5.1.	Identificazione della località e dei parametri sismici generali	19
5.2.	Definizione della strategia progettuale	20

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC</p> <p>Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio</p> <p>3 di 273</p>

5.3.	Parametri di calcolo	21
5.3.1.	Parametri numerici sismici	21
5.3.2.	Categoria dei terreni di fondazione e categoria topografica	22
5.3.3.	Categoria dei terreni di fondazione e categoria topografica	22
5.3.4.	Fattori di struttura	23
5.4.	Definizione dello spettro di progetto elastico per lo SLV	23
6.	CLASSIFICAZIONE DEI PROFILI METALLICI	26
6.1.	Travi principali	27
6.1.1.	Concio tipo 01	27
6.1.2.	Concio tipo 02	28
6.2.	Trasversi	29
6.2.1.	Trasversi correnti	29
6.2.2.	Trasversi di testata	30
7.	DEFINIZIONE DELLA LARGHEZZA COLLABORANTE DELLA SOLETTA	31
7.1.1.	Trave T ₁ esterna (lato esterno della carreggiata)	32
7.1.2.	Trave T ₂ centrale	32
7.1.3.	Trave T ₃ esterna (lato interno della carreggiata)	32
8.	ANALISI DEI CARICHI	34
8.1.	Peso proprio delle strutture	34
8.1.1.	Strutture metalliche	34
8.1.2.	Strutture in calcestruzzo armato	34
8.1.3.	Soletta dell'impalcato	34
8.2.	Carichi permanenti portati	35
8.2.1.	Cordoli laterali	35
8.2.2.	Pavimentazione stradale	35
8.2.3.	Peso della barriera guard-rail	35
8.2.4.	Peso della veletta con rete di protezione	35
8.2.5.	Distribuzione dei carichi permanenti sulle travi principali	36
8.3.	Altre azioni permanenti	38

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Foglio Relazione di calcolo 4 di 273

8.3.1.	Spinta delle terre a tergo delle spalle	38
8.3.2.	Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo delle spalle	39
8.4.	Distorsioni e presollecitazioni di progetto	39
8.5.	Ritiro del calcestruzzo	39
8.6.	Effetti della viscosità e definizione dei coefficienti di omogeneizzazione	40
8.7.	Resistenze parassite dei vincoli	41
8.8.	Carichi accidentali	41
8.8.1.	Carichi da traffico veicolare	41
8.8.2.	Carico da folla	43
8.8.3.	Azione longitudinale della frenatura	43
8.8.4.	Azione centrifuga	44
8.8.5.	Azione del vento	44
8.8.6.	Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo delle spalle	46
8.8.7.	Variazione termica uniforme longitudinale	46
8.8.8.	Variazione termica differenziale	46
8.8.9.	Urto da autoveicolo in fase di svio	60
8.8.10.	Azioni sui parapetti.....	60
8.8.11.	60
8.9.	Azioni sismiche	61
8.9.1.	Azione inerziale delle masse.....	61
8.9.2.	Sovrappinta dinamica dei terreni.....	61
9.	COMBINAZIONI DI CARICO.....	62
9.1.	Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Combinazioni quasi-permanenti.....	62
9.2.	Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Combinazioni frequenti.....	62
9.3.	Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Combinazioni caratteristiche	63
9.4.	Combinazioni di carico allo Stato Limite Ultimo statiche	63
9.5.	Combinazione di carico sismiche.....	65
10.	IMPALCATO - MODELLI DI CALCOLO	66

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 5 di 273

10.1.	Modellazione delle travi principali	67
10.1.1.	Trave T1 – Concio 01.....	68
10.1.2.	Trave T1 – Concio 02.....	70
10.1.3.	Trave T2 – Concio 01.....	72
10.1.4.	Trave T2 – Concio 02.....	74
10.1.5.	Trave T3 – Concio 01.....	76
10.1.6.	Trave T3 – Concio 02.....	78
10.2.	Modellazione dei trasversi e della soletta.....	80
11.	IMPALCATO - SOLLECITAZIONI SULLE TRAVI PRINCIPALI.....	83
11.1.	Peso proprio e soletta	83
11.2.	Carichi permanenti portati	83
11.3.	Carichi mobili (traffico veicolare e folla).....	84
11.4.	Azione del vento	85
11.5.	Tabelle di riepilogo delle azioni sollecitanti	86
11.5.1.	Trave T1.....	87
11.5.2.	Trave T2.....	89
11.5.3.	Trave T3.....	91
12.	IMPALCATO - VERIFICA STRUTTURALE DELLE TRAVI PRINCIPALI	93
12.1.	Definizione delle verifiche eseguite	93
12.2.	Definizione delle sezioni di verifica	93
12.3.	Trave T1 – Concio 01 – Sezione di testata	94
12.4.	Trave T1 – Concio 01 – Sezione di giunto	100
12.5.	Trave T1 – Concio 02 – Sezione in mezzeria	106
13.	IMPALCATO – VERIFICHE STRUTTURALI DEI TRASVERSI.....	112
13.1.	Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche sui trasversi correnti	112
13.2.	Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo sui trasversi correnti.....	116
13.3.	Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche sui trasversi di testata	118
13.4.	Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo sui trasversi di testata	119
13.5.	Verifica strutturale dei trasversi correnti.....	121

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 6 di 273</p>

13.6.	Verifica strutturale del trasverso di testata	122
14.	IMPALCATO – VERIFICHE STRUTTURALI DEI GIUNTI BULLONATI	123
14.1.	Travi principali	123
14.2.	Trasversi correnti	127
14.3.	Trasversi di testata.....	131
15.	IMPALCATO - VERIFICHE A FATICA	135
15.1.	Criteri di verifica utilizzati.....	135
15.2.	Verifiche per vita illimitata	136
15.3.	Carichi utilizzati	136
15.4.	Valutazione del limite di fatica per le travi principali e i trasversi.....	138
15.5.	Tabella di riepilogo delle azioni sollecitanti per le verifiche a fatica.....	142
15.5.1.	Trave principale T1	142
15.5.2.	Trasversi correnti	146
15.5.3.	Trasversi di testata.....	150
15.6.	Verifica a fatica delle piattabande e delle anime delle travi principali.....	152
15.6.1.	Elementi soggetti a tensione normale	152
15.6.2.	Elementi soggetti a tensione tangenziale	152
15.7.	Verifica a fatica delle piolature delle travi principali.....	152
15.8.	Verifica a fatica delle piattabande e delle anime dei trasversi	153
15.8.1.	Elementi soggetti a tensione normale	153
15.8.2.	Elementi soggetti a tensione tangenziale	153
16.	TRAVI PRINCIPALI – CALCOLO DELLA CONTROMONTA	154
17.	SPALLA FISSA	155
17.1.	Azioni sollecitanti agenti alla base del paraghiaia	155
17.1.1.	Determinazione delle azioni sollecitanti	155
17.1.2.	Riepilogo delle azioni sollecitanti caratteristiche	156
17.1.3.	Definizione delle azioni sollecitanti di calcolo.....	157
17.1.4.	Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo.....	157
17.2.	Verifiche di resistenza della sezione di spiccato del paraghiaia.....	157

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC</p> <p>Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio</p> <p>7 di 273</p>

17.2.1.	Sezione resistente e armatura di verifica	158
17.2.2.	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Quasi Permanente	158
17.2.3.	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Frequente	158
17.2.4.	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Caratteristica.....	159
17.2.5.	Verifica allo Stato Limite di fessurazione.....	161
17.2.6.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione retta	162
17.2.7.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio.....	163
17.3.	Azioni sollecitanti agenti alla base del muro frontale.....	164
17.3.1.	Determinazione delle azioni sollecitanti	164
17.3.2.	Riepilogo delle azioni sollecitanti caratteristiche	168
17.3.3.	Definizione delle azioni sollecitanti di calcolo.....	169
17.3.4.	Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo.....	171
17.4.	Verifiche di resistenza della sezione di spiccato del muro frontale	172
17.4.1.	Sezione resistente e armatura di verifica	172
17.4.2.	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Quasi Permanente	172
17.4.3.	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Frequente	173
17.4.4.	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Caratteristica.....	174
17.4.5.	Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione SLE – Quasi Permanente	175
17.4.6.	Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione SLE – Frequente	176
17.4.7.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione retta	177
17.4.8.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio.....	178
17.5.	Azioni sollecitanti alla base della zattera di fondazione	179
17.5.1.	Determinazione delle azioni sollecitanti	179
17.5.2.	Riepilogo delle azioni sollecitanti caratteristiche	184

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC</p> <p>Relazione di calcolo</p> <p>Foglio 8 di 273</p>

17.5.3.	Definizione delle azioni sollecitanti di calcolo.....	185
17.5.4.	Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo.....	189
17.6.	Valutazione dell'azione normale sui pali di fondazione	190
17.7.	Valutazione delle azioni sollecitanti sui pali di fondazione	194
17.7.1.	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti.....	195
17.7.2.	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti.....	196
17.7.3.	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche.....	197
17.7.4.	Combinazioni allo Stato Limite Ultimo - STR	198
17.7.5.	Combinazioni allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita.....	199
17.7.6.	Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo.....	200
17.8.	Verifica strutturale dei pali di fondazione.....	200
17.8.1.	Sezione resistente e armatura di verifica in direzione verticale.....	200
17.8.2.	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Quasi Permanente	201
17.8.3.	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Frequente 203	
17.8.4.	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Caratteristica.....	205
17.8.5.	Verifica allo Stato Limite di fessurazione.....	206
17.8.6.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione retta	207
17.8.7.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio.....	211
17.9.	Verifiche di resistenza della zattera di fondazione	212
17.9.1.	Sezione resistente e armatura di verifica	213
17.9.2.	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Quasi Permanente	214
17.9.3.	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Frequente 215	
17.9.4.	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Caratteristica.....	216
17.9.5.	Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione SLE – Quasi Permanente	217

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC</p> <p>Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio</p> <p>9 di 273</p>

17.9.6.	Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione SLE – Frequente	218
17.9.7.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione retta	219
17.9.8.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio	220
17.9.9.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per punzonamento	221
18.	SPALLA MOBILE	223
19.	SOLETTA ED EFFETTI LOCALI – VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI	224
19.1.	Analisi dei carichi	224
19.1.1.	Peso proprio e permanenti portati	224
19.1.2.	Carichi mobili da traffico	224
19.1.3.	Carichi mobili da folla	225
19.1.4.	Urto da autoveicolo in fase di svio	225
19.1.5.	Azioni sui parapetti	225
19.2.	Calcolo delle sollecitazioni – Spiccato dello sbalzo	225
19.2.1.	Carichi Permanenti	226
19.2.2.	Carichi Mobili	227
19.2.3.	Urto di veicoli in svio	230
19.2.4.	Azioni sui parapetti	230
19.3.	Calcolo delle sollecitazioni – Sezione in campata	230
19.3.1.	Carichi Permanenti	230
19.3.2.	Carichi Mobili	232
19.4.	Calcolo delle sollecitazioni – Sezione di appoggio centrale	235
19.4.1.	Carichi Permanenti	235
19.4.2.	Carichi Mobili	237
19.5.	Azioni sollecitanti di calcolo	241
20.	SOLETTA ED EFFETTI LOCALI – VERIFICHE STRUTTURALI	246
20.1.	Sezione e armatura di verifica	246
20.2.	Sezione agli appoggi – Verifiche strutturali	246
20.2.1.	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni	247
20.2.2.	Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione Quasi Permanente	250

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 10 di 273

20.2.3.	Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione Frequente	251
20.2.4.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione – Combinazione STR252	
20.2.5.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione – Combinazione eccezionale.....	253
20.2.6.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio – Combinazione STR.....	254
20.2.7.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio – Combinazione Eccezionale...	255
20.3.	Sezione in campata – Verifiche strutturali	256
20.3.1.	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni	256
20.3.2.	Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione Quasi Permanente	259
20.3.3.	Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione Frequente	260
20.3.4.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione – Combinazione STR261	
20.3.5.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione – Combinazione eccezionale.....	262
20.3.6.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio – Combinazione STR.....	263
20.3.7.	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio – Combinazione Eccezionale...	264
20.4.	Verifica delle lastre prefabbricate	265
20.4.1.	Caratteristiche del traliccio e definizione delle fasi di getto	265
20.4.2.	Armatura del traliccio	265
20.4.3.	Verifica del traliccio	265
21.	APPOGGI E GIUNTI	267
21.1.	Apparecchi d'appoggio	267
21.2.	Giunto di dilatazione sulla spalla mobile	268
22.	VERIFICA DELLE SELLE DI SOLLEVAMENTO.....	269
22.1.	Carichi assegnati	270
22.2.	Definizione del modello di calcolo e dello schema statico adottato.....	270
22.3.	Valutazione delle sollecitazioni e verifica	271

1. PREMESSA E DESCRIZIONE DELLE OPERE

La presente relazione di calcolo riporta il dimensionamento e le verifiche strutturali dell'impalcato a struttura mista acciaio – calcestruzzo del viadotto IV-15 nell'ambito del

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 11 di 273

progetto definitivo *“Infrastrutture ferroviarie strategiche definite dalla Legge Obiettivo n.443/01 – Tratta A.V./A.C. Terzo Valico dei Giovi”*.

L’opera si sviluppa su un’unica campata isostatica per una luce complessiva di 38 m (appoggio-appoggio) su due carreggiate separate. La larghezza trasversale complessiva dell’impalcato per singola carreggiata è di 10,25 m: la sede stradale della carreggiata comprende due corsie di marcia da 3,25 m, affiancate da una banchina esterna larga 1,00 m e da una banchina interna larga 50 cm; sul ciglio esterno è presente un marciapiede di servizio di larghezza pari a 1,50 m, realizzato con un ringrosso della soletta, a cui sono ancorati, a mezzo di tirafondi, le barriere metalliche di protezione a tripla onda in acciaio.

Il ponte è realizzato con travi in acciaio, a cui è solidarizzata, per mezzo di connettori a piolo, la soletta di calcestruzzo gettata in opera; le tre travi principali sono collegate dai traversi ad anima piena, oltre che dagli elementi orizzontali di controvento per le operazioni di varo. La casseratura del getto per la soletta è affidata a predalles prefabbricate di spessore pari a 7 cm.

Lo spessore strutturale della soletta in calcestruzzo è di 25 cm (escluse le predalles). Le travi principali, di altezza pari a 2,0 m, presentano un interasse di 3,85 m. Sono previste sezioni di irrigidimento dell’impalcato (ogni 4,75 m) mediante traversi incastrati in corrispondenza della mezza altezza della trave.

La spalla B (lato binario pari) è assunta come spalla sismica fissa, mentre la spalla A (lato binario dispari) è assunta come mobile.

Le strutture di fondazione sono di tipo profondo, realizzate mediante 24 pali di fondazione (per spalla) Ø1200 di lunghezza pari a 19,00 m.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 12 di 273

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli sono stati eseguiti nel rispetto della seguente normativa italiana:

2.1. Leggi ed Ordinanze

- L. 05.11.1971, n. 1086, “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- L. 02.02.1974, n. 64, “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- O.P.C.M. 20.03.2003 n. 3274, “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”

2.2. Decreti

- D.M. 17.01.2018, “Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- D.M. 05.11.2001, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”.

2.3. Circolari

- Circolare 02.02.2009 n. 617/C.S.LL.PP., “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008”.
- Circ. Min. LL.PP. 04.05.1990, n. 34233., “Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali”.

2.4. Normativa per la progettazione di viadotti ed opere di scavalco ferroviarie

- Istruzione n° I/SC/PS-OM/2298 “Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari – Istruzioni per la progettazione e il collaudo del 2 giugno 1995.”, completo delle relative integrazioni, emanata dall’ASA SERVIZI DI INGEGNERIA delle FS il 13.1.1997.
- Istruzione 44a “Criteri per la compilazione e l’esame dei progetti di cavalcavia sulla sede ferroviaria del 5/10/92”.
- Istruzione 44b “Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica”. Testo aggiornato della istruzione 44b del 14/11/96 approvato dal Consiglio Superiore dei LL.PP.
- Prescrizioni tecniche Italferr

2.5. Eurocodici

- UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1 – Parte 2), “Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti”.
- UNI EN 1992-1 (Eurocodice 2 – Parte 1), “Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Regole generali”.
- UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2 – Parte 2), “Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Ponti”.
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8 – Parte 2), “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Ponti”.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 13 di 273</p>

2.6. Norme UNI

- UNI EN 206-1:2006, “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione e conformità”.
- UNI 11104:2016, “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 2016-1”

3. UNITA' DI MISURA

Nei calcoli si farà uso delle seguenti unità di misura:

- per i carichi: kN/m^2 , kN/m , kN
- per i momenti: kNm
- per i tagli e sforzi normali: kN
- per le tensioni: N/mm^2
- per le accelerazioni: m/sec^2

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 14 di 273

4. MATERIALI

4.1. Calcestruzzi

4.1.1. Calcestruzzo per sottofondazioni

Per la realizzazione degli strati di sottofondazione delle spalle è stato previsto l'utilizzo di un calcestruzzo di classe di resistenza **C12/15** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C12/15	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	15,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	12,45	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	20,45	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	7,06	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	1,61	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1,13	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	0,75	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	22.076,01	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	25.978,94	[N/mm ²]

4.1.2. Calcestruzzo per pali di fondazione (spalle e muri contro terra)

Per la realizzazione dei pali di fondazione delle spalle e dei muri contro terra è stato previsto l'utilizzo di un calcestruzzo di classe di resistenza **C25/30** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C25/30	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	30,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	24,90	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	32,90	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	14,11	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	2,56	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1,79	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,19	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	31.220,19	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	30.440,77	[N/mm ²]

- Classe di esposizione → **XC2** (Norme UNI 11104:2016)
- Classe di resistenza minima → **C25/30** (Norme UNI 11104:2016)
- Massimo rapporto acqua/cemento → **0,60** (Norme UNI 11104:2016)
- Minimo contenuto in cemento → **300,00 kg/m³** (Norme UNI 11104:2016)
- Copriferro netto minimo → **c = 60 mm**

4.1.3. Calcestruzzo per zattere di fondazione spalle

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 15 di 273

Per la realizzazione delle zattere di fondazione delle spalle è stato previsto l'utilizzo di un calcestruzzo di classe di resistenza **C32/40** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	36.049,97	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

- Classe di esposizione → **XC2** (Norme UNI 11104:2016)
- Classe di resistenza minima → **C25/30** (Norme UNI 11104:2016)
- Massimo rapporto acqua/cemento → **0,60** (Norme UNI 11104:2016)
- Minimo contenuto in cemento → **300,00 kg/m³** (Norme UNI 11104:2016)
- Copriferro netto minimo → **c = 50 mm**

4.1.4. Calcestruzzo per strutture in elevazione spalle

Per la realizzazione delle elevazioni delle spalle è stato previsto l'utilizzo di un calcestruzzo di classe di resistenza **C32/40** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	36.049,97	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

- Classe di esposizione → **XC2** (Norme UNI 11104:2016)
- Classe di resistenza minima → **C25/30** (Norme UNI 11104:2016)
- Massimo rapporto acqua/cemento → **0,60** (Norme UNI 11104:2016)
- Minimo contenuto in cemento → **300,00 kg/m³** (Norme UNI 11104:2016)
- Copriferro netto minimo → **c = 50 mm**

4.1.5. Calcestruzzo per baggioli e ritegni sismici spalle

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Foglio Relazione di calcolo 16 di 273

Per la realizzazione dei baggioli e dei ritegni sismici delle spalle è stato previsto l'utilizzo di un calcestruzzo di classe di resistenza **C32/40** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	36.049,97	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

- Classe di esposizione → **XF2** (Norme UNI 11104:2016)
- Classe di resistenza minima → **C25/30** (Norme UNI 11104:2016)
- Massimo rapporto acqua/cemento → **0,50** (Norme UNI 11104:2016)
- Minimo contenuto in cemento → **340,00 kg/m³** (Norme UNI 11104:2016)
- Copriferro netto minimo → **c = 40 mm**

4.1.6. Calcestruzzo per solette, velette e lastre prefabbricate

Per la realizzazione delle solette gettate in opera e delle velette e delle lastre prefabbricate dell'impalcato è stato previsto l'utilizzo di un calcestruzzo di classe di resistenza **C32/40** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	36.049,97	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

- Classe di esposizione → **XF2** (Norme UNI 11104:2016)
- Classe di resistenza minima → **C25/30** (Norme UNI 11104:2016)
- Massimo rapporto acqua/cemento → **0,50** (Norme UNI 11104:2016)
- Minimo contenuto in cemento → **340,00 kg/m³** (Norme UNI 11104:2016)
- Copriferro netto minimo → **c = 30 mm**

4.1.7. Calcestruzzo per strutture di fondazione muri controterra

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 17 di 273

Per la realizzazione delle zattere di fondazione dei muri contro terra è stato previsto l'utilizzo di un calcestruzzo di classe di resistenza **C28/35** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C28/35	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R _{ck}	35,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f _{ck}	29,05	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f _{cm}	37,05	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f _{cd}	16,46	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f _{ctm}	2,83	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f _{ctk}	1,98	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f _{ctd}	1,32	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E _c	33.721,65	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E _{cm}	31.670,36	[N/mm ²]

- Classe di esposizione → **XC2** (Norme UNI 11104:2016)
- Classe di resistenza minima → **C25/30** (Norme UNI 11104:2016)
- Massimo rapporto acqua/cemento → **0,60** (Norme UNI 11104:2016)
- Minimo contenuto in cemento → **300,00 kg/m³** (Norme UNI 11104:2016)
- Copriferro netto minimo → **c = 50 mm**

4.1.8. Calcestruzzo per strutture in elevazione muri controterra

Per la realizzazione delle elevazioni dei muri contro terra è stato previsto l'utilizzo di un calcestruzzo di classe di resistenza **C28/35** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C28/35	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R _{ck}	35,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f _{ck}	29,05	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f _{cm}	37,05	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f _{cd}	16,46	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f _{ctm}	2,83	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f _{ctk}	1,98	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f _{ctd}	1,32	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E _c	33.721,65	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E _{cm}	31.670,36	[N/mm ²]

- Classe di esposizione → **XC2** (Norme UNI 11104:2016)
- Classe di resistenza minima → **C25/30** (Norme UNI 11104:2016)
- Massimo rapporto acqua/cemento → **0,60** (Norme UNI 11104:2016)
- Minimo contenuto in cemento → **300,00 kg/m³** (Norme UNI 11104:2016)
- Copriferro netto minimo → **c = 50 mm**

4.2. Acciai

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 18 di 273

4.2.1. Acciaio per barre di armatura lenta

Per le barre di armatura lenta degli elementi in cemento armato è stato previsto l'utilizzo di un acciaio tipo **B450C** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Tipologia di acciaio → **B450C**
- Tensione caratteristica di rottura → $f_{tk} = 540,00 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di snervamento → $f_{yk} = 450,00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo → $f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico → $E_s = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$

4.2.2. Acciaio per opere in carpenteria metallica

- Tipologia di acciaio → **S355J2**
- Tensione caratteristica di rottura → $f_{tk} = 510,00 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di snervamento → $f_{yk} = 355,00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo → $f_{yd} = 338,09 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico → $E_s = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$

4.2.3. Piastrame per opere in carpenteria metallica

- Tipologia di acciaio → **S355J2**
- Tensione caratteristica di rottura → $f_{tk} = 510,00 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di snervamento → $f_{yk} = 355,00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo → $f_{yd} = 338,09 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico → $E_s = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$

4.2.4. Bulloneria e dadi

- **Classe 10.9 UNI EN ISO 898-1:2001**
- $f_{t,b} = 1000,00 \text{ N/mm}^2$ (tensione caratteristica di rottura)
- $f_{y,d} = 900,00 \text{ N/mm}^2$ (tensione caratteristica di snervamento)

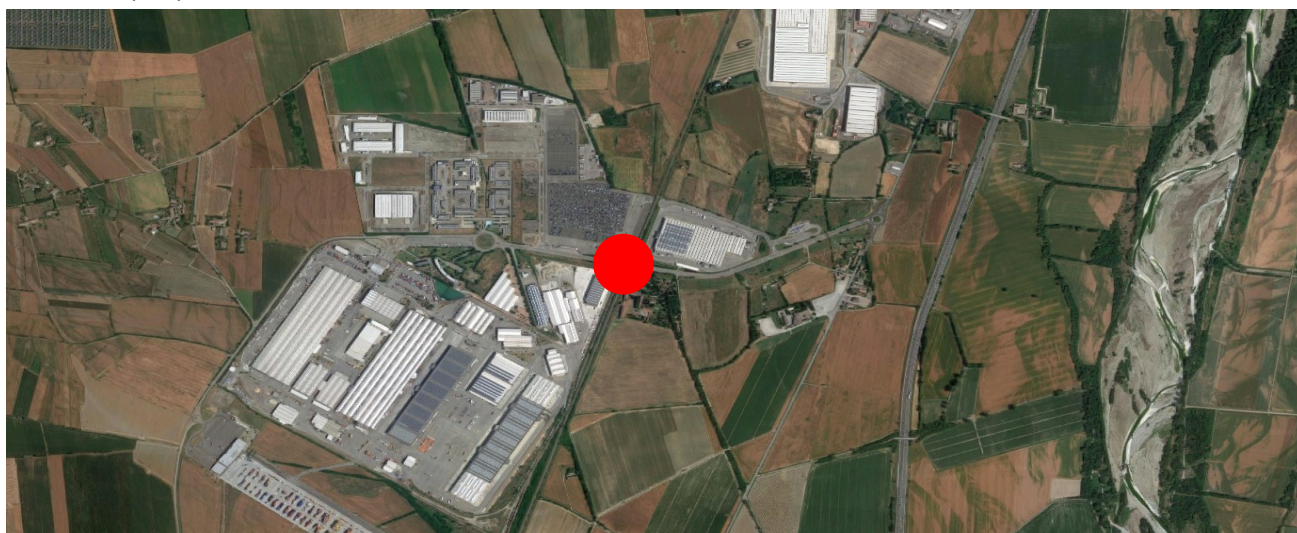
I dadi sono previsti di **Classe 8 UNI EN ISO 898-1:2001**.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 19 di 273

5. ZONIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA


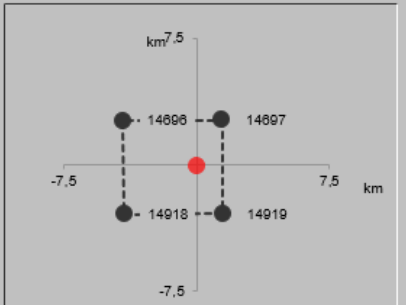
5.1. Identificazione della località e dei parametri sismici generali

Il viadotto oggetto della presente relazione è situato all'interno del territorio del Comune di Tortona (AL).



Il sito è definito dalle seguenti coordinate geografiche:

- Longitudine: **8,8173475**
- Latitudine: **44,8699532**

<input checked="" type="radio"/> Ricerca per coordinate	LONGITUDINE <input type="text" value="8,81735"/>	LATITUDINE <input type="text" value="44,86995"/>	
<input type="radio"/> Ricerca per comune	REGIONE <input type="text" value="Piemonte"/>	PROVINCIA <input type="text" value="Alessandria"/>	COMUNE <input type="text" value="Tortona"/>
Elaborazioni grafiche <input type="button" value="Grafici spettri di risposta"/> <input type="button" value="Variabilità dei parametri"/>	Reticolo di riferimento  <div data-bbox="1069 1422 1316 1579"> Controllo sul reticolo <input type="radio"/> Sito esterno al reticolo <input type="radio"/> Interpolazione su 3 nodi <input checked="" type="radio"/> Interpolazione corretta </div> <div data-bbox="1069 1601 1316 1691"> Interpolazione <input type="text" value="superficie rigata"/> </div> <p data-bbox="606 1769 941 1937"> La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate". </p>		
Elaborazioni <input type="button" value="Tabella parametri"/>	Nodi del reticolo intorno al sito 		
INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Foglio Relazione di calcolo 20 di 273

5.2. Definizione della strategia progettuale

In riferimento al D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, le opere sono progettate (in funzione dell’importanza strategica dell’infrastruttura) secondo i seguenti parametri:

- Vita Nominale dell’opera: **100 anni**

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

- Classe d’uso dell’opera: **IV**

2.4.2 CLASSI D’USO

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

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l’ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l’ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d’uso *III* o in Classe d’uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d’uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l’ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

- Coefficiente di utilizzo dell’opera: **2,00**

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d’uso C_U

CLASSE D’USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

- Vita di riferimento dell’opera: **200 anni**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 21 di 273

2.4.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.4.1)$$

Qui di seguito si riporta la sintesi delle scelte progettuali adottati con i tempi di ritorno dell'azione sismica identificati in funzione del singolo stato limite.

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N	100	info
Coefficiente d'uso della costruzione - c_U	2	info

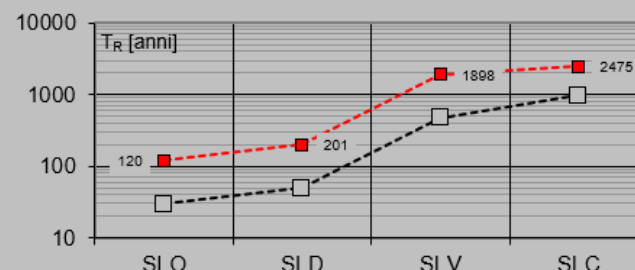
Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R	200	info
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R		info
Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	120
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	201
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	1898
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	2475

Elaborazioni

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

Strategia di progettazione



Stato Limite	Strategia per costruzioni ordinarie	Strategia scelta
SLO	~30	120
SLD	~50	201
SLV	~100	1898
SLC	~100	2475

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

5.3. Parametri di calcolo

5.3.1. Parametri numerici sismici

Sono stati definiti e utilizzati nei calcoli 3 differenti spettri di risposta di progetto:

- Spettro di progetto elastico valutato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per la valutazione delle azioni sismiche dovute alla massa delle strutture, del terreno e dei sovraccarichi direttamente gravanti su di esse.

Nella tabella successiva sono riportati i parametri numerici sismici per i periodi di ritorno associati ai diversi Stati Limite:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	
Foglio 22 di 273	

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	120	0,044	2,487	0,249
SLD	201	0,056	2,484	0,261
SLV	1898	0,141	2,455	0,279
SLC	2475	0,155	2,459	0,281

5.3.2. Categoria dei terreni di fondazione e categoria topografica

Il terreno di fondazione è classificato simicamente come di **categoria B**.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

5.3.3. Categoria dei terreni di fondazione e categoria topografica

Considerando che il territorio si presenta essenzialmente pianeggiante e privo di significati salti di quota la categoria topografica del sito è stata assunta pari a **categoria T₁**.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 23 di 273

5.3.4. Fattori di struttura

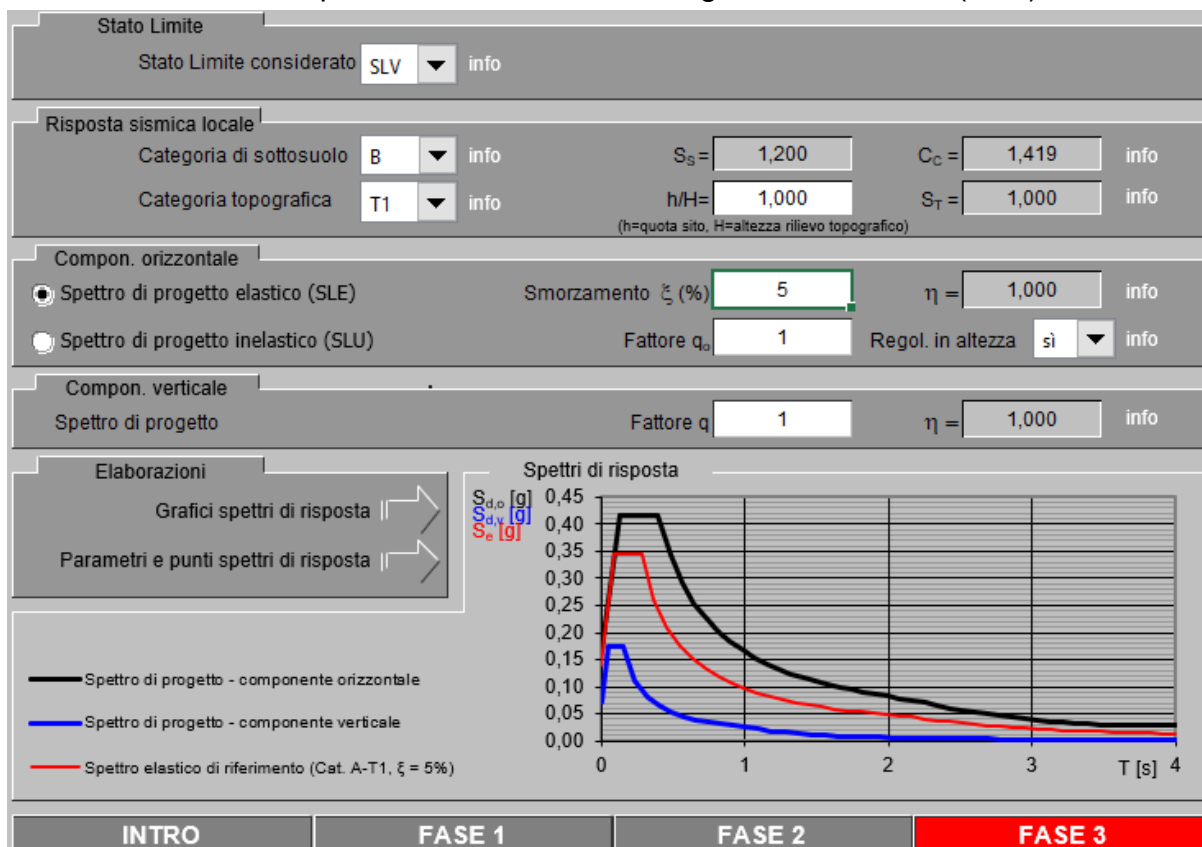
A favore di sicurezza il calcolo e le verifiche sono stati effettuati in campo elastico.

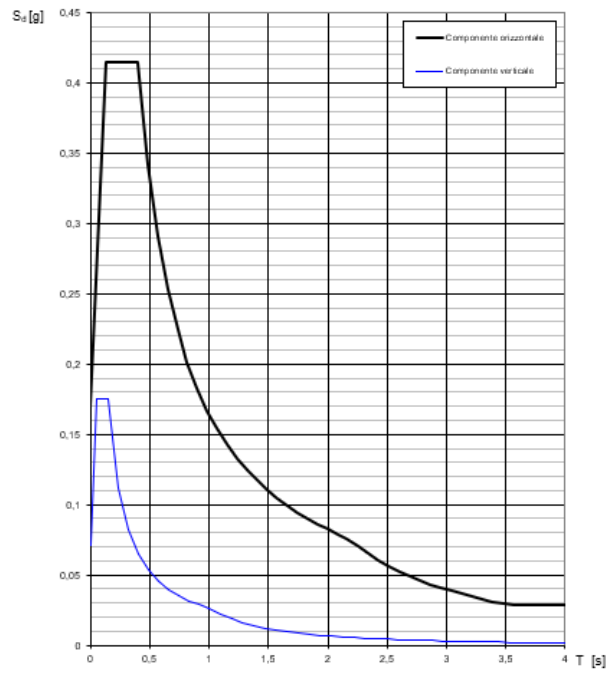
Il fattore di struttura è stato pertanto posto pari a $q = 1,00$.

Lo spettro di progetto adottato sarà pertanto identico allo spettro elastico.

5.4. Definizione dello spettro di progetto elastico per lo SLV

Nell'immagine successiva è riportata la determinazione dei parametri dello spettro di risposta elastico valutato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV):





Nella tabella successiva sono riportati analiticamente i parametri sismici ed i valori delle accelerazioni normalizzate in funzione del periodo di vibrazione:

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,141 g
F_0	2,455
T_C	0,279 s
S_S	1,200
C_C	1,419
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,132 s
T_C	0,397 s
T_D	2,163 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,169
T_B	0,132	0,415
T_C	0,397	0,415
	0,481	0,342
	0,565	0,291
	0,649	0,254
	0,733	0,224
	0,817	0,201
	0,901	0,183
	0,986	0,167
	1,070	0,154
	1,154	0,143
	1,238	0,133
	1,322	0,124
	1,406	0,117
	1,490	0,110
	1,574	0,105
	1,659	0,099
	1,743	0,094
	1,827	0,090
	1,911	0,086
	1,995	0,082
	2,079	0,079
T_D	2,163	0,076
	2,251	0,070
	2,338	0,065
	2,426	0,061
	2,513	0,056
	2,601	0,053
	2,688	0,049
	2,776	0,046
	2,863	0,043
	2,951	0,041
	3,038	0,039
	3,125	0,036
	3,213	0,034
	3,300	0,033
	3,388	0,031
	3,475	0,029
	3,563	0,028
	3,650	0,028
	3,738	0,028
	3,825	0,028
	3,913	0,028
	4,000	0,028

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 26 di 273

6. CLASSIFICAZIONE DEI PROFILI METALLICI

Le sezioni trasversali degli elementi strutturali, secondo il D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni” – par. 4.2.3.1, si classificano in funzione della loro capacità rotazionale C_θ definita come:

$$C_\theta = \vartheta_r / \vartheta_y - 1$$

essendo ϑ_r e ϑ_y le curvature corrispondenti rispettivamente al raggiungimento della deformazione ultima ed allo snervamento, Si distinguono le seguenti classi di sezioni:

- **Classe1:** quando la sezione è in grado di sviluppare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta per l’analisi strutturale condotta con il metodo plastico di cui al § 4.2.3.2 senza subire riduzioni della resistenza. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale $C_\theta < 3$;
- **Classe2:** la sezione può sviluppare il proprio momento resistente elastico, ma ha una capacità rotazionale limitata. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale $C_\theta \geq 1,5$;
- **Classe3:** sono quelle sezioni trasversali dove la fibra d’acciaio estrema compressa può raggiungere la tensione di snervamento, ma l’instabilità locale può impedire il raggiungimento del momento resistente plastico;
- **Classe4:** quando, per determinarne la resistenza flettente, tagliante o normale, è necessario tener conto degli effetti dell’instabilità locale in fase elastica nelle parti compresse che compongono la sezione. In tal caso nel calcolo della resistenza la sezione geometrica effettiva può sostituirsi con una sezione efficace.

La definizione delle classi viene fornita dalla norma tecnica e nel caso di una sezione composta, la classificazione è in funzione della classe più sfavorevole relativa alle varie parti che la compongono (piattabanda superiore, inferiore e pannello d’anima). Questa classificazione delle sezioni trasversali dipende dalla proporzione di ciascuno dei suoi elementi compressi quindi dai rapporti geometrici tra la larghezza e lo spessore per tutti gli elementi costituenti i conci di acciaio dell’impalcato si ricava il coefficiente adimensionale che consentirà di stabilire la classe di appartenenza dei vari elementi.

I rapporti di snellezza delle varie lamiere che compongono la sezione trasversale vengono confrontati con i valori limite suggeriti nelle tabelle tab. 4.2.III, tab. 4.2.IV e tab. 4.2. V.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 27 di 273

6.1. Travi principali

A favore di sicurezza la classificazione dei profili è stata eseguita tenendo conto delle reali caratteristiche geometriche delle sezioni. La valutazione delle eventuali aree efficaci dei singoli elementi di classe 4 è riportata nei singoli paragrafi di verifica.

6.1.1. Concio tipo 01

CARATTERISTICHE DEL MATERIALE

Tipologia dell'acciaio

S355

Tensione caratteristica di rottura:	510,00	N/mm ²
Tensione caratteristica di snervamento:	355,00	N/mm ²
Resistenza di calcolo:	338,10	N/mm ²
Modulo elastico:	210.000,00	N/mm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PROFILO

Altezza totale della trave:	2.000,00	mm
Larghezza della piattabanda superiore:	750,00	mm
Spessore della piattabanda superiore:	28,00	mm
Larghezza dell'eventuale impiattamento superiore:	0,00	mm
Spessore dell'eventuale impiattamento superiore:	0,00	mm
Altezza dell'anima:	1.932,00	mm
Spessore dell'anima:	20,00	mm
Larghezza della piattabanda inferiore:	900,00	mm
Spessore della piattabanda inferiore:	40,00	mm
Larghezza dell'eventuale impiattamento inferiore:	0,00	mm
Spessore dell'eventuale impiattamento inferiore:	0,00	mm
Raggio di raccordo:	0,00	mm

DEFINIZIONE DELLE CLASSI

Coefficiente ϵ :	0,81
Rapporto c/t dell'ala superiore (compreso di eventuale impiattamento):	13,04
Classe dell'ala superiore:	4
Rapporto c/t dell'anima:	96,60
Classe dell'anima:	3
Rapporto c/t dell'ala inferiore (compreso di eventuale impiattamento):	11,00
Classe dell'ala inferiore:	3

CLASSE DEL PROFILO METALLICO

4

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 28 di 273

6.1.2. Concio tipo 02

CARATTERISTICHE DEL MATERIALE

Tipologia dell'acciaio

S355

Tensione caratteristica di rottura:	510,00	N/mm ²
Tensione caratteristica di snervamento:	355,00	N/mm ²
Resistenza di calcolo:	338,10	N/mm ²
Modulo elastico:	210.000,00	N/mm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PROFILO

Altezza totale della trave:	2.000,00	mm
Larghezza della piattabanda superiore:	750,00	mm
Spessore della piattabanda superiore:	32,00	mm
Larghezza dell'eventuale impiattamento superiore:	0,00	mm
Spessore dell'eventuale impiattamento superiore:	0,00	mm
Altezza dell'anima:	1.924,00	mm
Spessore dell'anima:	20,00	mm
Larghezza della piattabanda inferiore:	900,00	mm
Spessore della piattabanda inferiore:	44,00	mm
Larghezza dell'eventuale impiattamento inferiore:	0,00	mm
Spessore dell'eventuale impiattamento inferiore:	0,00	mm
Raggio di raccordo:	0,00	mm

DEFINIZIONE DELLE CLASSI

Coefficiente ϵ :	0,81
Rapporto c/t dell'ala superiore (compreso di eventuale impiattamento):	11,41
Classe dell'ala superiore:	4
Rapporto c/t dell'anima:	96,20
Classe dell'anima:	3
Rapporto c/t dell'ala inferiore (compreso di eventuale impiattamento):	10,00
Classe dell'ala inferiore:	3

CLASSE DEL PROFILO METALLICO

4

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 29 di 273

6.2. Trasversi

6.2.1. Trasversi correnti

CARATTERISTICHE DEL MATERIALE

Tipologia dell'acciaio

S355

Tensione caratteristica di rottura:	510,00	N/mm ²
Tensione caratteristica di snervamento:	355,00	N/mm ²
Resistenza di calcolo:	338,10	N/mm ²
Modulo elastico:	210.000,00	N/mm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PROFILO

Altezza totale della trave:	800,00	mm
Larghezza della piattabanda superiore:	300,00	mm
Spessore della piattabanda superiore:	20,00	mm
Larghezza dell'eventuale impiattamento superiore:	0,00	mm
Spessore dell'eventuale impiattamento superiore:	0,00	mm
Altezza dell'anima:	760,00	mm
Spessore dell'anima:	16,00	mm
Larghezza della piattabanda inferiore:	300,00	mm
Spessore della piattabanda inferiore:	20,00	mm
Larghezza dell'eventuale impiattamento inferiore:	0,00	mm
Spessore dell'eventuale impiattamento inferiore:	0,00	mm
Raggio di raccordo:	0,00	mm

DEFINIZIONE DELLE CLASSI

Coefficiente ϵ :	0,81
Rapporto c/t dell'ala superiore (compreso di eventuale impiattamento):	7,10
Classe dell'ala superiore:	1
Rapporto c/t dell'anima:	47,50
Classe dell'anima:	1
Rapporto c/t dell'ala inferiore (compreso di eventuale impiattamento):	7,10
Classe dell'ala inferiore:	1

CLASSE DEL PROFILO METALLICO

1

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 30 di 273

6.2.2. Trasversi di testata

CARATTERISTICHE DEL MATERIALE

Tipologia dell'acciaio

S355

Tensione caratteristica di rottura:	510,00	N/mm ²
Tensione caratteristica di snervamento:	355,00	N/mm ²
Resistenza di calcolo:	338,10	N/mm ²
Modulo elastico:	210.000,00	N/mm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PROFILO

Altezza totale della trave:	1.000,00	mm
Larghezza della piattabanda superiore:	300,00	mm
Spessore della piattabanda superiore:	20,00	mm
Larghezza dell'eventuale impiattamento superiore:	0,00	mm
Spessore dell'eventuale impiattamento superiore:	0,00	mm
Altezza dell'anima:	960,00	mm
Spessore dell'anima:	20,00	mm
Larghezza della piattabanda inferiore:	300,00	mm
Spessore della piattabanda inferiore:	20,00	mm
Larghezza dell'eventuale impiattamento inferiore:	0,00	mm
Spessore dell'eventuale impiattamento inferiore:	0,00	mm
Raggio di raccordo:	0,00	mm

DEFINIZIONE DELLE CLASSI

Coefficiente ϵ :	0,81
Rapporto c/t dell'ala superiore (compreso di eventuale impiattamento):	7,00
Classe dell'ala superiore:	1
Rapporto c/t dell'anima:	48,00
Classe dell'anima:	1
Rapporto c/t dell'ala inferiore (compreso di eventuale impiattamento):	7,00
Classe dell'ala inferiore:	1

CLASSE DEL PROFILO METALLICO

1

7. DEFINIZIONE DELLA LARGHEZZA COLLABORANTE DELLA SOLETTA

La definizione delle larghezze efficaci delle travi principali è stata eseguita secondo quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" al paragrafo 4.3.2.3.

La larghezza collaborante della soletta è definita dalla seguente relazione:

$$b_{eff} = b_0 + b_{e1} + b_{e2}$$

dove:

- b_0 è la distanza tra gli assi dei connettori
- $b_{ei} = \min[L_e/8; b_i]$ è il valore della larghezza collaborante da ciascun lato della sezione composta
- L_e indica approssimativamente la distanza tra due punti di nullo del diagramma dei momenti

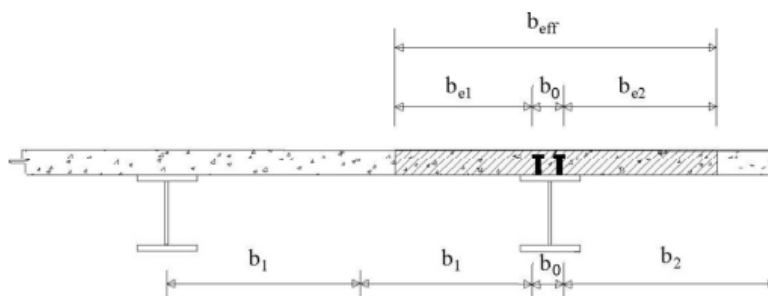


Fig. 4.3.1. - Definizione della larghezza efficace b_{eff} e delle aliquote b_{ei}

Per gli appoggi di estremità la formula diviene:

$$b_{eff} = b_0 + \beta_1 \cdot b_{e1} + \beta_2 \cdot b_{e2}$$

dove:

- $\beta_i = \left(0,55 + 0,025 \cdot \frac{L_e}{b_{eff,i}} \right) \leq 1,00$, essendo L_e e $b_{eff,i}$ i valori relativi alla campata di estremità.

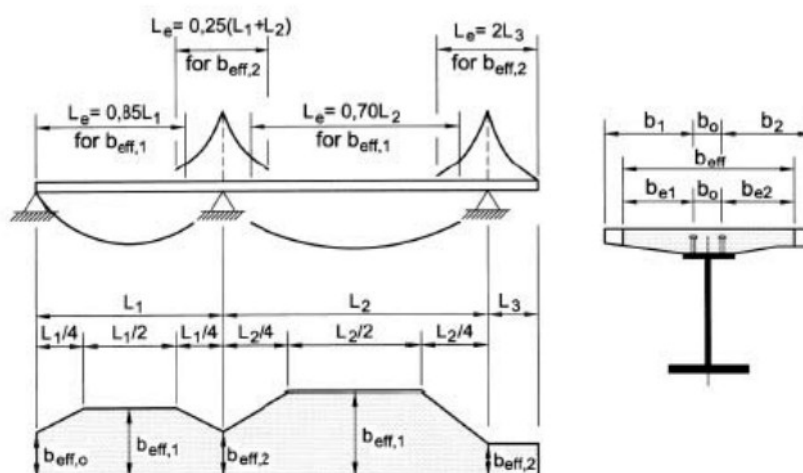
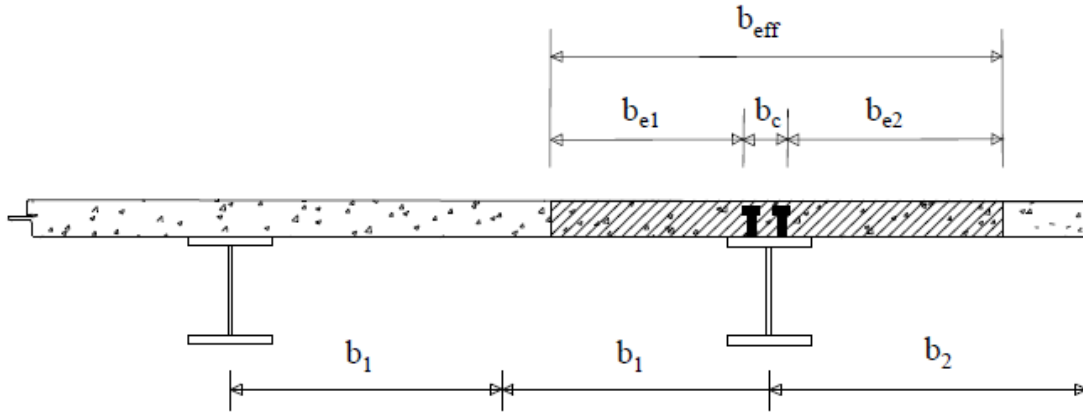


Fig. 4.3.2 - Larghezza efficace, b_{eff} , e luci equivalenti, L_e per le travi continue

7.1.1. Trave T_1 esterna (lato esterno della carreggiata)

CALCOLO DELLA LARGHEZZA DI SOLETTA COLLABORANTE - TRAVE APPOGGIATA

(D.M. 17 GENNAIO 2018 - 4.3.2.3)

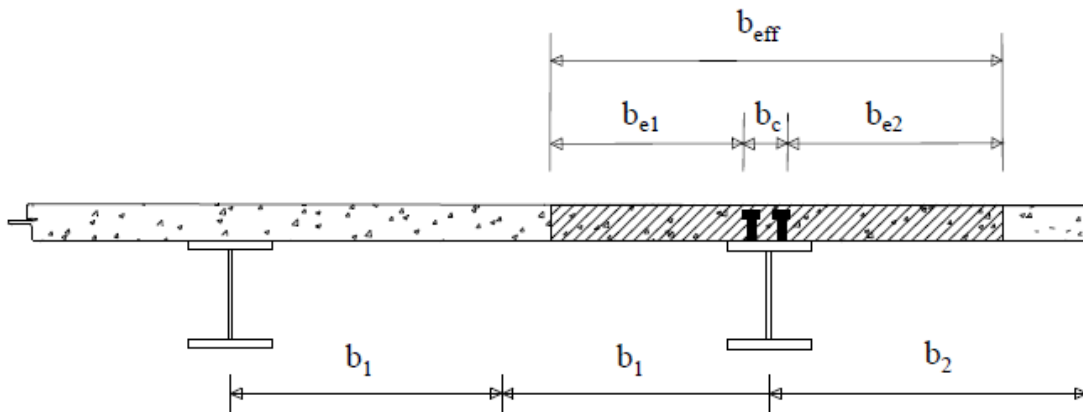
Lunghezza della trave L_e : 38,00 [m]

Distanza tra i connettori b_o :	0,550	m
Larghezza b_1 :	1,650	m
Larghezza b_2 :	1,925	m
Larghezza b_{e1} :	1,375	m
Larghezza b_{e2} :	1,650	m
Larghezza efficace b_{eff} :	3,575	m

7.1.2. Trave T_2 centrale

CALCOLO DELLA LARGHEZZA DI SOLETTA COLLABORANTE - TRAVE APPOGGIATA

(D.M. 17 GENNAIO 2018 - 4.3.2.3)

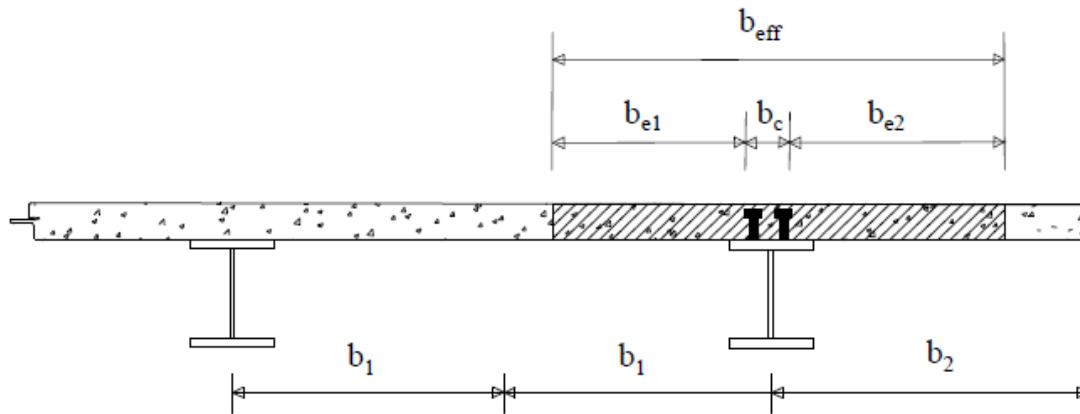
Lunghezza della trave L_e : 38,00 [m]

Distanza tra i connettori b_o :	0,550	m
Larghezza b_1 :	1,925	m
Larghezza b_2 :	1,925	m
Larghezza b_{e1} :	1,650	m
Larghezza b_{e2} :	1,650	m
Larghezza efficace b_{eff} :	3,850	m

7.1.3. Trave T_3 esterna (lato interno della carreggiata)

CALCOLO DELLA LARGHEZZA DI SOLETTA COLLABORANTE - TRAVE APPOGGIATA

(D.M. 17 GENNAIO 2018 - 4.3.2.3)

Lunghezza della trave L_e : 38,00 [m]

Distanza tra i connettori b_o :	0,550	m
Larghezza b_1 :	1,925	m
Larghezza b_2 :	0,900	m
Larghezza b_{e1} :	1,650	m
Larghezza b_{e2} :	0,625	m
Larghezza efficace b_{eff} :	2,825	m

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 34 di 273

8. ANALISI DEI CARICHI

8.1. Peso proprio delle strutture

8.1.1. Strutture metalliche

Il peso proprio delle strutture metalliche viene attribuito automaticamente dal programma di calcolo sulla base delle reali dimensioni geometriche delle sezioni.

Il peso per unità di volume dell'acciaio è assunto pari a **78,50 kN/m³**.

Il peso proprio delle strutture in carpenteria metallica è stato amplificato di un coefficiente pari a **1,376** per tener conto del peso proprio di:

- Irrigidenti
- Piolature
- Mensole di sollevamento
- Piastre di giunto
- Saldature e bulloni

8.1.2. Strutture in calcestruzzo armato

Il peso proprio delle strutture in calcestruzzo armato viene attribuito automaticamente dal programma di calcolo e dai fogli di calcolo utilizzati nelle operazioni di dimensionamento e verifica sulla base delle reali dimensioni geometriche delle sezioni.

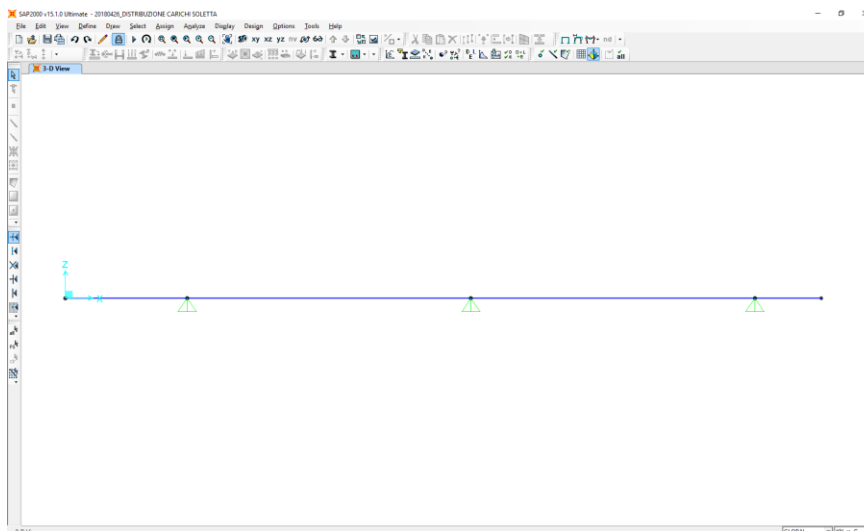
Il peso per unità di volume del cemento armato è assunto pari a **25,00 kN/m³**.

8.1.3. Soletta dell'impalcato

Lo spessore della soletta è assunto pari a **32 cm** (compreso delle predalles). Assunto il peso per unità di volume del cemento armato pari a **25,00 kN/m³**, il peso per unità di superficie della soletta vale pertanto:

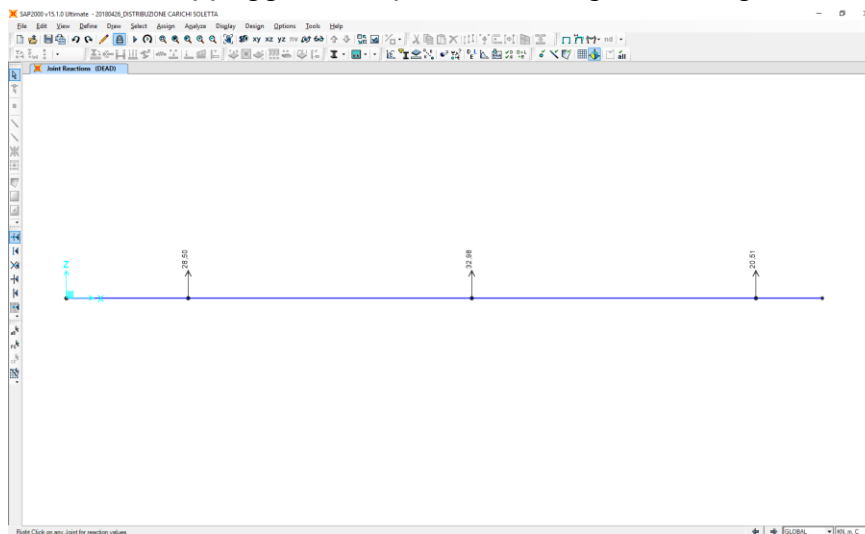
$$p_{\text{getto.soletta}} = 0,32 \times 25,00 = 8,00 \text{ kN/m}^2$$

La ripartizione dei carichi sulle membrature longitudinali è stata valutata mediante il seguente schema di carico:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 35 di 273

Le reazioni valutate sui tre appoggi sono riportate nel seguente diagramma:



Il carico dovuto al peso proprio della soletta sulle travi bordo ($T_1 - T_3$) risulta dunque pari a:

$$p_{\text{soletta},T1} = 28,50 \text{ kN/m}$$

$$p_{\text{soletta},T3} = 20,51 \text{ kN/m}$$

Il carico dovuto al peso proprio della soletta sulla trave centrale (T_2) risulta invece pari a:

$$p_{\text{soletta},T2} = 32,98 \text{ kN/m}$$

8.2. Carichi permanenti portati

8.2.1. Cordoli laterali

Il cordolo laterale esterno presenta una sezione **150 x 16** cm, mentre il cordolo interno presenta una sezione **75 x 16** cm, entrambi costanti lungo tutto il loro sviluppo.

Assunto il peso per unità di volume del cemento armato pari a **25,00 kN/m³**, il peso per unità di lunghezza dei cordoli vale pertanto:

$$p_{\text{cordolo}} = 0,16 \times 25,00 = 4,00 \text{ kN/m}^2$$

8.2.2. Pavimentazione stradale

Lo spessore della pavimentazione è costante e risulta pari a **11 cm**.

Il peso per unità di volume della pavimentazione stradale è assunto pari a **20,0 kN/m³**. Il peso per unità di superficie di pavimentazione vale pertanto:

$$p_{\text{pav}} = 20,00 \times 0,11 = 2,20 \text{ kN/m}^2$$

8.2.3. Peso della barriera guard-rail

Il peso della barriera guard-rail tipo H4 bordo ponte è fissato pari a:

$$p_{\text{guard-rail}} = 1,00 \text{ kN/m}$$

8.2.4. Peso della veletta con rete di protezione

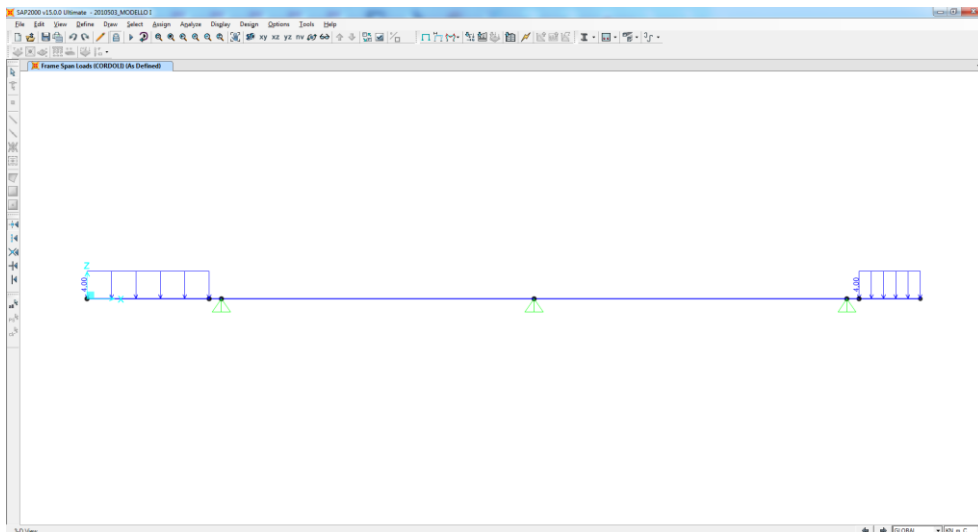
Il peso per unità di lunghezza della veletta laterale è assunto pari a:

$$p_{\text{veletta}} = 7,28 \text{ kN/m}$$

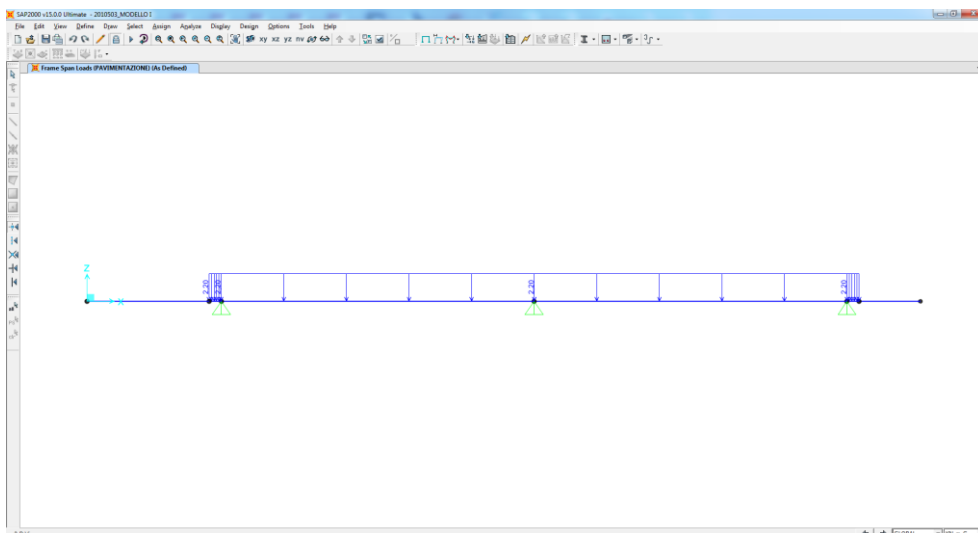
8.2.5. Distribuzione dei carichi permanenti sulle travi principali

La ripartizione dei carichi permanenti sulle membrature longitudinali è stata valutata mediante uno schema di carico analogo allo schema utilizzato per la valutazione della distribuzione del carico dovuto al peso della soletta.

Nell'immagine successiva è riportata l'applicazione del carico dovuto ai cordoli laterali:

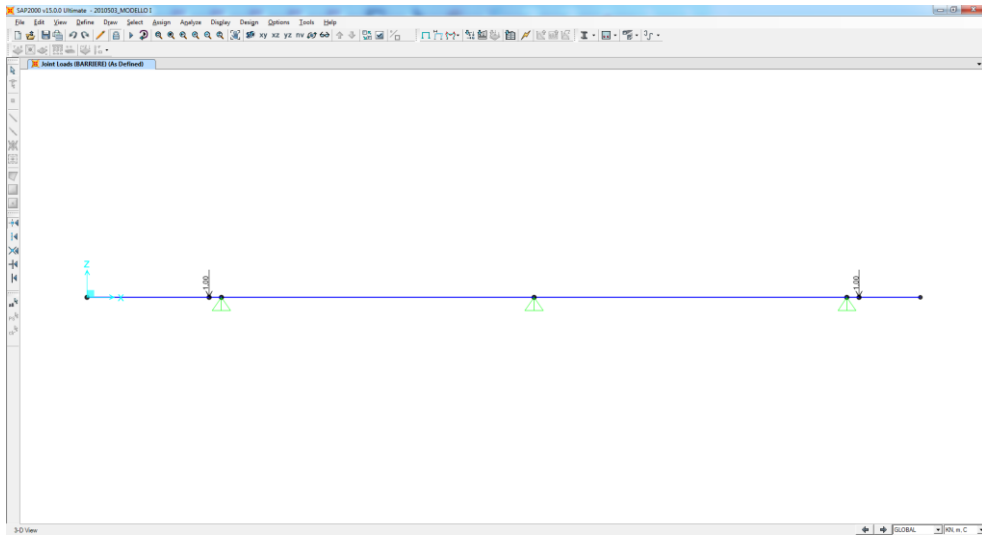


Nell'immagine successiva è riportata l'applicazione del carico dovuto alla pavimentazione stradale:

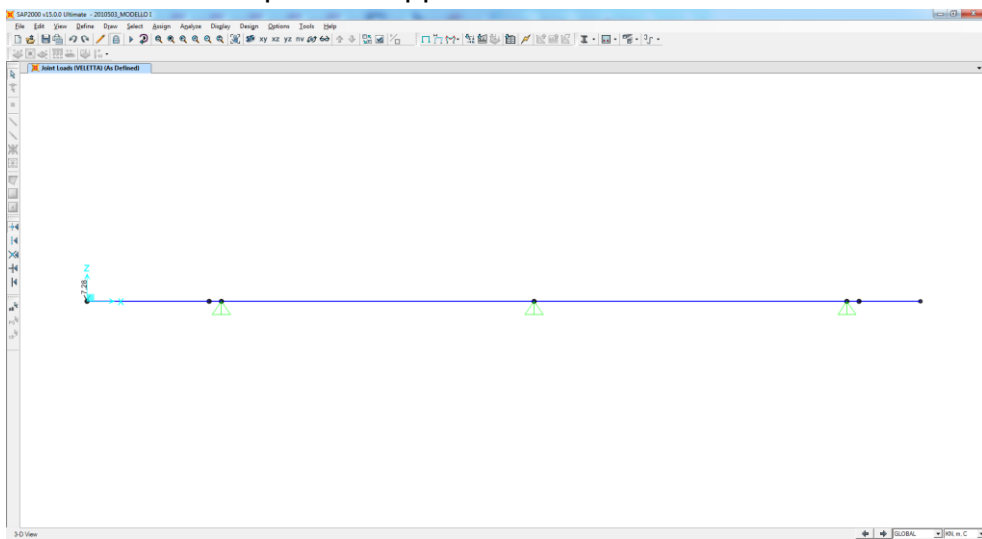




Nell'immagine successiva è riportata l'applicazione del carico dovuto alla barriera guard-rail:

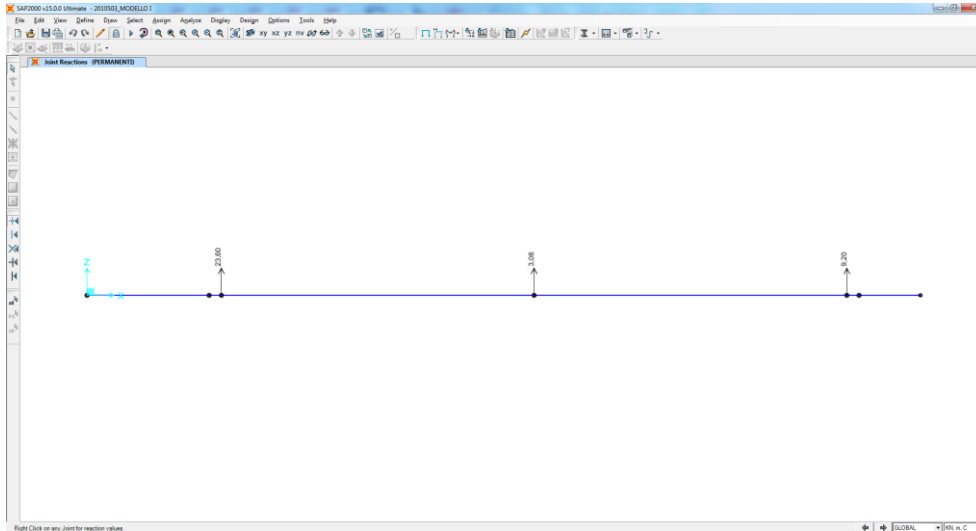


Nell'immagine successiva è riportata l'applicazione del carico dovuto alla veletta laterale:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Foglio Relazione di calcolo 38 di 273

Le reazioni compressive dovute ai carichi permanenti valutate sui tre appoggi sono riportate nel seguente diagramma:



Il carico dovuto ai carichi permanenti sulle travi bordo ($T_1 - T_3$) risulta dunque pari a:

$$p_{\text{permanenti},T1} = 23,60 \text{ kN/m}$$

$$p_{\text{permanenti},T3} = 9,20 \text{ kN/m}$$

Il carico dovuto ai carichi permanenti sulla trave centrale (T_2) risulta invece pari a:

$$p_{\text{permanenti},T2} = 3,08 \text{ kN/m}$$

8.3. Altre azioni permanenti

8.3.1. Spinta delle terre a tergo delle spalle

La spinta dei terreni a tergo delle spalle viene valutata mediante la seguente relazione:

$$S_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot k_0 \cdot H^2$$

dove:

- γ è il peso per unità di volume del terreno
- k_0 è il coefficiente di spinta a riposo, valutato mediante la formulazione di Coulomb:

$$k_0 = 1 - \text{sen}(\varphi)$$

con:

- φ = angolo di attrito interno del terreno
- H è l'altezza complessiva dello strato di terreno.

Il punto di applicazione delle spinte è posto a 1/3 dell'altezza del singolo strato di terreno. A favore di sicurezza la spinta viene considerata completamente in direzione orizzontale.

Il terreno di rinterro a tergo delle spalle è assunto con le seguenti caratteristiche geotecniche:

- $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^2$
- $\varphi = 35^\circ$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 39 di 273

- $c' = 0,00$ kPa

8.3.2. Spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo delle spalle

La spinta dovuta ai sovraccarichi permanenti a tergo delle spalle viene valutata mediante la seguente relazione:

$$S_p = p \cdot k_0 \cdot H$$

dove:

- p è l'entità del sovraccarico agente

Il sovraccarico permanente a tergo del muro è stato considerato pari al peso della pavimentazione stradale (valore medio).

8.4. Distorsioni e presollecitazioni di progetto

Non sono previste distorsioni o presollecitazioni di progetto.

8.5. Ritiro del calcestruzzo

Si considerano:

- $h_0 = 2 \times (11,50 \times 0,25) / 11,50 = 0,50$ m = 500 mm
- $t_0 = 1$ giorno
- U.R. = 75%

L'azione normale dovuta al ritiro impedito della soletta superiore viene determinato secondo quanto previsto dalla norma UNI ENV 1992-1-1 – Appendice A1.1.3:

1. VALUTAZIONE DELLA DEFORMAZIONE FINALE DA RITIRO

Classe di resistenza del calcestruzzo:

Resistenza media compressione (a 28 gg) f_{cm} : **41,2 N/mm²**

Tipologia del calcestruzzo:

Coefficiente β_{sc} funzione della tipologia del calcestruzzo: **5**

Coefficiente che tiene conto dell'effetto della resistenza del cls sul ritiro $\epsilon_s(f_{cm})$: **0,000404**

Umidità relativa ambientale RH (>40 %): **75 %**

Coeff. che tiene conto dell'effetto dell'umidità relativa sul coeff. nominale di ritiro β_{sRH} : **0,578125**

Caratteristiche della maturazione del cls:

Coefficiente funzione della tipologia di maturazione del calcestruzzo β_{RH} : **-0,89609375**

Coefficiente nominale di ritiro ϵ_{cs0} : **-0,000362**

Vita utile della struttura: **200 anni**

Area delle sezione di calcestruzzo A_c : **2,56 m²**

Perimetro della sezione di calcestruzzo a contatto con l'atmosfera u : **10,25 m**

Dimensione fittizia h_0 : **500 mm**

Coefficiente atto a descrivere lo sviluppo del ritiro nel tempo $\beta_s(t-t_s)$: **0,944969**

Deformazione finale dovuta al ritiro $\epsilon_{cs}(t-t_s)$: **-0,000342**

GENERAL CONTRACTOR  Censorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 40 di 273

2. VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI OMOGENEIZZAZIONE PER L'AZIONE DI RITIRO

Coeff. che tiene conto dell'effetto dell'umidità relativa sul coeff. nom. di viscosità ϕ_{RH} :	1,315
Coeff. che tiene conto dell'eff. della resist. del cls sul coeff. nom. di viscosità $\beta(f_{cm})$:	2,617
Coeff. che tiene conto dell'età del cls sul coefficiente nominale di viscosità $\beta(t_0)$:	0,909
Coefficiente nominale di viscosità ϕ_0 :	3,129
Coefficiente funzione dell'umidità relativa RH e dalla dimensione fittizia $h_0 \beta_H$:	1112,571
Coefficiente che tiene conto dello sviluppo della viscosità nel tempo $\beta_c(t-t_0)$:	0,995
Coefficiente di viscosità $\phi(t-t_0)$:	3,115
Modulo elastico dell'acciaio E_a :	210000,00 N/mm ²
Modulo elastico medio del calcestruzzo E_{cm} :	32811,24 N/mm ²
Coefficiente di omogeneizzazione per gli effetti del ritiro n_{rit} :	17,364

3. VALUTAZIONE DELL'AZIONE ASSIALE TOTALE DOVUTA AL RITIRO

Tensione di trazione sul calcestruzzo dovuta al ritiro σ_{rit} :	-4,137 N/mm ²
Azione totale di trazione agente sul calcestruzzo dovuta al ritiro N_{rit} :	-10601,70 kN
Numero di travi che costituiscono l'impalcato:	3
Azione di compressione agente sulla singola travata N_R :	3533,90 kN

8.6. Effetti della viscosità e definizione dei coefficienti di omogeneizzazione

Per la valutazione del coefficiente di viscosità a tempo infinito per carichi di lunga durata si considerano:

- $h_0 = 2 \times (10,25 \times 0,25) / 10,25 = 0,50 \text{ m} = 500 \text{ mm}$
- $t_0 = 7 \text{ giorni}$
- **U.R. = 75%**

Il coefficiente di viscosità a tempo infinito per carichi di lunga durata risulta pertanto pari a:

$$\phi(\infty, t_0) = 2,174$$

Come riportato all'interno del paragrafo precedente il coefficiente di viscosità a tempo infinito per l'azione del ritiro risulta pari a:

$$\phi(\infty, t_0) = 3,115$$

Il coefficiente di omogeneizzazione per i carichi di lunga durata è valutato mediante la seguente relazione:

$$n_p = \frac{E_{cm}}{E_a} \cdot (1 + 1,10 \cdot \phi(t_0, \infty)) \rightarrow n_p = \frac{210.000,00}{38.811,24} \cdot (1 + 1,10 \cdot 2,174) = 21,708$$

Il coefficiente di omogeneizzazione per l'azione del ritiro è valutato mediante la seguente relazione:

$$n_r = \frac{E_a}{E_{cm}} \cdot (1 + 0,55 \cdot \phi(t_0, \infty)) \rightarrow n_r = \frac{210.000,00}{38.811,24} \cdot (1 + 0,55 \cdot 3,115) = 17,364$$

Il coefficiente di omogeneizzazione per azioni di breve durata è valutato mediante la seguente relazione:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Foglio Relazione di calcolo 41 di 273

$$n_a = \frac{E_a}{E_{cm}} \rightarrow n_p = \frac{210.000,00}{38.811,24} = 6,40$$

8.7. Resistenze parassite dei vincoli

Le resistenze parassite dei vincoli sono state considerate pari al **3,0%** dell'azione normale dovuta ai pesi propri ed ai carichi permanenti portati scaricati sugli appoggi.

8.8. Carichi accidentali

8.8.1. Carichi da traffico veicolare

Il carico accidentale del traffico viene valutato secondo lo schema n. 1 riportato nel D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", par. 5.1.3.3.3 e 5.1.3.3.5.

La carreggiata risulta divisa in corsie convenzionale che presentano ciascuna una larghezza pari a **3,00 m**. Poiché la carreggiata presenta una larghezza complessiva pari a **8,50 m**, il numero di corsie convenzionali presenti risulta pertanto:

$$n_{\text{corsie}} = \text{int}(w/3,00) = \text{int}(8,0/3,00) = \text{int}(2,66) = 2 \text{ corsie convenzionali}$$

Trattandosi di un viadotto di **1ª Categoria** su ciascuna corsia convenzionale verranno applicati i seguenti carichi mobili da traffico:

- 1ª corsia convenzionale

$Q_{1a} = 2 \times 300 \text{ kN}$ disposti come in figura

$$q_{1a} = 9,00 \text{ kN/m}^2 \times 3,00 \text{ m} = 27,00 \text{ kN/m}$$

- 2ª corsia convenzionale

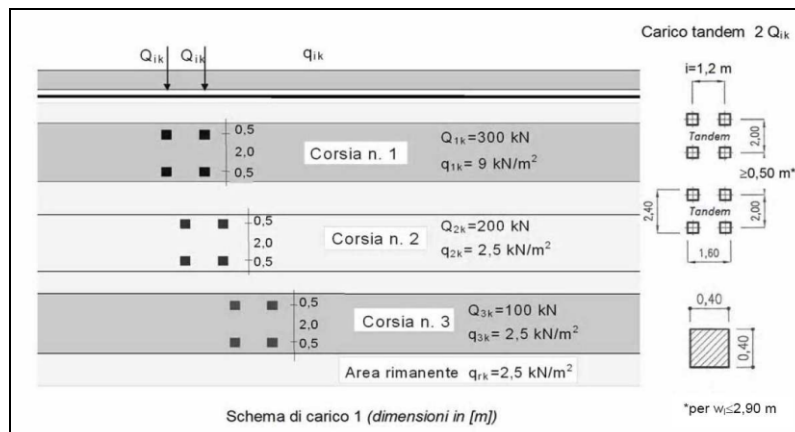
$Q_{1b} = 2 \times 200 \text{ kN}$ disposti come in figura

$$q_{1b} = 2,50 \text{ kN/m}^2 \times 3,00 \text{ m} = 7,50 \text{ kN/m}$$

- Carreggiata rimanente

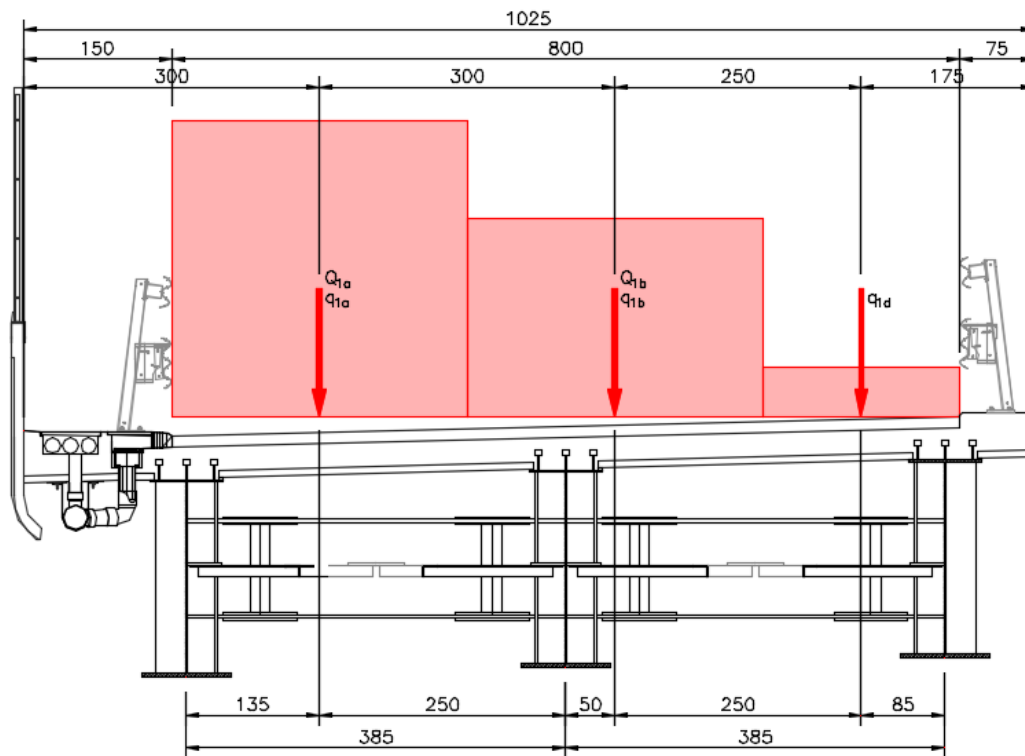
$$q_{1d} = 2,50 \text{ kN/m}^2 \times 2,00 \text{ m} = 5,00 \text{ kN/m}$$

Le corsie di carico sono state disposte sulla carreggiata al fine di generare la condizione di massimo sbandamento dei carichi trasversali:

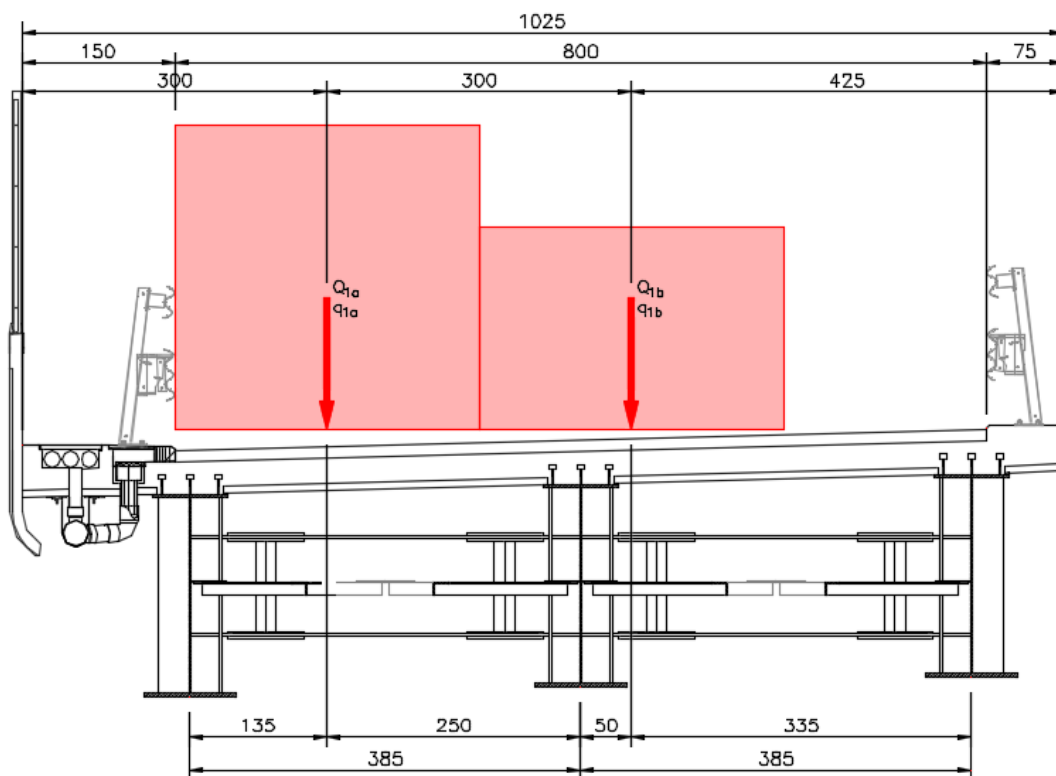


Sono state considerate tre differenti disposizioni dei carichi viaggianti da traffico.

CONDIZIONE 1

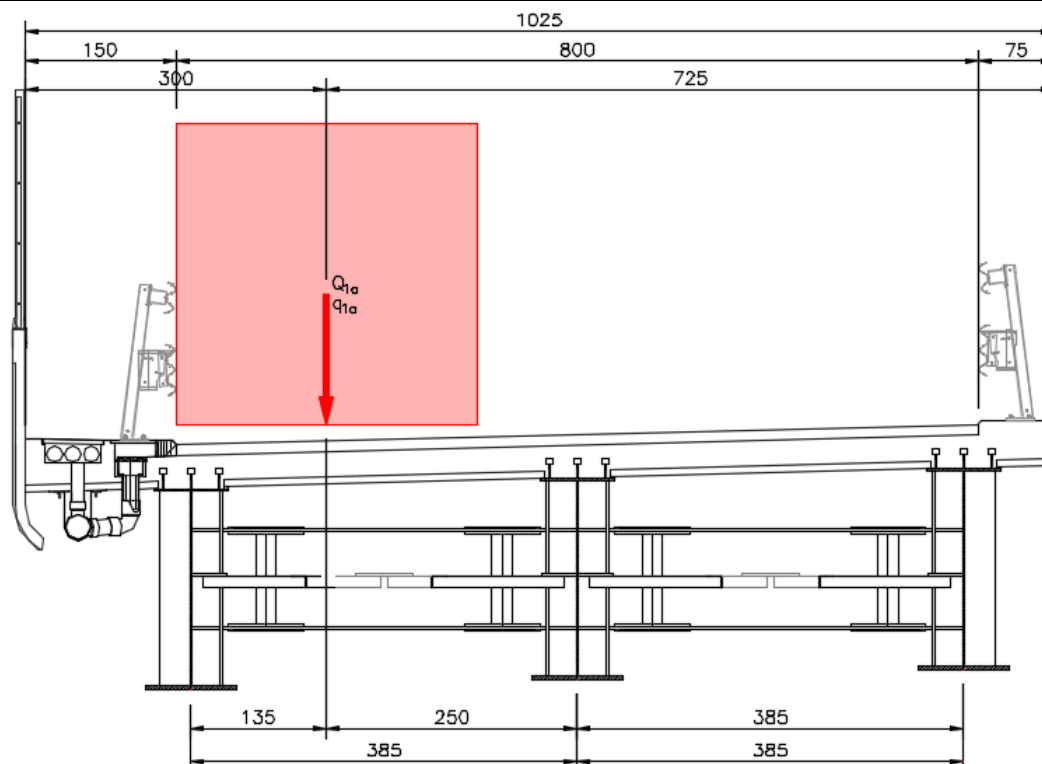


CONDIZIONE 2



CONDIZIONE 3

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Foglio Relazione di calcolo 43 di 273



8.8.2. Carico da folla

Il carico accidentale da folla è stato definito secondo quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 5.1.3.3.3.

Il carico da folla sui marciapiedi è stato dunque assunto pari a **5,00 kN/m²**.

La larghezza del marciapiede (zona pedonabile) risulta pari a **1,00 m**. Il conseguente carico lineare da folla applicato in asse al singolo marciapiede risulta pertanto pari a:

$$q_{\text{folla}} = 1,00 \times 5,00 = 5,00 \text{ kN/m}$$

In concomitanza con i carichi accidentali da traffico il carico da folla viene assunto con una aliquota pari al 50%.

8.8.3. Azione longitudinale della frenatura

L'azione longitudinale della frenatura viene valutata secondo quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni” – par. 5.1.3.5, mediante la seguente relazione:

$$180,00 \text{ kN} \leq q_3 = 0,60 \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900,00 \text{ kN}$$

Considerata una lunghezza complessiva dell'impalcato (valutata sulla lunghezza della soletta compresa tra il giunto della spalla fissa e il giunto di dilatazione della spalla mobile) pari a **40,00 m**, l'azione complessiva della frenatura risulta pari a:

$$q_3 = 0,60 \cdot (2 \cdot 300,00) + 0,10 \cdot 9,00 \cdot 3,00 \cdot 40,00 = 468,00 \text{ kN}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 44 di 273

L'azione di frenatura viene ripartita in maniera uniforme su tutte le travi metalliche costituenti l'impalcato. L'azione della frenatura di pertinenza della singola trave risulta dunque pari a:

$$F_{trave} = \frac{468,00}{3} = 156,00 \text{ kN}$$

L'azione della frenatura verrà applicata come carico orizzontale longitudinale uniformemente distribuito su ciascuna trave (considerata la lunghezza della sola trave metallica):

$$f_{trave} = \frac{F_{trave}}{L_{trave}} = \frac{156,00}{39,00} = 4,00 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

8.8.4. Azione centrifuga

Poiché il viadotto è ad asse interamente rettilineo non sono presenti azioni di tipo centrifugo.

8.8.5. Azione del vento

Il Comune di Tortona si trova a una quota pari a **120 m** sul livello del mare.

L'altezza di riferimento per la valutazione della pressione caratteristica del vento è stata valutata, a favore di sicurezza, pari a **h₁ = 11,60 m** (quota media della livelletta) dal piano di campagna.

1) Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)

Zona	v _{b,0} [m/s]	a ₀ [m]	k _a [1/s]
1	25	1000	0,01
a _s (altitudine sul livello del mare [m])			120
T _R (Tempo di ritorno)			200
v _b = v _{b,0} per a _s ≤ a ₀			
v _b = v _{b,0} + k _a (a _s - a ₀) per a ₀ < a _s ≤ 1500 m			
v _b (T _R = 50 [m/s])			25,000
α _R (T _R)			1,07623
v _b (T _R) = v _b × α _R [m/s]			26,906



<p>p (pressione del vento [N/mq]) = q_b · c_e · c_p · c_d</p> <p>q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])</p> <p>c_e (coefficiente di esposizione)</p> <p>c_p (coefficiente di forma)</p> <p>c_d (coefficiente dinamico)</p>
--

Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q _b [N/mq]	452,45
-----------------------	--------

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria di vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

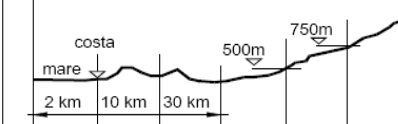
GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 45 di 273

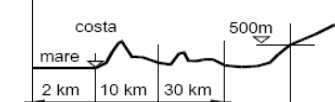
Coefficiente di esposizione

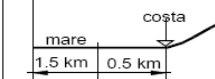
Classe di rugosità del terreno


B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	III	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8		
		
A	--	IV
B	--	IV
C	--	III
D	I	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7		

ZONA 9	
	
A	I
B	I
C	I
D	I

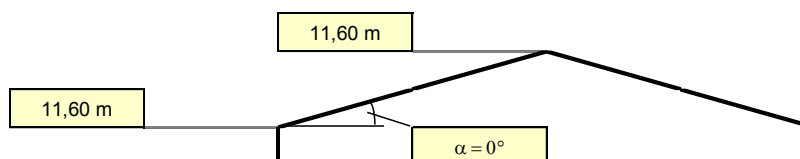
Zona	Classe di rugosità	a _s [m]
1	B	120

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

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

Cat. Esposiz.	k _r	z ₀ [m]	z _{min} [m]	c _t
IV	0,22	0,3	8	1

z [m]	c _e
z ≤ 8	1,634
z = 11,6	1,885
z = 11,6	1,885



Il coefficiente di esposizione maggiore risulta pari a **c_{e,max} = 1,885**.

La pressione del vento di calcolo risulta dunque pari a:

$$p_{\text{vento}} = 0,45245 \times 1,885 \times 1,00 \times 1,00 = 0,853 \text{ kN/m}^2$$

L'azione trasversale risultante del vento sull'impalcato, valutata per metro lineare di impalcato stesso, è uguale a:

$$P_{\text{vento}} = 0,853 \times [2,00 + 0,32 + 0,165 + 3,00] = 4,68 \text{ kN/m}$$

L'azione trasversale del vento produce un momento flettente trasversale sull'impalcato che risulta pari a:

$$M_{T,\text{vento}} = 4,68 \times [(2,00 + 0,32 + 0,165 + 3,00)/2 - (2,00 + 0,32) / 2] = 7,40 \text{ kNm/m}$$

Tale azione si considera scomposta in coppia sulle travi di estremità (effetto "tira e spingi") producendo sulle travi di estremità un'azione verticale (alternata in segno).

Tale azione verticale, considerata una distanza tra le travi di bordo pari a **7,70 m**, risulta pari a:

$$p_{\text{vento,trave}} = 7,40 / 7,70 = \pm 0,961 \text{ kN/m}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Foglio Relazione di calcolo 46 di 273

8.8.6. Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo delle spalle

La spinta dovuta ai sovraccarichi accidentali a tergo delle spalle viene valutata mediante la seguente relazione:

$$S_q = q \cdot k_0 \cdot H$$

dove:

- q è l'entità del sovraccarico agente

Il sovraccarico accidentale a tergo del muro è stato considerato pari a **20,0 kN/m²**.

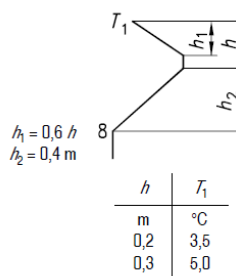
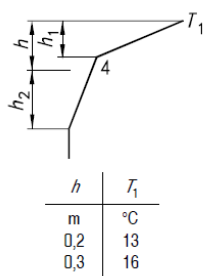
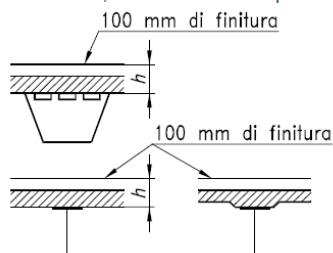
8.8.7. Variazione termica uniforme longitudinale

È stata assunta nei calcoli una variazione termica uniforme longitudinale dell'impalcato pari a $\Delta T = \pm 30^\circ\text{C}$.

8.8.8. Variazione termica differenziale

L'azione termica differenziale è stata calcolata mediante l'applicazione di un gradiente termico valutato sulla base delle distribuzioni di temperatura previste dall'EC1 Parte 2-5 "Azioni sulle strutture – Azioni termiche", appendici B e C.

Impalcato di ponti di calcestruzzo su profili di acciaio scatolari, travi reticolari o travi parete



Per la definizione della temperatura T_1 si è fatto riferimento al prospetto B.2 della sopra citata normativa:

Profondità della soletta (h)	Spessore della superficie	Differenza positiva di temperatura	
		T_1	T_1
m	mm	°C	°C
0,2	Senza finitura	[16,5]	[5,9]
	Resistente all'acqua	[23,0]	[5,9]
	50	[18,0]	[4,4]
	100	[13,0]	[3,5]
	150	[10,5]	[2,3]
	200	[8,5]	[1,6]
0,3	Senza finitura	[18,5]	[9,0]
	Resistente all'acqua	[26,5]	[9,0]
	50	[20,5]	[6,8]
	100	[16,0]	[5,0]
	150	[12,5]	[3,7]
	200	[10,0]	[2,7]

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 47 di 273

Nel caso di soletta calda è stata assunta una temperatura T_1 pari a **16,0 °C**, mentre per una soletta fredda è stata assunta una temperatura T_1 pari a **6,0 °C**.

Per la valutazione del gradiente lineare verticale equivalente da applicare ai calcoli di verifica delle sezioni si è fatto riferimento alla relazione [C.4] riportato dall'EC1 parte 2-5 al paragrafo C.5:

$$DT_{MY} = \frac{n_E n_\alpha \int_{A_1} T(Z, Y) Y dA_1 + \int_{A_2} T(Z, Y) Y dA_2}{n_E J_{Z1} + J_{Z2}}$$

dove:

- n_E è il rapporto tra i moduli elastici dell'acciaio e del calcestruzzo della soletta
- n_α è il rapporto tra i coefficienti di dilatazione termica dell'acciaio e del calcestruzzo
- J_{z1} è il momento di inerzia della soletta in calcestruzzo rispetto al baricentro della sezione omogeneizzata
- J_{z2} è il momento di inerzia della sezione in acciaio rispetto al baricentro della sezione omogeneizzata

Sulla base del gradiente termico equivalente calcolato sono stati determinati, alla stregua di quanto già riportato relativamente agli effetti del ritiro:

- effetti isostatici (azione normale e momento flettente)

TRAVE T1 – CONCIO 01

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40

R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
f_{cd}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA

B450C

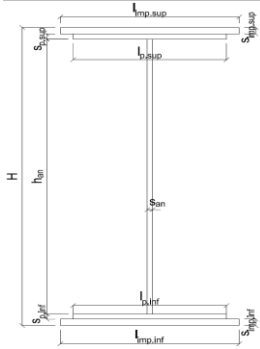
f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

ACCIAIO PER CARPENTERIA

S355

f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



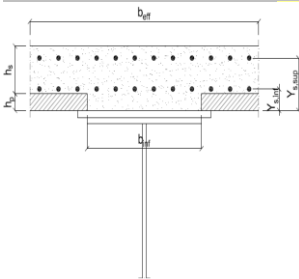
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.000,00	[mm]	h_{an}	20,00	[mm]
$l_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$s_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$s_{p,inf}$	40,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{imp,inf}$	0,00	[mm]
$s_{p,sup}$	28,00	[mm]	$s_{imp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.932,00	[mm]			

CARATTERISTICHE INERZIALI

A	95.640,00	[mm ²]	J_t	2,984E+07	[mm ⁴]
S	8,130E+07	[mm ³]	W_{sup}	5,641E+07	[mm ³]
Y_G	850,04	[mm]	W_{inf}	-7,631E+07	[mm ³]
J	6,487E+10	[mm ⁴]	A_v	40.000,00	[mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI

h_s	250,00	[mm]	Y_G	187,25	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	9,393E+05	[mm ²]
b_{eff}	3.575,00	[mm]	J	5,782E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			

ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	3.592,88	[mm ²]	$A_{s,sup}$	3.592,88	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]

 SOLETTA FESSURATA

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE		FASE I (pesi propri)	FASE II-A (permanenti)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (accidentali)
Coefficiente di viscosità:	$\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione	n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione	S [m ³]	8,130E+01	1,916E-01	2,153E-01	4,180E-01
Baricentro della sezione	Y_G [m]	0,850	1,312	1,372	1,675
Area della sezione	A [m ²]	9,564E-02	1,461E-01	1,569E-01	2,496E-01
Costante torsionale della sezione	J_t [m ⁴]	2,984E-05	8,911E-04	1,106E-03	2,951E-03
Momento di inerzia della sezione	J [m ⁴]	6,487E-02	1,242E-01	1,325E-01	2,042E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta	$W_{soletta}$ [m ³]	-	1,231E-01	1,398E-01	3,163E-01
Modulo di resistenza armatura superiore	$W_{am,sup}$ [m ³]	-	1,306E-01	1,489E-01	3,476E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore	$W_{am,inf}$ [m ³]	-	1,575E-01	1,820E-01	4,800E-01
Modulo di resistenza estradosso trave	$W_{tr,sup}$ [m ³]	5,641E-02	1,804E-01	2,110E-01	6,275E-01
Modulo di resistenza intradosso trave	$W_{tr,inf}$ [m ³]	-7,631E-02	-9,467E-02	-9,660E-02	-1,219E-01

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:

16,00

[°C]

Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:

 $L_{\Delta T}$

3,575

[m]

Gradiente termico lineare per unità di altezza:

 $\Delta T_{,1}$

4,08

[°C/m]

Gradiente termico lineare totale:

 ΔT

9,47

[°C]

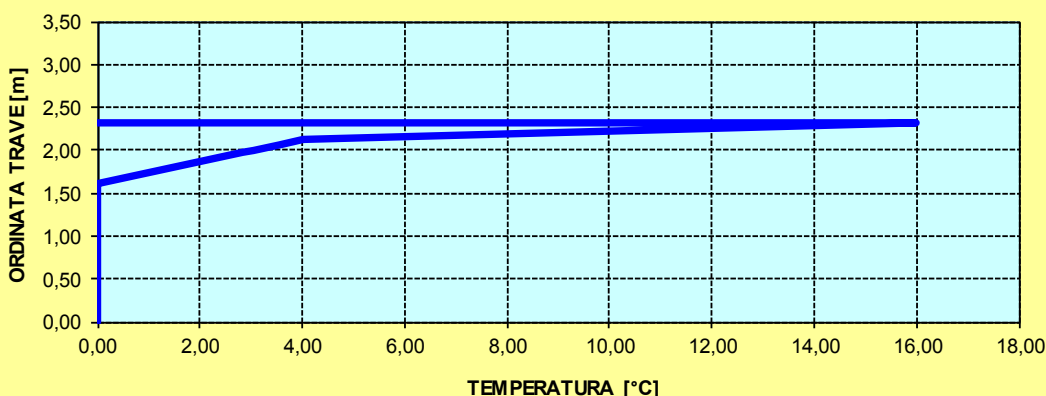
Azione normale isostatica:

 $N_{\Delta T}$

3.501,57

[kN]

SOLETTA CALDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:

6,00

[°C]

Temperatura all'intradosso della trave metallica:

8,00

[°C]

Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:

 $L_{\Delta T}$

3,575

[m]

Gradiente termico lineare per unità di altezza:

 $\Delta T_{,1}$

-0,50

[°C/m]

Gradiente termico lineare totale:

 ΔT

-1,16

[°C]

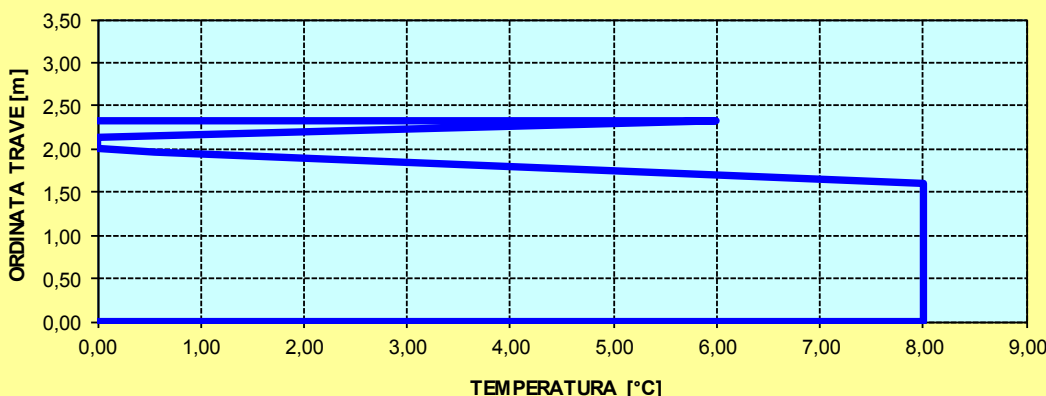
Azione normale isostatica:

 $N_{\Delta T}$

-163,01

[kN]

SOLETTA FREDDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE



TRAVE T1 – CONCIO 02

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40

R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
f_{cd}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

ACCIAIO PER LE BARE DI ARMATURA

B450C

f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

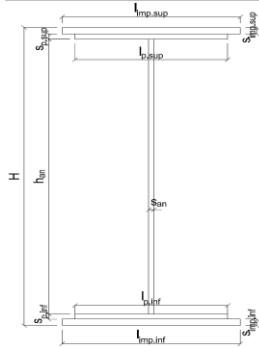
ACCIAIO PER CARPENTERIA

S355

f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE



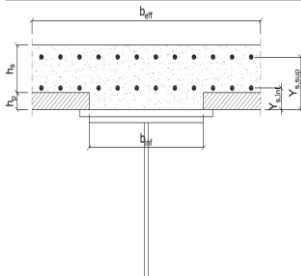
H	2.000,00	[mm]	h_{an}	20,00	[mm]
$l_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$s_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$s_{p,inf}$	44,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{imp,inf}$	0,00	[mm]
$s_{p,sup}$	32,00	[mm]	$s_{imp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.924,00	[mm]			

CARATTERISTICHE INERZIALI

A	102.080,00	[mm ²]	J_t	3,888E+07	[mm ⁴]
S	8,720E+07	[mm ³]	W_{sup}	6,181E+07	[mm ³]
Y_G	854,21	[mm]	W_{inf}	-8,291E+07	[mm ³]
J	7,083E+10	[mm ⁴]	A_V	40.000,00	[mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI



h_s	250,00	[mm]	Y_G	187,25	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	9,393E+05	[mm ²]
b_{eff}	3.575,00	[mm]	J	5,782E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			

ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	3.592,88	[mm ²]	$A_{s,sup}$	3.592,88	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]

 SOLETTA FESSURATA

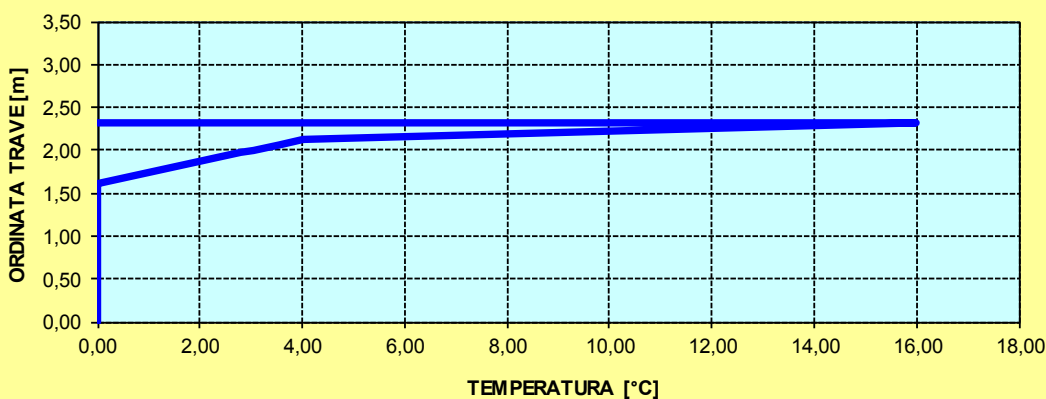
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE		FASE I (pesi propri)	FASE II-A (permanenti)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (accidentali)
Coefficiente di viscosità:	$\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione	n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione	S [m ³]	8,720E+01	1,975E-01	2,212E-01	4,239E-01
Baricentro della sezione	Y_G [m]	0,854	1,295	1,354	1,656
Area della sezione	A [m ²]	1,021E-01	1,525E-01	1,634E-01	2,560E-01
Costante torsionale della sezione	J_t [m ⁴]	3,888E-05	9,001E-04	1,115E-03	2,960E-03
Momento di inerzia della sezione	J [m ⁴]	7,083E-02	1,311E-01	1,397E-01	2,141E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta	$W_{soletta}$ [m ³]	-	1,278E-01	1,447E-01	3,222E-01
Modulo di resistenza armatura superiore	$W_{am,sup}$ [m ³]	-	1,355E-01	1,539E-01	3,531E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore	$W_{am,inf}$ [m ³]	-	1,628E-01	1,873E-01	4,817E-01
Modulo di resistenza estradosso trave	$W_{tr,sup}$ [m ³]	6,181E-02	1,859E-01	2,163E-01	6,216E-01
Modulo di resistenza intradosso trave	$W_{tr,inf}$ [m ³]	-8,291E-02	-1,012E-01	-1,032E-01	-1,293E-01

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA)

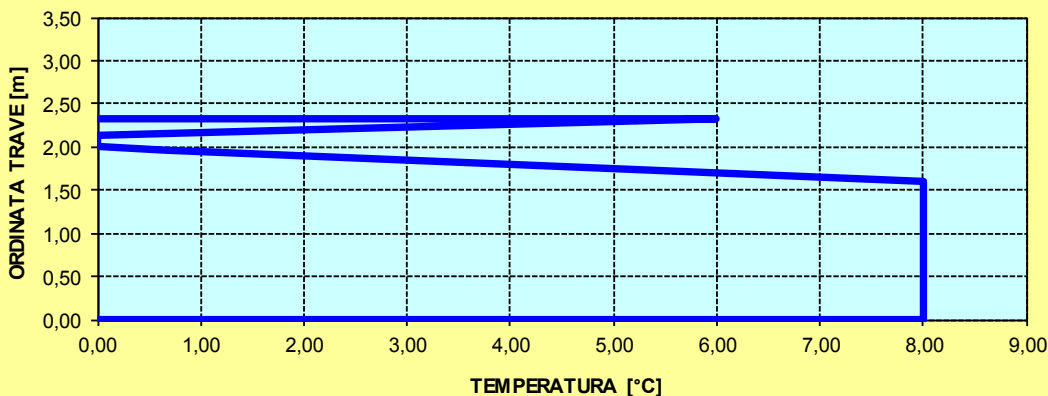
Temperatura all'estradosso della soletta:		16,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:	$L_{\Delta T}$	3,575	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	4,02	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	9,32	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	3.447,89	[kN]

SOLETTA CALDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:		6,00	[°C]
Temperatura all'intradosso della trave metallica:		8,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:	$L_{\Delta T}$	3,575	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	-0,53	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	-1,22	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	-172,08	[kN]

SOLETTA FREDDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE



TRAVE T2 – CONCIO 01

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40

R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
f_{cd}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA

B450C

f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

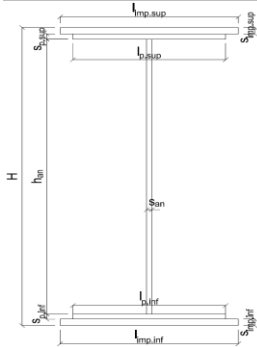
ACCIAIO PER CARPENTERIA

S355

f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE



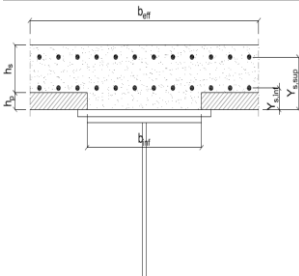
H	2.000,00	[mm]	h_{an}	20,00	[mm]
$l_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$s_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$s_{p,inf}$	40,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{imp,inf}$	0,00	[mm]
$s_{p,sup}$	28,00	[mm]	$s_{imp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.932,00	[mm]			

CARATTERISTICHE INERZIALI

A	95.640,00	[mm ²]	J_t	2,984E+07	[mm ⁴]
S	8,130E+07	[mm ³]	W_{sup}	5,641E+07	[mm ³]
Y_G	850,04	[mm]	W_{inf}	-7,631E+07	[mm ³]
J	6,487E+10	[mm ⁴]	A_V	40.000,00	[mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI



h_s	250,00	[mm]	Y_G	187,78	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	1,008E+06	[mm ²]
b_{eff}	3.850,00	[mm]	J	6,144E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			

ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	3.869,25	[mm ²]	$A_{s,sup}$	3.869,25	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]

 SOLETTA FESSURATA

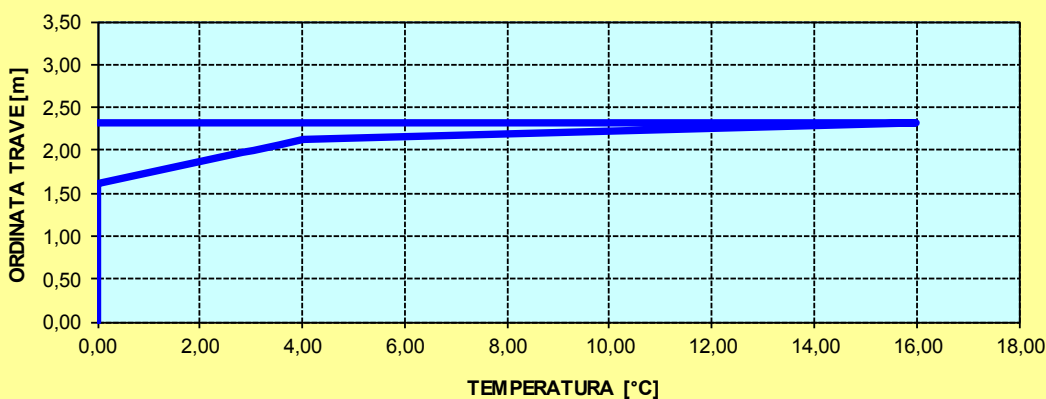
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE		FASE I (pesi propri)	FASE II-A (permanenti)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (accidentali)
Coefficiente di viscosità:	$\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione	n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione	S [m ³]	8,130E+01	1,998E-01	2,252E-01	4,427E-01
Baricentro della sezione	Y_G [m]	0,850	1,333	1,395	1,697
Area della sezione	A [m ²]	9,564E-02	1,498E-01	1,614E-01	2,609E-01
Costante torsionale della sezione	J_t [m ⁴]	2,984E-05	9,571E-04	1,189E-03	3,174E-03
Momento di inerzia della sezione	J [m ⁴]	6,487E-02	1,270E-01	1,355E-01	2,087E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta	$W_{soletta}$ [m ³]	-	1,287E-01	1,465E-01	3,351E-01
Modulo di resistenza armatura superiore	$W_{am,sup}$ [m ³]	-	1,368E-01	1,563E-01	3,695E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore	$W_{am,inf}$ [m ³]	-	1,657E-01	1,922E-01	5,181E-01
Modulo di resistenza estradosso trave	$W_{tr,sup}$ [m ³]	5,641E-02	1,905E-01	2,240E-01	6,892E-01
Modulo di resistenza intradosso trave	$W_{tr,inf}$ [m ³]	-7,631E-02	-9,524E-02	-9,717E-02	-1,230E-01

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA)

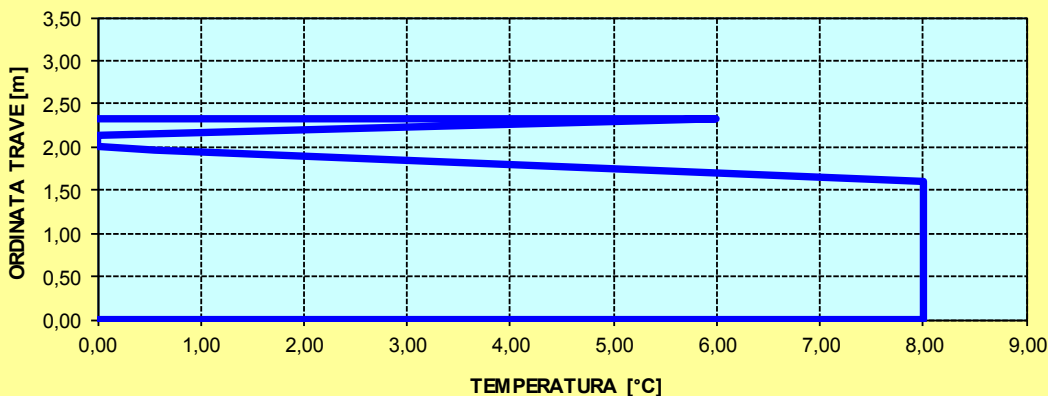
Temperatura all'estradosso della soletta:		16,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola travata:	$L_{\Delta T}$	3,850	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	4,12	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	9,57	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	3.798,18	[kN]

SOLETTA CALDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:		6,00	[°C]
Temperatura all'intradosso della travata metallica:		8,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola travata:	$L_{\Delta T}$	3,850	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	-0,51	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	-1,17	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	-177,79	[kN]

SOLETTA FREDDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE



TRAVE T2 – CONCIO 02

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40

R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
f_{cd}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

ACCIAIO PER LE BARE DI ARMATURA

B450C

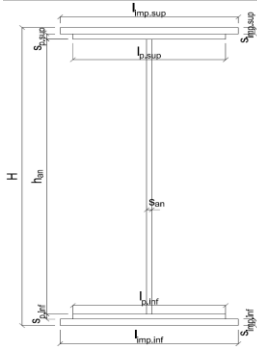
f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

ACCIAIO PER CARPENTERIA

S355

f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



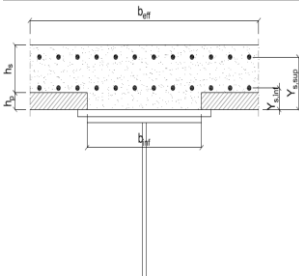
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.000,00	[mm]	h_{an}	20,00	[mm]
$l_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$s_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$s_{p,inf}$	44,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{imp,inf}$	0,00	[mm]
$s_{p,sup}$	32,00	[mm]	$s_{imp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.924,00	[mm]			

CARATTERISTICHE INERZIALI

A	102.080,00	[mm ²]	J_t	3,888E+07	[mm ⁴]
S	8,720E+07	[mm ³]	W_{sup}	6,181E+07	[mm ³]
Y_G	854,21	[mm]	W_{inf}	-8,291E+07	[mm ³]
J	7,083E+10	[mm ⁴]	A_V	40.000,00	[mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI

h_s	250,00	[mm]	Y_G	187,78	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	1,008E+06	[mm ²]
b_{eff}	3.850,00	[mm]	J	6,144E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			

ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	3.869,25	[mm ²]	$A_{s,sup}$	3.869,25	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]

 SOLETTA FESSURATA

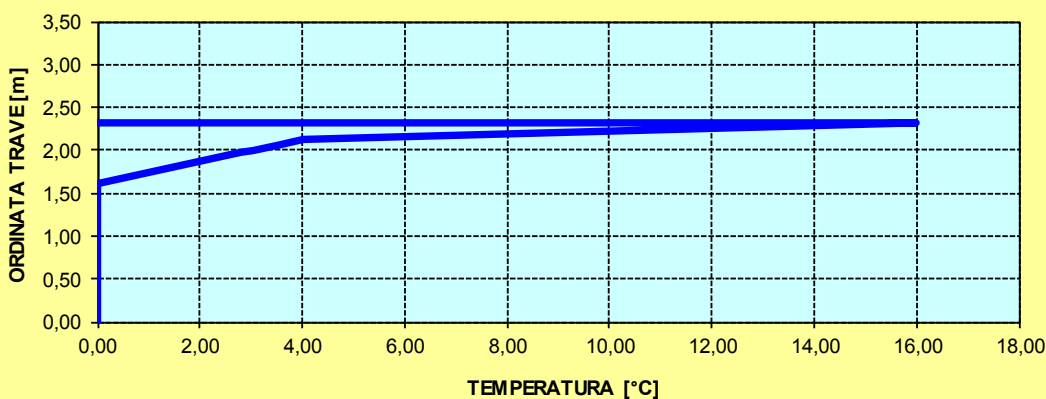
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE		FASE I (pesi propri)	FASE II-A (permanenti)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (accidentali)
Coefficiente di viscosità:	$\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione	n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione	S [m ³]	8,720E+01	2,057E-01	2,311E-01	4,486E-01
Baricentro della sezione	Y_G [m]	0,854	1,316	1,377	1,678
Area della sezione	A [m ²]	1,021E-01	1,563E-01	1,679E-01	2,673E-01
Costante torsionale della sezione	J_t [m ⁴]	3,888E-05	9,661E-04	1,198E-03	3,184E-03
Momento di inerzia della sezione	J [m ⁴]	7,083E-02	1,340E-01	1,429E-01	2,190E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta	$W_{soletta}$ [m ³]	-	1,335E-01	1,515E-01	3,414E-01
Modulo di resistenza armatura superiore	$W_{am,sup}$ [m ³]	-	1,417E-01	1,614E-01	3,753E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore	$W_{am,inf}$ [m ³]	-	1,710E-01	1,975E-01	5,195E-01
Modulo di resistenza estradosso trave	$W_{tr,sup}$ [m ³]	6,181E-02	1,960E-01	2,292E-01	6,809E-01
Modulo di resistenza intradosso trave	$W_{tr,inf}$ [m ³]	-8,291E-02	-1,018E-01	-1,038E-01	-1,305E-01

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA)

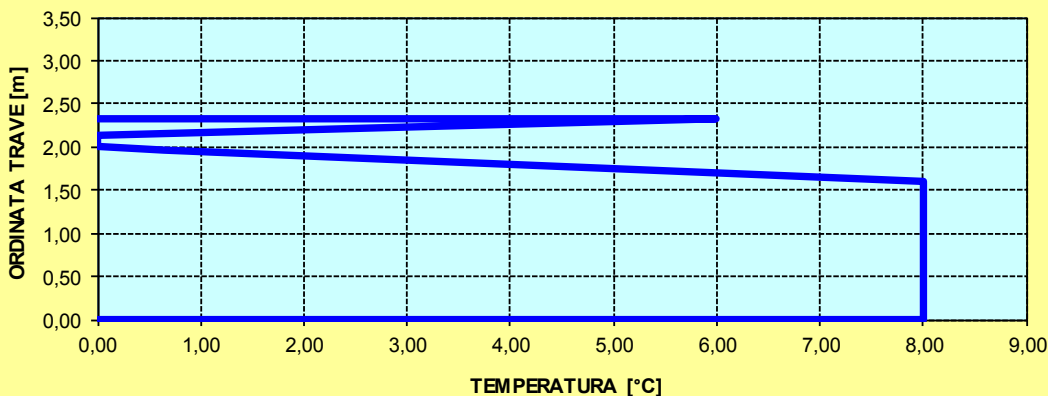
Temperatura all'estradosso della soletta:		16,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:	$L_{\Delta T}$	3,850	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	4,06	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	9,43	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	3.741,01	[kN]

SOLETTA CALDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:		6,00	[°C]
Temperatura all'intradosso della trave metallica:		8,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:	$L_{\Delta T}$	3,850	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	-0,53	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	-1,24	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	-187,71	[kN]

SOLETTA FREDDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE



TRAVE T3 – CONCIO 01

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40

R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
f_{cd}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA

B450C

f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

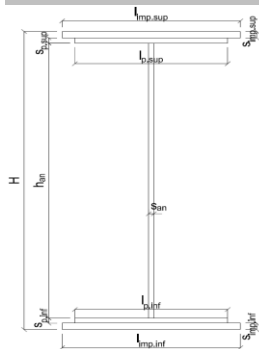
ACCIAIO PER CARPENTERIA

S355

f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE



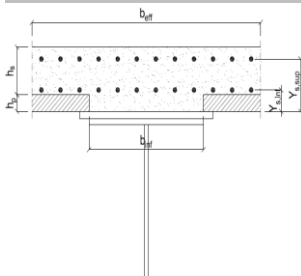
H	2.000,00	[mm]	h_{an}	20,00	[mm]
$l_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$s_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$s_{p,inf}$	40,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{imp,inf}$	0,00	[mm]
$s_{p,sup}$	28,00	[mm]	$s_{imp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.932,00	[mm]			

CARATTERISTICHE INERZIALI

A	95.640,00	[mm ²]	J_t	2,984E+07	[mm ⁴]
S	8,130E+07	[mm ³]	W_{sup}	5,641E+07	[mm ³]
Y_G	850,04	[mm]	W_{inf}	-7,631E+07	[mm ³]
J	6,487E+10	[mm ⁴]	A_V	40.000,00	[mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI



h_s	250,00	[mm]	Y_G	185,32	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	7,518E+05	[mm ²]
b_{eff}	2.825,00	[mm]	J	4,791E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			

ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	2.839,13	[mm ²]	$A_{s,sup}$	2.839,13	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]

 SOLETTA FESSURATA

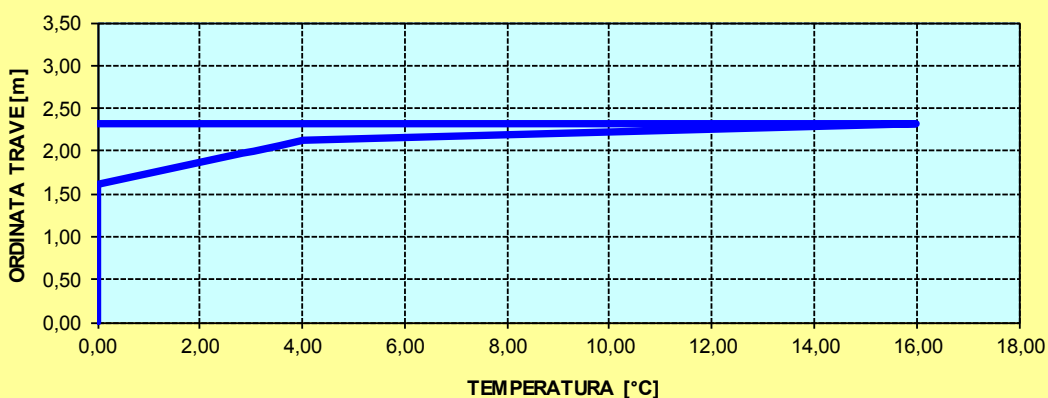
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE		FASE I (pesi propri)	FASE II-A (permanenti)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (accidentali)
Coefficiente di viscosità:	$\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione	n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione	S [m ³]	8,130E+01	1,694E-01	1,883E-01	3,504E-01
Baricentro della sezione	Y_G [m]	0,850	1,246	1,302	1,601
Area della sezione	A [m ²]	9,564E-02	1,360E-01	1,446E-01	2,188E-01
Costante torsionale della sezione	J_t [m ⁴]	2,984E-05	7,111E-04	8,814E-04	2,340E-03
Momento di inerzia della sezione	J [m ⁴]	6,487E-02	1,156E-01	1,233E-01	1,893E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta	$W_{soletta}$ [m ³]	-	1,077E-01	1,212E-01	2,634E-01
Modulo di resistenza armatura superiore	$W_{am,sup}$ [m ³]	-	1,138E-01	1,285E-01	2,866E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore	$W_{am,inf}$ [m ³]	-	1,354E-01	1,546E-01	3,797E-01
Modulo di resistenza estradosso trave	$W_{tr,sup}$ [m ³]	5,641E-02	1,533E-01	1,767E-01	4,749E-01
Modulo di resistenza intradosso trave	$W_{tr,inf}$ [m ³]	-7,631E-02	-9,283E-02	-9,473E-02	-1,182E-01

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA)

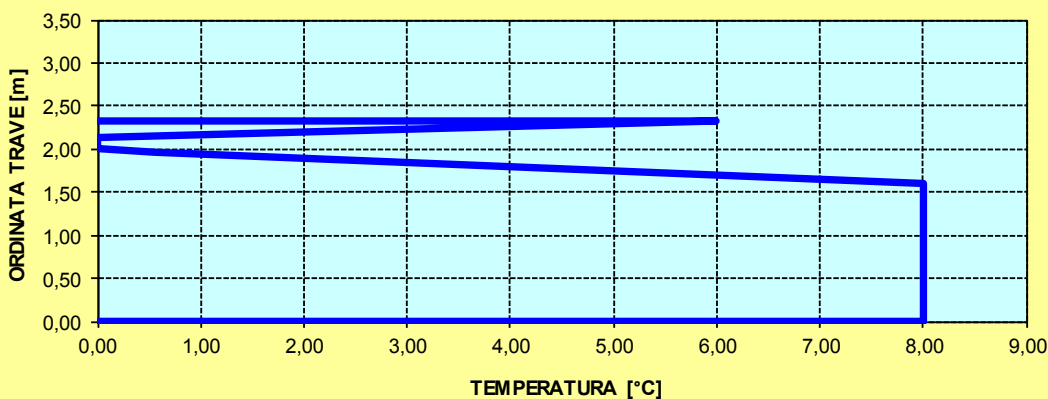
Temperatura all'estradosso della soletta:		16,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:	$L_{\Delta T}$	2,825	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	3,94	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	9,13	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	2.702,97	[kN]

SOLETTA CALDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:		6,00	[°C]
Temperatura all'intradosso della trave metallica:		8,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:	$L_{\Delta T}$	2,825	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	-0,48	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	-1,11	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	-123,28	[kN]

SOLETTA FREDDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE



TRAVE T3 – CONCIO 02

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40

R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
f_{cd}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

ACCIAIO PER LE BARE DI ARMATURA

B450C

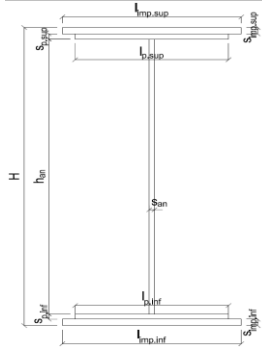
f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

ACCIAIO PER CARPENTERIA

S355

f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



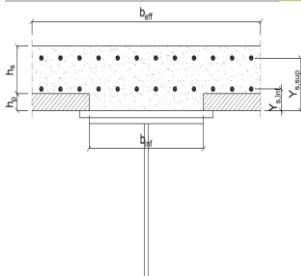
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.000,00	[mm]	h_{an}	20,00	[mm]
$l_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$S_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$S_{p,inf}$	44,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{imp,inf}$	0,00	[mm]
$S_{p,sup}$	32,00	[mm]	$S_{imp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.924,00	[mm]			

CARATTERISTICHE INERZIALI

A	102.080,00	[mm ²]	J_t	3,888E+07	[mm ⁴]
S	8,720E+07	[mm ³]	W_{sup}	6,181E+07	[mm ³]
Y_G	854,21	[mm]	W_{inf}	-8,291E+07	[mm ³]
J	7,083E+10	[mm ⁴]	A_V	40.000,00	[mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI

h_s	250,00	[mm]	Y_G	185,32	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	7,518E+05	[mm ²]
b_{eff}	2.825,00	[mm]	J	4,791E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			

ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	2.839,13	[mm ²]	$A_{s,sup}$	2.839,13	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]

 SOLETTA FESSURATA

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE		FASE I (pesi propri)	FASE II-A (permanenti)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (accidentali)
Coefficiente di viscosità:	$\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione	n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione	S [m ³]	8,720E+01	1,753E-01	1,942E-01	3,563E-01
Baricentro della sezione	Y_G [m]	0,854	1,231	1,286	1,582
Area della sezione	A [m ²]	1,021E-01	1,424E-01	1,510E-01	2,252E-01
Costante torsionale della sezione	J_t [m ⁴]	3,888E-05	7,202E-04	8,904E-04	2,349E-03
Momento di inerzia della sezione	J [m ⁴]	7,083E-02	1,222E-01	1,302E-01	1,982E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta	$W_{soletta}$ [m ³]	-	1,122E-01	1,259E-01	2,685E-01
Modulo di resistenza armatura superiore	$W_{am,sup}$ [m ³]	-	1,186E-01	1,333E-01	2,914E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore	$W_{am,inf}$ [m ³]	-	1,407E-01	1,598E-01	3,826E-01
Modulo di resistenza estradosso trave	$W_{tr,sup}$ [m ³]	6,181E-02	1,589E-01	1,822E-01	4,741E-01
Modulo di resistenza intradosso trave	$W_{tr,inf}$ [m ³]	-8,291E-02	-9,931E-02	-1,013E-01	-1,253E-01

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:

16,00

[°C]

Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:

 $L_{\Delta T}$

2,825

[m]

Gradiente termico lineare per unità di altezza:

 $\Delta T_{,1}$

3,87

[°C/m]

Gradiente termico lineare totale:

 ΔT

8,98

[°C]

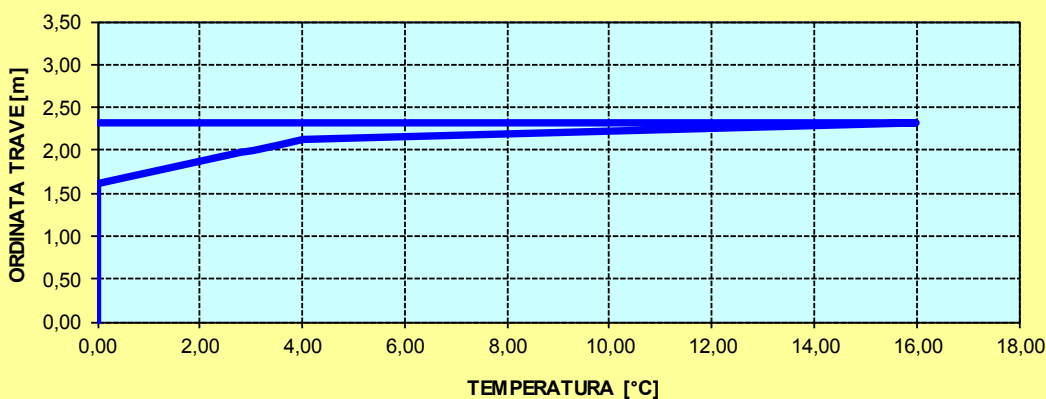
Azione normale isostatica:

 $N_{\Delta T}$

2.658,71

[kN]

SOLETTA CALDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:

6,00

[°C]

Temperatura all'intradosso della trave metallica:

8,00

[°C]

Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:

 $L_{\Delta T}$

2,825

[m]

Gradiente termico lineare per unità di altezza:

 $\Delta T_{,1}$

-0,50

[°C/m]

Gradiente termico lineare totale:

 ΔT

-1,17

[°C]

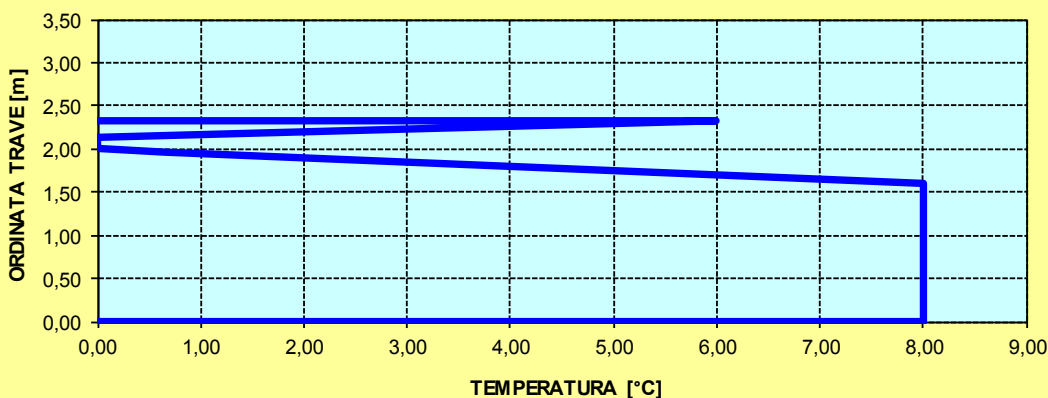
Azione normale isostatica:

 $N_{\Delta T}$

-130,10

[kN]

SOLETTA FREDDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 60 di 273

8.8.9. *Urto da autoveicolo in fase di svio*

L'urto da autoveicolo in fase di svio sulla barriera guard rail è stato valutato secondo quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" – par. 3.6.3.3.2.

L'azione data dall'urto di veicoli in svio è valutabile posizionando un'azione di **100,00 kN** a **1,00 m** di altezza rispetto allo strato di bitumato e diffusa su una larghezza pari a **50 cm**.

8.8.10. *Azioni sui parapetti*

Le azioni sui parapetti sono state definite in relazione al quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" – par. 5.1.3.10.

Verrà pertanto applicata all'altezza del corrimano ($h = 1,10$ m) un'azione lineare orizzontale pari a **1,50 kN/m**.

8.8.11.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 61 di 273</p>

8.9. Azioni sismiche

Le sollecitazioni agenti sulla struttura in fase sismica vengono determinate attraverso un'analisi pseudo-statica, secondo quanto riportato nel DM 17.01.2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni", paragrafo 7.11.6.

8.9.1. Azione inerziale delle masse

Le azioni inerziali, orizzontali e verticali, dovute alle accelerazioni subite in fase sismica dalle masse degli elementi strutturali e del terreno vengono valutate moltiplicando il peso sismico degli elementi strutturali per i coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v .

8.9.2. Sovrappinta dinamica dei terreni

La sovrappinta dinamica dei terreni in fase sismica viene valutata mediante la relazione di Wood:

$$\Delta P = \gamma \cdot a_g \cdot S \cdot H^2$$

dove:

- γ è il peso per unità di volume del terreno
- H è l'altezza della struttura soggetta alla spinta del terreno

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 62 di 273

9. COMBINAZIONI DI CARICO

9.1. Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Combinazioni quasi-permanenti

Per le combinazioni di carico statiche relative alla struttura in oggetto si è fatto riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 2.5.3.

Sulla base di ciò sono state individuate le combinazioni di carico statiche quasi permanenti allo Stato Limite di Esercizio, ottenute tramite la relazione generale:

$$F_d = \sum G_{kj} + \sum (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile
- ψ_{2i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori quasi permanenti

9.2. Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Combinazioni frequenti

Per le combinazioni di carico statiche relative alla struttura in oggetto si è fatto riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 2.5.3.

Sulla base di ciò sono state individuate le combinazioni di carico statiche frequenti allo Stato Limite di Esercizio, ottenute tramite la relazione generale:

$$F_d = \sum G_{kj} + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{k1} rappresenta il valore caratteristico dell'azione variabile di base in ogni combinazione
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile
- ψ_{1i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori frequenti

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 63 di 273

9.3. Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Combinazioni caratteristiche

Per le combinazioni di carico statiche relative alla struttura in oggetto si è fatto riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 2.5.3.

Sulla base di ciò sono state individuate le combinazioni di carico statiche caratteristiche allo Stato Limite di Esercizio, ottenute tramite la relazione generale:

$$F_d = \sum G_{kj} + Q_{k1} + \sum (\psi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{k1} rappresenta il valore caratteristico dell'azione variabile di base in ogni combinazione
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile
- Ψ_{0i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori caratteristici

9.4. Combinazioni di carico allo Stato Limite Ultimo statiche

Per le combinazioni di carico statiche relative alla struttura in oggetto si è fatto riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 2.5.3.

Sulla base di ciò sono state individuate le combinazioni di carico statiche allo Stato Limite Ultimo, ottenute tramite la relazione generale:

$$F_d = \sum_{j=1}^m (\gamma_{Gj} \cdot G_{kj}) + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} \cdot \gamma_{Qi} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- γ_G e γ_Q rappresentano i coefficienti parziali di amplificazione dei carichi
- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{k1} rappresenta il valore caratteristico dell'azione variabile di base in ogni combinazione
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile
- Ψ_{0i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori caratteristici

I coefficienti di amplificazione dei carichi per le combinazioni di carico A1, secondo il D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 5.1.3.12, tabella 5.1.V, sono di seguito riepilogati:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 64 di 273

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

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

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

I coefficienti di partecipazione dei carichi, secondo il D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 5.1.3.12, tabella 5.1.VI, sono di seguito riepilogati:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 65 di 273

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

<i>Azioni</i>	<i>Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)</i>	<i>Coefficiente ψ_0 di combinazione</i>	<i>Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)</i>	<i>Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)</i>
<i>Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)</i>	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
<i>Vento q_s</i>	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
<i>Neve q_s</i>	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
<i>Temperatura</i>	T_k	0,6	0,6	0,5

9.5. Combinazione di carico sismiche

In fase sismica è stata ipotizzata un'unica combinazione di carico allo Stato Limite di Salvaguardia ottenuta tramite la relazione generale:

$$F_d = E + \sum G_{kj} + \sum (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- E rappresenta il carico sismico
- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile

ψ_{2i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori quasi permanenti

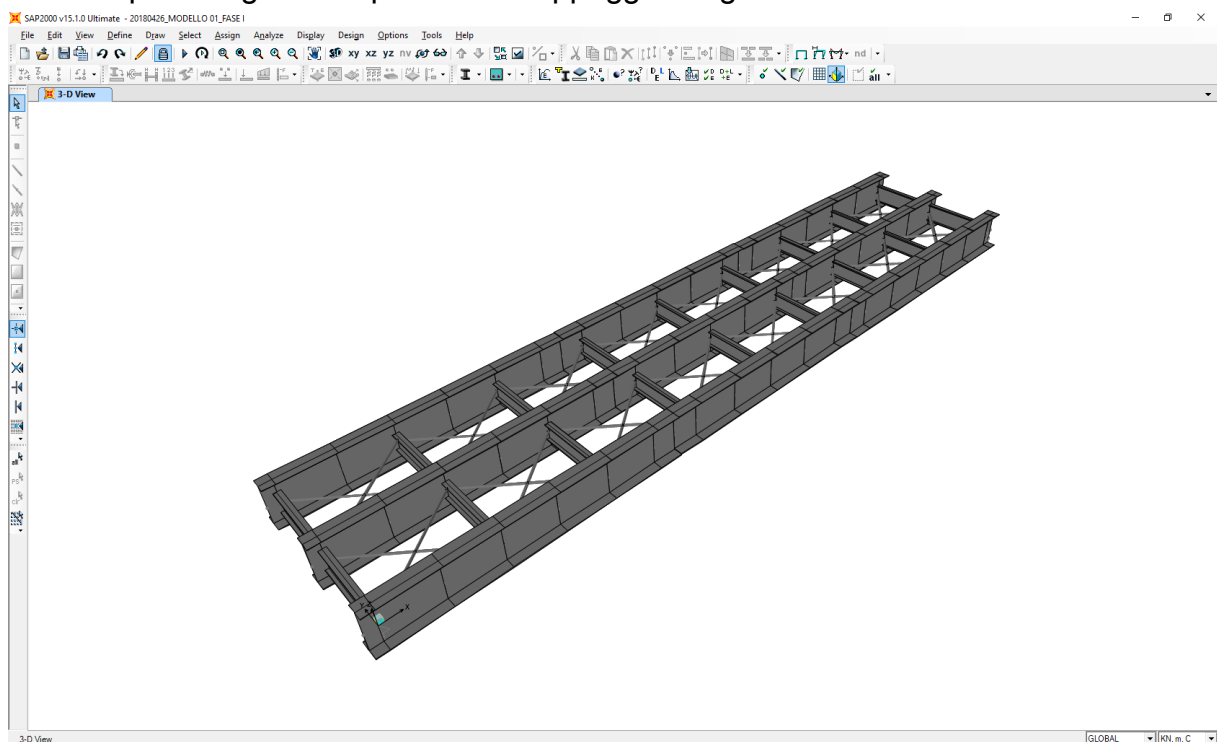
GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 66 di 273

10. IMPALCATO - MODELLI DI CALCOLO

Per tenere conto delle diverse fasi costruttive, della differente natura dei carichi e della variazione della rigidezza delle membrature sono state considerate tre distinte fasi costruttive:

- **FASE 1:** la sezione resistente è costituita dalla sola sezione metallica. I carichi applicati sono costituiti dal peso proprio della carpenteria metallica e dal il peso proprio della soletta superiore considerata non ancora collaborante.
- **FASE 2a:** la sezione resistente è costituita dalla sezione omogeneizzata trave metallica – soletta collaborante, con coefficiente di omogeneizzazione $n = 21,708$. I carichi applicati sono costituiti dai carichi permanenti portati e dal ritiro (carichi di lunga durata).
- **FASE 2b:** la sezione resistente è costituita dalla sezione omogeneizzata trave metallica – soletta collaborante, con coefficiente di omogeneizzazione $n = 17,364$. I carichi applicati sono costituiti dall'azione del ritiro.
- **FASE 3:** la sezione resistente è costituita dalla sezione omogeneizzata trave metallica – soletta collaborante, con coefficiente di omogeneizzazione $n = 6,40$. I carichi applicati sono costituiti dai carichi accidentali viaggianti, dal vento e dalla termica differenziale (carichi di breve durata).

Per ciascuna fase costruttiva è stato approntato un apposito modello di calcolo bidimensionale agli elementi finiti. Le strutture sono state schematizzate mediante elementi monodimensionale di tipo “beam”, ai quali sono stati assegnate le caratteristiche geometriche e inerziali relative alla corrispondente fase costruttiva. Lo schema statico è di trave a campata singola semplicemente appoggiata agli estremi.



<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 67 di 273</p>

10.1. Modellazione delle travi principali

Nel modello relativo alla fase I le travi metalliche principali sono state modellate secondo la loro reale sezione, mentre la soletta non è stata inserita (se non come carico sulle travi principali) perché ancora non collaborante.

In fase II e III le travi principali sono state modellate come elementi “beam” generici cui sono state assegnate le caratteristiche geometriche – inerziali delle sezioni omogeneizzate acciaio – calcestruzzo.

Nei paragrafi successivi sono riportate le caratteristiche geometriche – inerziali della sezione dei vari conci delle travi principali per le differenti fasi.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 68 di 273</p>

10.1.1. *Trave T1 – Concio 01*

A. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

A.1. CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
	f_{td}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

A.2. ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA LENTA

B450C	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

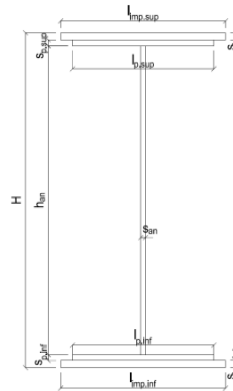
A.3. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

S355	f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
	f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	E_a	210.000,00	[N/mm ²]

B. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA

B.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.000,00	[mm]	$S_{p,an}$	20,00	[mm]
$l_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$S_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$S_{p,inf}$	40,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{mp,inf}$	0,00	[mm]
$S_{p,sup}$	28,00	[mm]	$S_{mp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.932,00	[mm]			



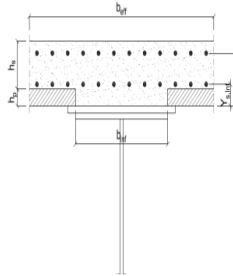
B.2. CARATTERISTICHE INERZIALI

A	95.640,00	[mm ²]	$W_{mp,sup}$	-	[mm ³]
S	8,130E+07	[mm ³]	$W_{p,sup}$	5,641E+07	[mm ³]
Y_G	850,04	[mm]	$W_{an,sup}$	5,782E+07	[mm ³]
J	6,487E+10	[mm ⁴]	$W_{an,inf}$	-8,008E+07	[mm ³]
J_t	2,984E+07	[mm ⁴]	$W_{p,inf}$	-7,631E+07	[mm ³]
A_V	40.000,00	[mm ²]	$W_{mp,inf}$	-	[mm ³]

C. CARATTERISTICHE DELLA SOLETTA SUPERIORE IN CEMENTO ARMATO

C.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI

h_s	250,00	[mm]	Y_G	187,25	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	9,393E+05	[mm ²]
b_{eff}	3.575,00	[mm]	J	5,782E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			



C.2. ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	3.592,88	[mm ²]	$A_{s,sup}$	3.592,88	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]

SOLETTA FESSURATA

D. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISTICA GEOMETRICA/INERZIALE	FASE I	FASE II (lunga durata)	FASE II (ritiro)	FASE III (breve durata)
Coefficiente di viscosità: $\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione S [m ³]	8,130E-02	1,916E-01	2,153E-01	4,180E-01
Baricentro della sezione Y_G [m]	0,850	1,312	1,372	1,675
Area della sezione A [m ²]	9,564E-02	1,461E-01	1,569E-01	2,496E-01
Costante torsionale della sezione J_t [m ⁴]	2,984E-05	8,911E-04	1,106E-03	2,951E-03
Momento di inerzia della sezione J [m ⁴]	6,487E-02	1,242E-01	1,320E-01	1,713E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta $W_{soletta}$ [m ³]	-	1,231E-01	1,392E-01	2,654E-01
Modulo di resistenza armatura superiore $W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,306E-01	1,482E-01	2,916E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore $W_{arm,inf}$ [m ³]	-	1,575E-01	1,812E-01	4,026E-01
Modulo di resistenza estradosso impiattamento superic $W_{mp,sup}$ [m ³]	-	-	-	-
Modulo di resistenza estradosso piattabanda superiore $W_{p,sup}$ [m ³]	5,641E-02	1,804E-01	2,101E-01	5,264E-01
Modulo di resistenza estradosso anima $W_{an,sup}$ [m ³]	5,782E-02	1,880E-01	2,199E-01	5,759E-01
Modulo di resistenza intradosso anima $W_{an,inf}$ [m ³]	-8,008E-02	-9,765E-02	-9,907E-02	-1,048E-01
Modulo di resistenza intradosso piattabanda inferiore $W_{p,inf}$ [m ³]	-7,631E-02	-9,467E-02	-9,618E-02	-1,023E-01
Modulo di resistenza intradosso impiattamento inferiore $W_{mp,inf}$ [m ³]	-	-	-	-

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>codv Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 70 di 273</p>

10.1.2. Trave T1 – Concio 02

A. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

A.1. CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
	f_{td}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

A.2. ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA LENTA

B450C	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

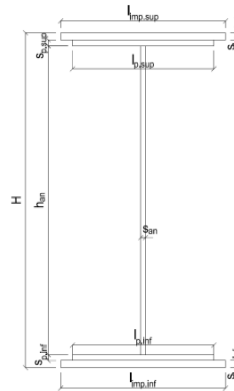
A.3. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

S355	f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
	f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

B. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA

B.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.000,00	[mm]	$S_{p,an}$	20,00	[mm]
$l_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$S_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$S_{p,inf}$	44,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{mp,inf}$	0,00	[mm]
$S_{p,sup}$	32,00	[mm]	$S_{mp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.924,00	[mm]			



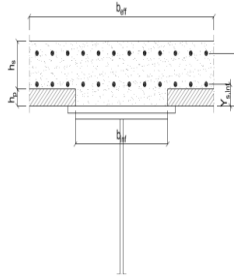
B.2. CARATTERISTICHE INERZIALI

A	102.080,00	[mm ²]	$W_{mp,sup}$	-	[mm ³]
S	8,720E+07	[mm ³]	$W_{p,sup}$	6,181E+07	[mm ³]
Y_G	854,21	[mm]	$W_{an,sup}$	6,359E+07	[mm ³]
J	7,083E+10	[mm ⁴]	$W_{an,inf}$	-8,742E+07	[mm ³]
J_t	3,888E+07	[mm ⁴]	$W_{p,inf}$	-8,291E+07	[mm ³]
A_V	40.000,00	[mm ²]	$W_{mp,inf}$	-	[mm ³]

C. CARATTERISTICHE DELLA SOLETTA SUPERIORE IN CEMENTO ARMATO

C.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI

h_s	250,00	[mm]	Y_G	187,25	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	9,393E+05	[mm ²]
b_{eff}	3.575,00	[mm]	J	5,782E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			



C.2. ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	3.592,88	[mm ²]	$A_{s,sup}$	3.592,88	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]

SOLETTA FESSURATA

D. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISTICA GEOMETRICA/INERZIALE	FASE I	FASE II (lunga durata)	FASE II (ritiro)	FASE III (breve durata)
Coefficiente di viscosità: $\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione S [m ³]	8,720E-02	1,975E-01	2,212E-01	4,239E-01
Baricentro della sezione Y_G [m]	0,854	1,295	1,354	1,656
Area della sezione A [m ²]	1,021E-01	1,525E-01	1,634E-01	2,560E-01
Costante torsionale della sezione J_t [m ⁴]	3,888E-05	9,001E-04	1,115E-03	2,960E-03
Momento di inerzia della sezione J [m ⁴]	7,083E-02	1,311E-01	1,392E-01	1,808E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta $W_{soletta}$ [m ³]	-	1,278E-01	1,441E-01	2,721E-01
Modulo di resistenza armatura superiore $W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,355E-01	1,533E-01	2,981E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore $W_{arm,inf}$ [m ³]	-	1,628E-01	1,865E-01	4,068E-01
Modulo di resistenza estradosso impiattamento superic $W_{mp,sup}$ [m ³]	-	-	-	-
Modulo di resistenza estradosso piattabanda superiore $W_{p,sup}$ [m ³]	6,181E-02	1,859E-01	2,154E-01	5,249E-01
Modulo di resistenza estradosso anima $W_{an,sup}$ [m ³]	6,359E-02	1,947E-01	2,266E-01	5,787E-01
Modulo di resistenza intradosso anima $W_{an,inf}$ [m ³]	-8,742E-02	-1,048E-01	-1,062E-01	-1,122E-01
Modulo di resistenza intradosso piattabanda inferiore $W_{p,inf}$ [m ³]	-8,291E-02	-1,012E-01	-1,028E-01	-1,092E-01
Modulo di resistenza intradosso impiattamento inferiore $W_{mp,inf}$ [m ³]	-	-	-	-

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 72 di 273</p>

10.1.3. *Trave T2 – Concio 01*

A. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**A.1. CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
	f_{td}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

A.2. ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA LENTA

B450C	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

A.3. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

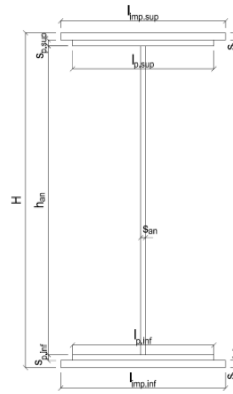
S355	f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
	f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

B. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**B.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

H	2.000,00	[mm]	$S_{p,an}$	20,00	[mm]
$l_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$S_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$S_{p,inf}$	40,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{mp,inf}$	0,00	[mm]
$S_{p,sup}$	28,00	[mm]	$S_{mp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.932,00	[mm]			

B.2. CARATTERISTICHE INERZIALI

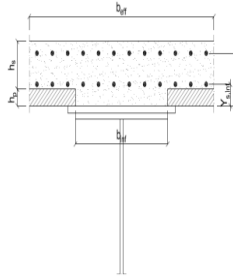
A	95.640,00	[mm ²]	$W_{mp,sup}$	-	[mm ³]
S	8,130E+07	[mm ³]	$W_{p,sup}$	5,641E+07	[mm ³]
Y_G	850,04	[mm]	$W_{an,sup}$	5,782E+07	[mm ³]
J	6,487E+10	[mm ⁴]	$W_{an,inf}$	-8,008E+07	[mm ³]
J_I	2,984E+07	[mm ⁴]	$W_{p,inf}$	-7,631E+07	[mm ³]
A_V	40.000,00	[mm ²]	$W_{mp,inf}$	-	[mm ³]

**C. CARATTERISTICHE DELLA SOLETTA SUPERIORE IN CEMENTO ARMATO****C.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

h_s	250,00	[mm]	Y_G	187,78	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	1,008E+06	[mm ²]
b_{eff}	3.850,00	[mm]	J	6,144E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			

C.2. ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	3.869,25	[mm ²]	$A_{s,sup}$	3.869,25	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]

 SOLETTA FESSURATA**D. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

CARATTERISTICA GEOMETRICA/INERZIALE	FASE I	FASE II (lunga durata)	FASE II (ritiro)	FASE III (breve durata)
Coefficiente di viscosità: $\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione S [m ³]	8,130E-02	1,998E-01	2,252E-01	4,427E-01
Baricentro della sezione Y_G [m]	0,850	1,333	1,395	1,697
Area della sezione A [m ²]	9,564E-02	1,498E-01	1,614E-01	2,609E-01
Costante torsionale della sezione J_I [m ⁴]	2,984E-05	9,571E-04	1,189E-03	3,174E-03
Momento di inerzia della sezione J [m ⁴]	6,487E-02	1,270E-01	1,349E-01	1,742E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta $W_{soletta}$ [m ³]	-	1,287E-01	1,459E-01	2,797E-01
Modulo di resistenza armatura superiore $W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,368E-01	1,556E-01	3,084E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore $W_{arm,inf}$ [m ³]	-	1,657E-01	1,914E-01	4,325E-01
Modulo di resistenza estradosso impiattamento superic $W_{mp,sup}$ [m ³]	-	-	-	-
Modulo di resistenza estradosso piattabanda superiore $W_{p,sup}$ [m ³]	5,641E-02	1,905E-01	2,230E-01	5,753E-01
Modulo di resistenza estradosso anima $W_{an,sup}$ [m ³]	5,782E-02	1,989E-01	2,338E-01	6,339E-01
Modulo di resistenza intradosso anima $W_{an,inf}$ [m ³]	-8,008E-02	-9,819E-02	-9,959E-02	-1,051E-01
Modulo di resistenza intradosso piattabanda inferiore $W_{p,inf}$ [m ³]	-7,631E-02	-9,524E-02	-9,674E-02	-1,027E-01
Modulo di resistenza intradosso impiattamento inferiore $W_{mp,inf}$ [m ³]	-	-	-	-

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 74 di 273</p>

10.1.4. *Trave T2 – Concio 02*

A. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

A.1. CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
	f_{td}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

A.2. ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA LENTA

B450C	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

A.3. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

S355	f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
	f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

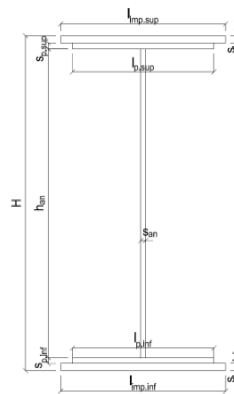
B. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA

B.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.000,00	[mm]	$S_{p,an}$	20,00	[mm]
$l_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$S_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$S_{p,inf}$	44,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{mp,inf}$	0,00	[mm]
$S_{p,sup}$	32,00	[mm]	$S_{mp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.924,00	[mm]			

B.2. CARATTERISTICHE INERZIALI

A	102.080,00	[mm ²]	$W_{mp,sup}$	-	[mm ³]
S	8,720E+07	[mm ³]	$W_{p,sup}$	6,181E+07	[mm ³]
Y_G	854,21	[mm]	$W_{an,sup}$	6,359E+07	[mm ³]
J	7,083E+10	[mm ⁴]	$W_{an,inf}$	-8,742E+07	[mm ³]
J_t	3,888E+07	[mm ⁴]	$W_{p,inf}$	-8,291E+07	[mm ³]
A_V	40.000,00	[mm ²]	$W_{mp,inf}$	-	[mm ³]



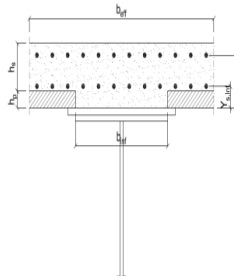
C. CARATTERISTICHE DELLA SOLETTA SUPERIORE IN CEMENTO ARMATO

C.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI

h_s	250,00	[mm]	Y_G	187,78	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	1,008E+06	[mm ²]
b_{eff}	3.850,00	[mm]	J	6,144E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			

C.2. ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	3.869,25	[mm ²]	$A_{s,sup}$	3.869,25	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]


 SOLETTA FESSURATA

D. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISTICA GEOMETRICA/INERZIALE	FASE I	FASE II (lunga durata)	FASE II (ritiro)	FASE III (breve durata)
Coefficiente di viscosità: $\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione S [m ³]	8,720E-02	2,057E-01	2,311E-01	4,486E-01
Baricentro della sezione Y_G [m]	0,854	1,316	1,377	1,678
Area della sezione A [m ²]	1,021E-01	1,563E-01	1,679E-01	2,673E-01
Costante torsionale della sezione J_t [m ⁴]	3,888E-05	9,661E-04	1,198E-03	3,184E-03
Momento di inerzia della sezione J [m ⁴]	7,083E-02	1,340E-01	1,423E-01	1,840E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta $W_{soletta}$ [m ³]	-	1,335E-01	1,508E-01	2,867E-01
Modulo di resistenza armatura superiore $W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,417E-01	1,607E-01	3,152E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore $W_{arm,inf}$ [m ³]	-	1,710E-01	1,967E-01	4,363E-01
Modulo di resistenza estradosso impiattamento superic $W_{mp,sup}$ [m ³]	-	-	-	-
Modulo di resistenza estradosso piattabanda superiore $W_{p,sup}$ [m ³]	6,181E-02	1,960E-01	2,282E-01	5,720E-01
Modulo di resistenza estradosso anima $W_{an,sup}$ [m ³]	6,359E-02	2,056E-01	2,406E-01	6,352E-01
Modulo di resistenza intradosso anima $W_{an,inf}$ [m ³]	-8,742E-02	-1,053E-01	-1,068E-01	-1,126E-01
Modulo di resistenza intradosso piattabanda inferiore $W_{p,inf}$ [m ³]	-8,291E-02	-1,018E-01	-1,034E-01	-1,096E-01
Modulo di resistenza intradosso impiattamento inferiore $W_{mp,inf}$ [m ³]	-	-	-	-

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 76 di 273</p>

10.1.5. *Trave T3 – Concio 01*

A. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

A.1. CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
	f_{td}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

A.2. ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA LENTA

B450C	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

A.3. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

S355	f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
	f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

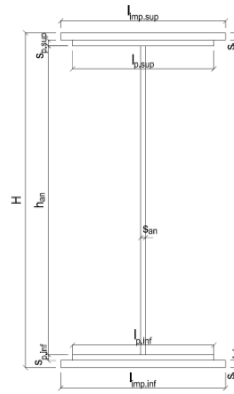
B. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA

B.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.000,00	[mm]	$S_{p,an}$	20,00	[mm]
$l_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$S_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$S_{p,inf}$	40,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{mp,inf}$	0,00	[mm]
$S_{p,sup}$	28,00	[mm]	$S_{mp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.932,00	[mm]			

B.2. CARATTERISTICHE INERZIALI

A	95.640,00	[mm ²]	$W_{mp,sup}$	-	[mm ³]
S	8,130E+07	[mm ³]	$W_{p,sup}$	5,641E+07	[mm ³]
Y_G	850,04	[mm]	$W_{an,sup}$	5,782E+07	[mm ³]
J	6,487E+10	[mm ⁴]	$W_{an,inf}$	-8,008E+07	[mm ³]
J_I	2,984E+07	[mm ⁴]	$W_{p,inf}$	-7,631E+07	[mm ³]
A_V	40.000,00	[mm ²]	$W_{mp,inf}$	-	[mm ³]



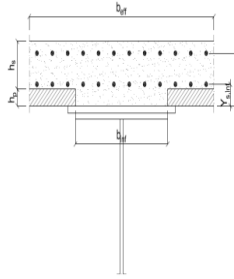
C. CARATTERISTICHE DELLA SOLETTA SUPERIORE IN CEMENTO ARMATO

C.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI

h_s	250,00	[mm]	Y_G	185,32	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	7,518E+05	[mm ²]
b_{eff}	2.825,00	[mm]	J	4,791E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			

C.2. ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	2.839,13	[mm ²]	$A_{s,sup}$	2.839,13	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]


 SOLETTA FESSURATA

D. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISTICA GEOMETRICA/INERZIALE	FASE I	FASE II (lunga durata)	FASE II (ritiro)	FASE III (breve durata)
Coefficiente di viscosità: $\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione S [m ³]	8,130E-02	1,694E-01	1,883E-01	3,504E-01
Baricentro della sezione Y_G [m]	0,850	1,246	1,302	1,601
Area della sezione A [m ²]	9,564E-02	1,360E-01	1,446E-01	2,188E-01
Costante torsionale della sezione J_I [m ⁴]	2,984E-05	7,111E-04	8,814E-04	2,340E-03
Momento di inerzia della sezione J [m ⁴]	6,487E-02	1,156E-01	1,229E-01	1,616E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta $W_{soletta}$ [m ³]	-	1,077E-01	1,207E-01	2,249E-01
Modulo di resistenza armatura superiore $W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,138E-01	1,280E-01	2,447E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore $W_{arm,inf}$ [m ³]	-	1,354E-01	1,540E-01	3,242E-01
Modulo di resistenza estradosso impiattamento superic $W_{mp,sup}$ [m ³]	-	-	-	-
Modulo di resistenza estradosso piattabanda superiore $W_{p,sup}$ [m ³]	5,641E-02	1,533E-01	1,761E-01	4,055E-01
Modulo di resistenza estradosso anima $W_{an,sup}$ [m ³]	5,782E-02	1,592E-01	1,834E-01	4,361E-01
Modulo di resistenza intradosso anima $W_{an,inf}$ [m ³]	-8,008E-02	-9,590E-02	-9,737E-02	-1,035E-01
Modulo di resistenza intradosso piattabanda inferiore $W_{p,inf}$ [m ³]	-7,631E-02	-9,283E-02	-9,438E-02	-1,009E-01
Modulo di resistenza intradosso impiattamento inferiore $W_{mp,inf}$ [m ³]	-	-	-	-

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 78 di 273

10.1.6. *Trave T3 – Concio 02*

A. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**A.1. CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA**

C32/40	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
	f_{td}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

A.2. ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA LENTA

B450C	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

A.3. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

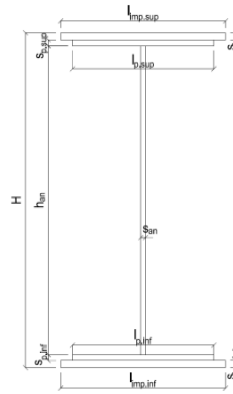
S355	f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
	f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

B. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA**B.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE**

H	2.000,00	[mm]	$S_{p,an}$	20,00	[mm]
$l_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$S_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$S_{p,inf}$	44,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{mp,inf}$	0,00	[mm]
$S_{p,sup}$	32,00	[mm]	$S_{mp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.924,00	[mm]			

B.2. CARATTERISTICHE INERZIALI

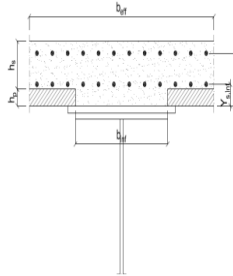
A	102.080,00	[mm ²]	$W_{mp,sup}$	-	[mm ³]
S	8,720E+07	[mm ³]	$W_{p,sup}$	6,181E+07	[mm ³]
Y_G	854,21	[mm]	$W_{an,sup}$	6,359E+07	[mm ³]
J	7,083E+10	[mm ⁴]	$W_{an,inf}$	-8,742E+07	[mm ³]
J_I	3,888E+07	[mm ⁴]	$W_{p,inf}$	-8,291E+07	[mm ³]
A_V	40.000,00	[mm ²]	$W_{mp,inf}$	-	[mm ³]

**C. CARATTERISTICHE DELLA SOLETTA SUPERIORE IN CEMENTO ARMATO****C.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI**

h_s	250,00	[mm]	Y_G	185,32	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	7,518E+05	[mm ²]
b_{eff}	2.825,00	[mm]	J	4,791E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			

C.2. ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	2.839,13	[mm ²]	$A_{s,sup}$	2.839,13	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]

 SOLETTA FESSURATA**D. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA**

CARATTERISTICA GEOMETRICA/INERZIALE	FASE I	FASE II (lunga durata)	FASE II (ritiro)	FASE III (breve durata)
Coefficiente di viscosità: $\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione S [m ³]	8,720E-02	1,753E-01	1,942E-01	3,563E-01
Baricentro della sezione Y_G [m]	0,854	1,231	1,286	1,582
Area della sezione A [m ²]	1,021E-01	1,424E-01	1,510E-01	2,252E-01
Costante torsionale della sezione J_I [m ⁴]	3,888E-05	7,202E-04	8,904E-04	2,349E-03
Momento di inerzia della sezione J [m ⁴]	7,083E-02	1,222E-01	1,297E-01	1,705E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta $W_{soletta}$ [m ³]	-	1,122E-01	1,254E-01	2,310E-01
Modulo di resistenza armatura superiore $W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,186E-01	1,329E-01	2,506E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore $W_{arm,inf}$ [m ³]	-	1,407E-01	1,593E-01	3,290E-01
Modulo di resistenza estradosso impiattamento superic $W_{mp,sup}$ [m ³]	-	-	-	-
Modulo di resistenza estradosso piattabanda superiore $W_{p,sup}$ [m ³]	6,181E-02	1,589E-01	1,816E-01	4,077E-01
Modulo di resistenza estradosso anima $W_{an,sup}$ [m ³]	6,359E-02	1,658E-01	1,901E-01	4,415E-01
Modulo di resistenza intradosso anima $W_{an,inf}$ [m ³]	-8,742E-02	-1,030E-01	-1,045E-01	-1,108E-01
Modulo di resistenza intradosso piattabanda inferiore $W_{p,inf}$ [m ³]	-8,291E-02	-9,931E-02	-1,009E-01	-1,078E-01
Modulo di resistenza intradosso impiattamento inferiore $W_{mp,inf}$ [m ³]	-	-	-	-

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 80 di 273

10.2. Modellazione dei trasversi e della soletta

Nel modello relativo alla fase I i trasversi metallici sono stati modellati secondo la loro reale sezione, mentre la soletta non è stata inserita (se non come carico sulle travi principali) perché ancora non collaborante.

In fase II e III la soletta è stata inserita nel modello suddivisa in strisce di larghezza variabile in funzione dell'interasse tra i trasversi e spessore **0,32 m**, quindi è stata inserita nel modello una trave con le caratteristiche meccaniche di tale striscia. Per quanto riguarda le caratteristiche di rigidezza della sezione, sono state considerate quelle relative a tale geometria eccezion fatta per la rigidezza torsionale. L'inerzia torsionale alla De Saint Venant di un rettangolo allungato vale:

$$J_t = b s^3 / 3$$

Tale rigidezza in realtà vale per una trave. Quando si parla invece di strisce di soletta che costituiscono il grigliato equivalente per l'analisi a trave è necessario considerare solo metà di tale rigidezza in quanto una metà viene attribuita appunto alle strisce longitudinali e l'altra metà a quelle trasversali (vedi modellazione trasversi). Si ottiene in definitiva:

$$J_t = b s^3 / 6$$

Per quanto riguarda i trasversi metallici invece, è stato necessario fornire al programma le rigidezze equivalenti alla sezione acciaio-calcestruzzo omogeneizzata analogamente a quanto fatto per le travi. È stato considerato il sistema trasverso-soletta come un sistema in parallelo in cui la rigidezza equivalente del sistema è pari alla somma delle rigidezze.

Nella tabella successiva sono riportate le caratteristiche geometriche – inerziali della sezione equivalente dei trasversi correnti:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE-INERZIALI DEL TRASVERSO METALLICO

Altezza totale del trasverso flessionale:	800,00	mm	0,800	m
Larghezza della piattabanda superiore:	300,00	mm	0,300	m
Spessore della piattabanda superiore:	20,00	mm	0,020	m
Altezza dell'anima:	760,00	mm	0,760	m
Spessore dell'anima:	16,00	mm	0,016	m
Larghezza della piattabanda inferiore:	300,00	mm	0,300	m
Spessore della piattabanda inferiore:	20,00	mm	0,020	m
Area della sezione del trasverso flessionale:	24.160,00	mm ²	0,02416	m ²
Momento statico della sezione rispetto al lembo inferiore del trasverso:	9,664E+06	mm ³	0,00966	m ³
Baricentro della sezione rispetto al lembo inferiore del trasverso:	400,00	mm	0,40000	m
Momento di inerzia della sezione rispetto al baricentro del trasverso:	2,411E+09	mm ⁴	0,00241	m ⁴
Area resistente a taglio:	12.800,00	mm ²	0,01280	m ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE-INERZIALI DELLA SOLETTA

Larghezza della striscia di soletta considerata:	2.375,00	mm	2,38	m
Spessore della soletta:	320,00	mm	0,32	m
Area della striscia di soletta:	760.000,00	mm ²	0,76000	m ²
Momento di inerzia della sezione rispetto al baricentro della soletta:	6,485E+09	mm ⁴	0,00649	m ⁴
Area resistente a taglio della striscia di soletta:	633.333,33	mm ²	0,63333	m ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE-INERZIALI DELLA SEZIONE EQUIVALENTE - FASE II

Coefficiente di omogeneizzazione:	21,71		21,71	
Area della sezione equivalente:	59.170,13	mm ²	0,05917	m ²
Momento di inerzia flessionale della sezione equivalente:	2,710E+09	mm ⁴	0,00271	m ⁴
Area resistente a taglio della sezione equivalente:	41.975,11	mm ²	0,04198	m ²
Costante torsionale:	5,975E+08	mm ⁴	0,00060	m ⁴

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE-INERZIALI DELLA SEZIONE EQUIVALENTE - FASE III

Coefficiente di omogeneizzazione:	6,40		6,40	
Area della sezione equivalente:	142.910,00	mm ²	0,14291	m ²
Momento di inerzia flessionale della sezione equivalente:	3,424E+09	mm ⁴	0,00342	m ⁴
Area resistente a taglio della sezione equivalente:	111.758,33	mm ²	0,11176	m ²
Costante torsionale:	2,027E+09	mm ⁴	0,00203	m ⁴

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 82 di 273

Nella tabella successiva sono riportate le caratteristiche geometriche – inerziali della sezione equivalente dei trasversi di testata:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE-INERZIALI DEL TRASVERSO METALLICO

Altezza totale del trasverso flessionale:	1.000,00	mm	1,000	m
Larghezza della piattabanda superiore:	300,00	mm	0,300	m
Spessore della piattabanda superiore:	20,00	mm	0,020	m
Altezza dell'anima:	960,00	mm	0,960	m
Spessore dell'anima:	20,00	mm	0,020	m
Larghezza della piattabanda inferiore:	300,00	mm	0,300	m
Spessore della piattabanda inferiore:	20,00	mm	0,020	m
Area della sezione del trasverso flessionale:	31.200,00	mm ²	0,03120	m ²
Momento statico della sezione rispetto al lembo inferiore del trasverso:	1,560E+07	mm ³	0,01560	m ³
Baricentro della sezione rispetto al lembo inferiore del trasverso:	500,00	mm	0,50000	m
Momento di inerzia della sezione rispetto al baricentro del trasverso:	4,356E+09	mm ⁴	0,00436	m ⁴
Area resistente a taglio:	20.000,00	mm ²	0,02000	m ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE-INERZIALI DELLA SOLETTA

Larghezza della striscia di soletta considerata:	1.237,50	mm	1,24	m
Spessore della soletta:	320,00	mm	0,32	m
Area della striscia di soletta:	396.000,00	mm ²	0,39600	m ²
Momento di inerzia della sezione rispetto al baricentro della soletta:	3,379E+09	mm ⁴	0,00338	m ⁴
Area resistente a taglio della striscia di soletta:	330.000,00	mm ²	0,33000	m ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE-INERZIALI DELLA SEZIONE EQUIVALENTE - FASE II

Coefficiente di omogeneizzazione:	21,71		21,71	
Area della sezione equivalente:	49.442,12	mm ²	0,04944	m ²
Momento di inerzia flessionale della sezione equivalente:	4,512E+09	mm ⁴	0,00451	m ⁴
Area resistente a taglio della sezione equivalente:	35.201,77	mm ²	0,03520	m ²
Costante torsionale:	3,113E+08	mm ⁴	0,00031	m ⁴

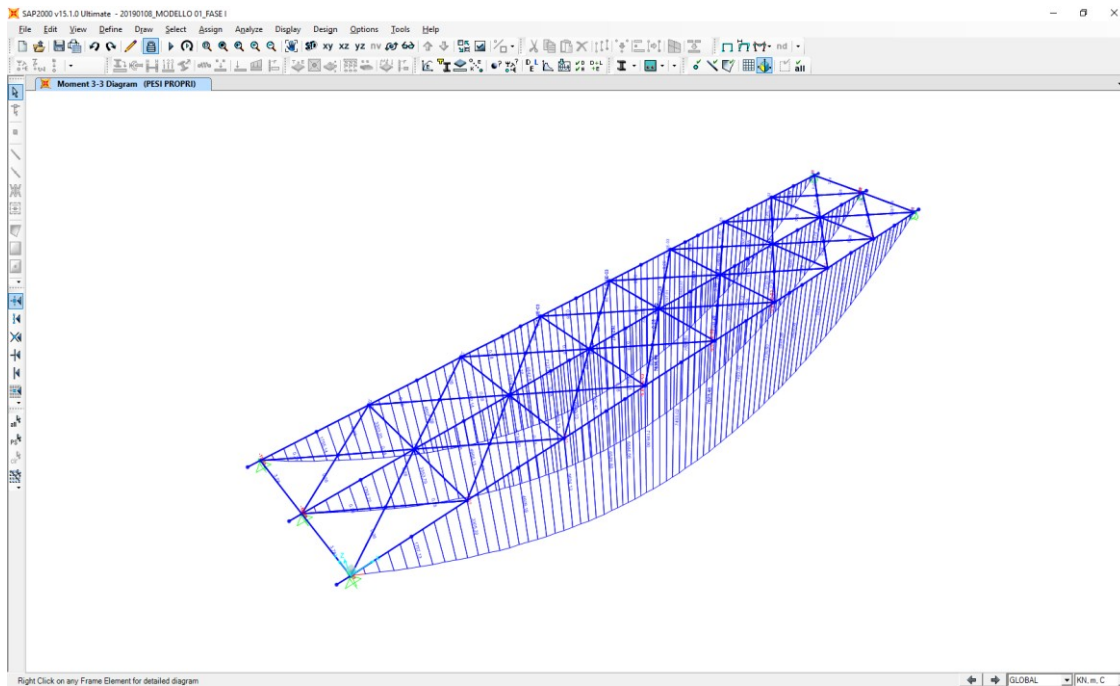
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE-INERZIALI DELLA SEZIONE EQUIVALENTE - FASE III

Coefficiente di omogeneizzazione:	6,40		6,40	
Area della sezione equivalente:	93.075,00	mm ²	0,09308	m ²
Momento di inerzia flessionale della sezione equivalente:	4,884E+09	mm ⁴	0,00488	m ⁴
Area resistente a taglio della sezione equivalente:	71.562,50	mm ²	0,07156	m ²
Costante torsionale:	1,056E+09	mm ⁴	0,00106	m ⁴

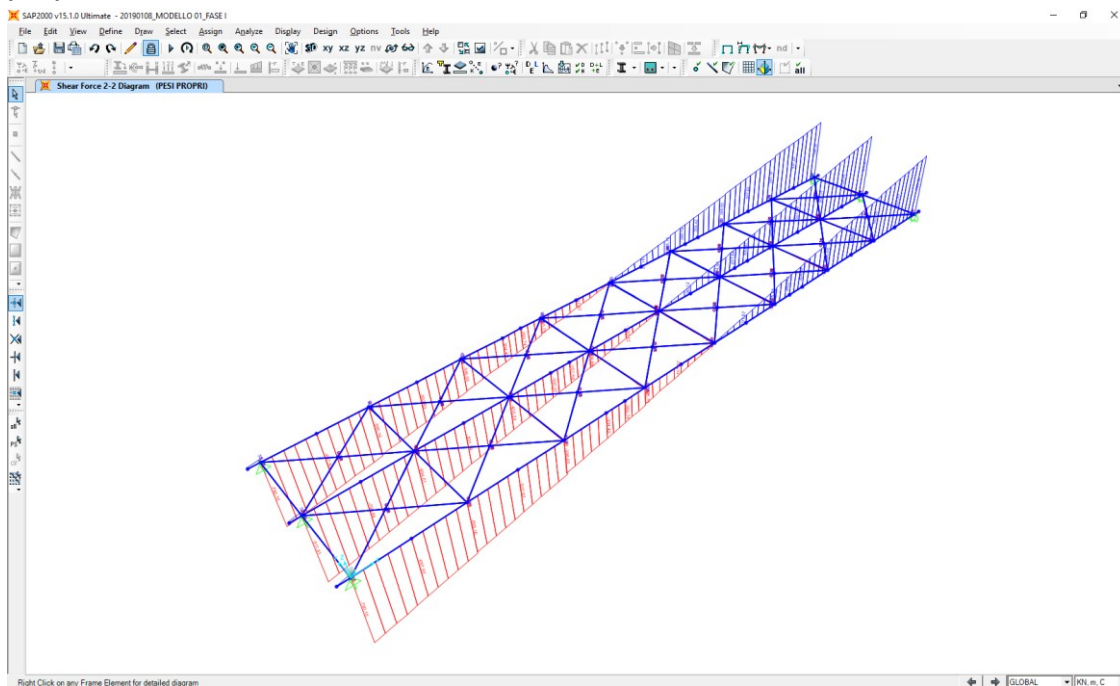
11. IMPALCATO - SOLLECITAZIONI SULLE TRAVI PRINCIPALI

11.1. Peso proprio e soletta

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente generato per effetto del peso proprio delle strutture metalliche e della soletta:

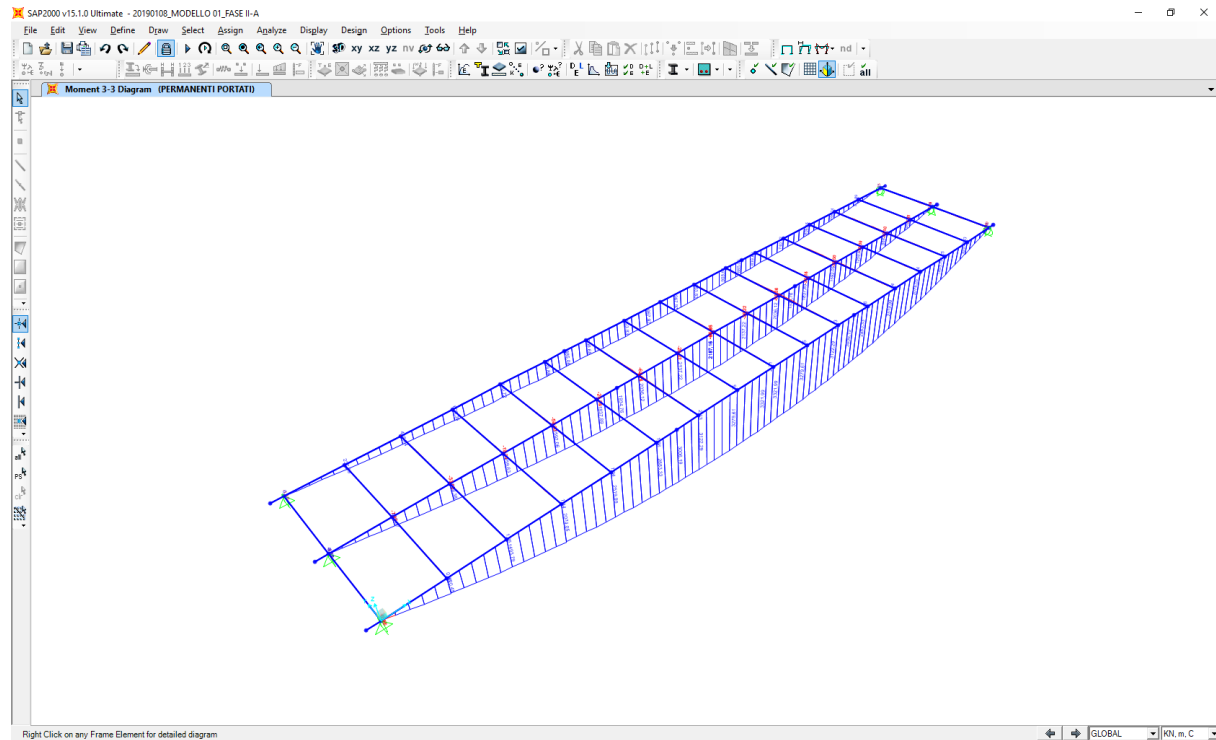


Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio generato per effetto del peso proprio delle strutture metalliche e della soletta:

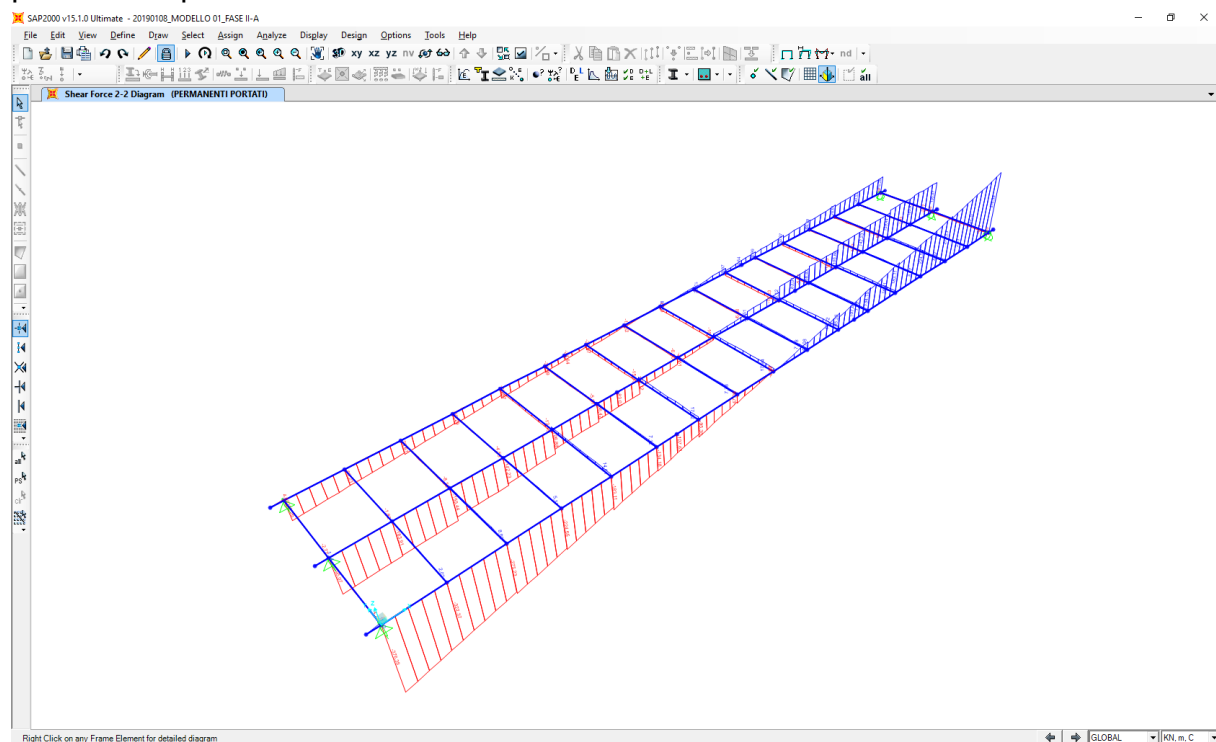


11.2. Carichi permanenti portati

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente generato per effetto dei carichi permanenti portati:

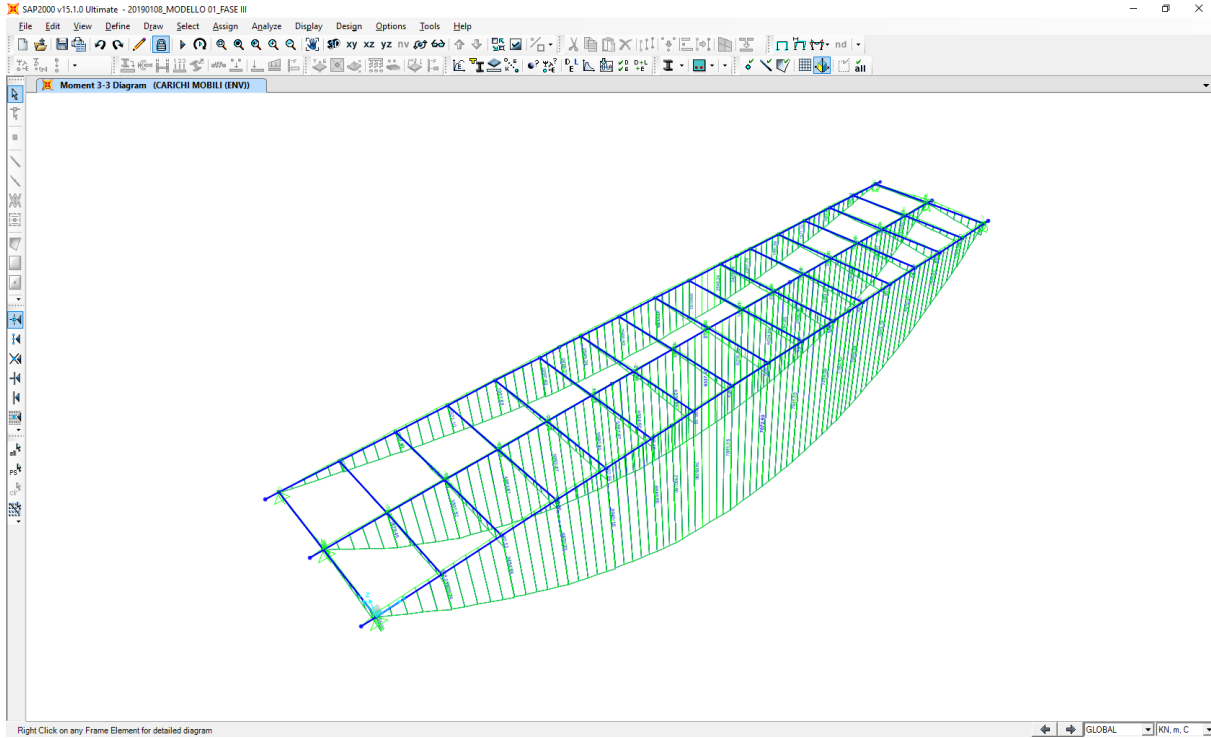


Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio generato per effetto dei carichi permanenti portati:

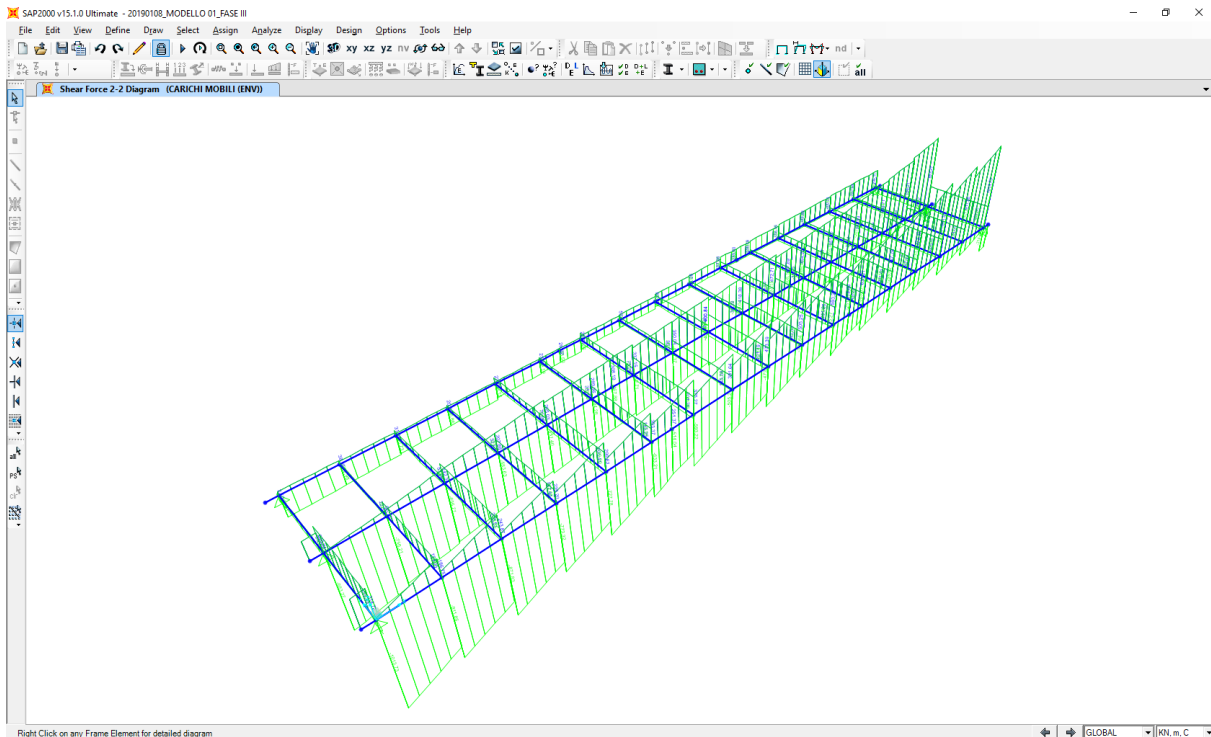


11.3. Carichi mobili (traffico veicolare e folla)

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente generato per effetto dei carichi mobili (combinazione di involuppo):

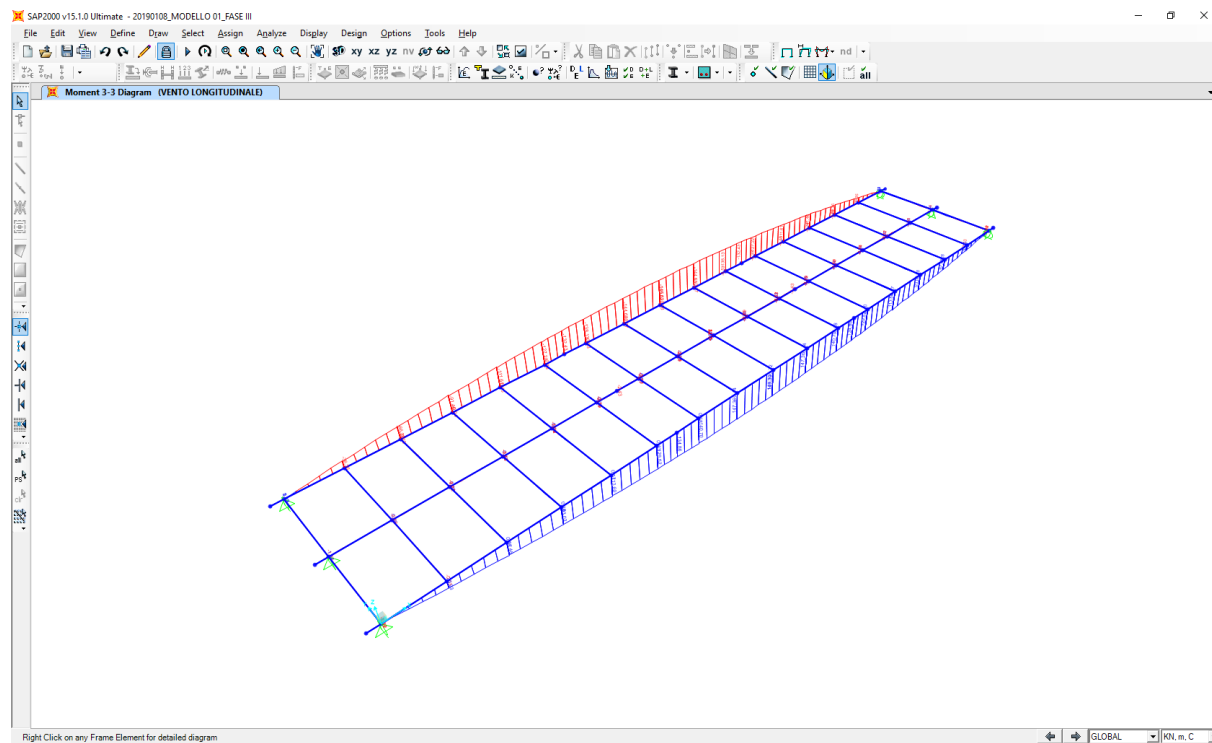


Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio generato per effetto dei carichi mobili (combinazione di involuppo):

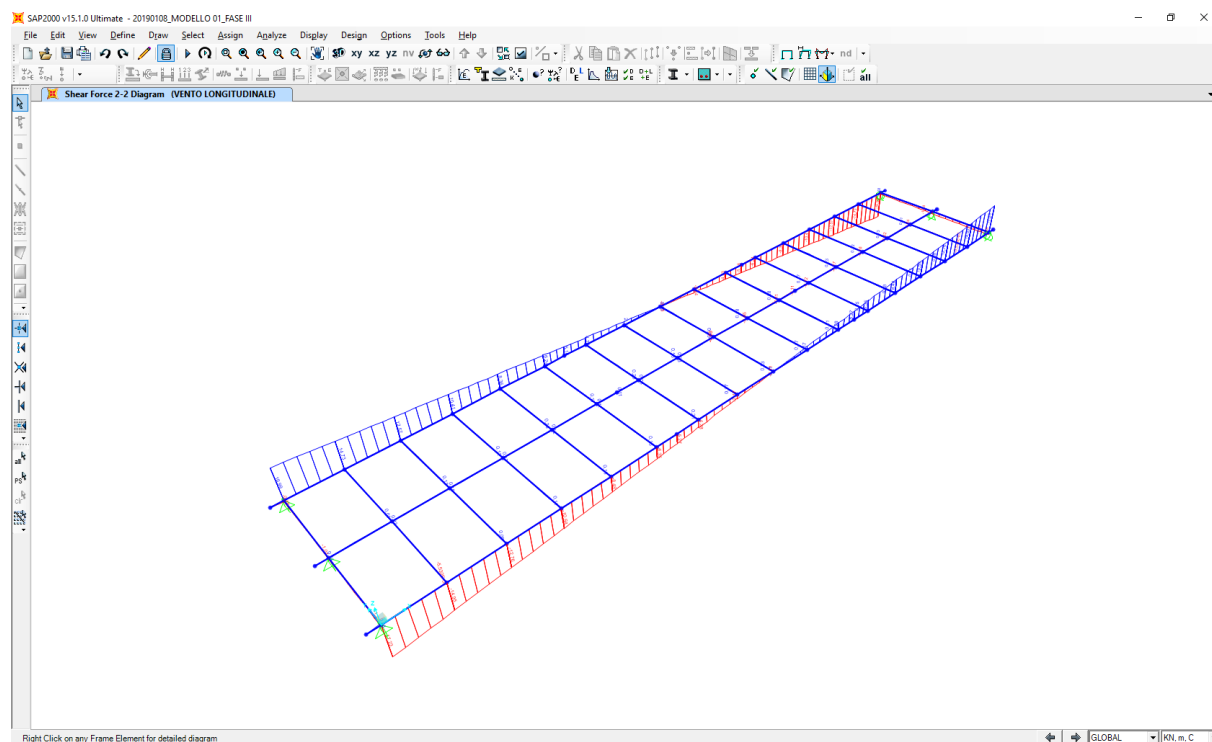


11.4. Azione del vento

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente generato per effetto dell'azione del vento:



Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio generato per effetto dell'azione del vento:



11.5. Tabelle di riepilogo delle azioni sollecitanti



Relazione di calcolo

11.5.1. Trave T1

Table with columns: CONCIO, ELEMENTO, ASCISSA ELEMENTO, FASE 1 (PESI PROPRI STRUTTURALI), FASE 2 (CARICHI PERMANENTI PORTATI), FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MASSIMI). Rows list various load cases (CONCIO 01 to CONCIO 01) and their corresponding structural parameters (Nk, V1k, V2k, M1k, M2k) and values.



Relazione di calcolo

CONCIO	ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 2 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MINIMI)					FASE 3 (AZIONE DEL VENTO)				
			N _k [kN]	V _k [kN]	V _{1,k} [kN]	M _{1,k} [kNm]	M _{2,k} [kNm]	N _k [kN]	V _k [kN]	V _{1,k} [kN]	M _{1,k} [kNm]	M _{2,k} [kNm]
CONCIO 01	T1-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CONCIO 01	T1-1	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	-153,06	0,00	0,48	0,00	0,00	-3,12
CONCIO 01	T1-2	0,00	0,00	-1013,73	0,00	0,00	-165,01	0,00	-11,23	0,00	0,00	-1,29
CONCIO 01	T1-2	0,48	0,00	-568,11	0,00	0,00	-164,60	0,00	-16,78	0,00	0,00	6,80
CONCIO 01	T1-2	0,95	0,00	-922,52	0,00	0,00	-164,81	0,00	-16,32	0,00	0,00	14,65
CONCIO 01	T1-2	1,43	0,00	-876,93	0,00	0,00	-165,03	0,00	-15,86	0,00	0,00	22,29
CONCIO 01	T1-2	1,90	0,00	-831,34	0,00	0,00	-165,25	0,00	-15,41	0,00	0,00	29,71
CONCIO 01	T1-2	2,38	0,00	-785,64	0,00	0,00	-165,48	0,00	-14,95	0,00	0,00	36,93
CONCIO 01	T1-3	0,00	0,00	-911,85	0,00	0,00	-161,87	0,00	-14,95	0,00	0,00	34,69
CONCIO 01	T1-3	0,48	0,00	-869,57	0,00	0,00	-161,22	0,00	-14,49	0,00	0,00	41,69
CONCIO 01	T1-3	0,95	0,00	-827,32	0,00	0,00	-160,57	0,00	-14,03	0,00	0,00	48,46
CONCIO 01	T1-3	1,43	0,00	-785,06	0,00	0,00	-159,92	0,00	-13,58	0,00	0,00	55,01
CONCIO 01	T1-3	1,90	0,00	-742,80	0,00	0,00	-159,27	0,00	-13,12	0,00	0,00	61,35
CONCIO 01	T1-3	2,38	0,00	-700,46	0,00	0,00	-158,62	0,00	-12,66	0,00	0,00	67,48
CONCIO 01	T1-4	0,00	0,00	-871,84	0,00	0,00	-155,60	0,00	-12,78	0,00	0,00	65,44
CONCIO 01	T1-4	0,48	0,00	-827,38	0,00	0,00	-153,73	0,00	-12,30	0,00	0,00	71,40
CONCIO 01	T1-4	0,95	0,00	-783,24	0,00	0,00	-151,87	0,00	-11,84	0,00	0,00	77,13
CONCIO 01	T1-4	1,43	0,00	-739,10	0,00	0,00	-150,02	0,00	-11,39	0,00	0,00	82,64
CONCIO 01	T1-4	1,90	0,00	-694,97	0,00	0,00	-148,16	0,00	-10,93	0,00	0,00	87,94
CONCIO 01	T1-4	2,38	0,00	-650,82	0,00	0,00	-146,29	0,00	-10,47	0,00	0,00	93,03
CONCIO 01	T1-5	0,00	0,00	-773,32	0,00	0,00	-143,68	0,00	-10,58	0,00	0,00	91,17
CONCIO 01	T1-5	0,48	0,00	-731,65	0,00	0,00	-141,70	0,00	-10,13	0,00	0,00	96,10
CONCIO 01	T1-5	0,95	0,00	-690,00	0,00	0,00	-139,72	0,00	-9,67	0,00	0,00	100,80
CONCIO 01	T1-5	1,43	0,00	-648,34	0,00	0,00	-137,75	0,00	-9,22	0,00	0,00	105,28
CONCIO 01	T1-5	1,90	0,00	-606,69	0,00	0,00	-135,77	0,00	-8,76	0,00	0,00	109,54
CONCIO 01	T1-5	2,38	0,00	-564,95	0,00	0,00	-133,79	0,00	-8,30	0,00	0,00	113,60
CONCIO 01	T1-6	0,00	0,00	-727,78	0,00	0,00	-131,73	0,00	-8,48	0,00	0,00	112,08
CONCIO 01	T1-6	0,48	0,00	-684,44	0,00	0,00	-129,61	0,00	-8,02	0,00	0,00	116,01
CONCIO 01	T1-6	0,95	0,00	-641,12	0,00	0,00	-127,50	0,00	-7,57	0,00	0,00	119,71
CONCIO 01	T1-6	1,43	0,00	-597,80	0,00	0,00	-125,39	0,00	-7,11	0,00	0,00	123,19
CONCIO 01	T1-6	1,90	0,00	-554,48	0,00	0,00	-123,28	0,00	-6,66	0,00	0,00	126,46
CONCIO 01	T1-6	2,38	0,00	-511,06	0,00	0,00	-121,17	0,00	-6,20	0,00	0,00	129,52
CONCIO 01	T1-7	0,00	0,00	-833,21	0,00	0,00	-119,57	0,00	-6,35	0,00	0,00	128,32
CONCIO 01	T1-7	0,38	0,00	-793,54	0,00	0,00	-117,87	0,00	-5,99	0,00	0,00	130,64
CONCIO 01	T1-7	0,75	0,00	-753,89	0,00	0,00	-116,19	0,00	-5,63	0,00	0,00	132,81
CONCIO 01	T1-7	1,13	0,00	-714,04	0,00	0,00	-114,49	0,00	-5,27	0,00	0,00	134,86
CONCIO 02	T1-8	0,00	0,00	-514,04	0,00	0,00	-114,49	0,00	-5,27	0,00	0,00	134,86
CONCIO 02	T1-8	0,42	0,00	-486,13	0,00	0,00	-112,68	0,00	-4,87	0,00	0,00	136,97
CONCIO 02	T1-8	0,83	0,00	-458,23	0,00	0,00	-110,86	0,00	-4,47	0,00	0,00	138,92
CONCIO 02	T1-8	1,25	0,00	-430,33	0,00	0,00	-109,05	0,00	-4,07	0,00	0,00	140,69
CONCIO 02	T1-9	0,00	0,00	-593,22	0,00	0,00	-108,04	0,00	-4,28	0,00	0,00	139,90
CONCIO 02	T1-9	0,48	0,00	-551,13	0,00	0,00	-105,84	0,00	-3,83	0,00	0,00	141,83
CONCIO 02	T1-9	0,95	0,00	-509,06	0,00	0,00	-103,64	0,00	-3,37	0,00	0,00	143,54
CONCIO 02	T1-9	1,43	0,00	-466,99	0,00	0,00	-101,45	0,00	-2,91	0,00	0,00	145,03
CONCIO 02	T1-9	1,90	0,00	-424,92	0,00	0,00	-99,26	0,00	-2,46	0,00	0,00	146,30
CONCIO 02	T1-9	2,38	0,00	-382,75	0,00	0,00	-97,06	0,00	-2,00	0,00	0,00	147,36
CONCIO 02	T1-10	0,00	0,00	-505,25	0,00	0,00	-96,61	0,00	-2,17	0,00	0,00	146,95
CONCIO 02	T1-10	0,48	0,00	-463,83	0,00	0,00	-94,55	0,00	-1,71	0,00	0,00	147,87
CONCIO 02	T1-10	0,95	0,00	-426,43	0,00	0,00	-92,49	0,00	-1,26	0,00	0,00	148,58
CONCIO 02	T1-10	1,43	0,00	-387,02	0,00	0,00	-90,44	0,00	-0,80	0,00	0,00	149,07
CONCIO 02	T1-10	1,90	0,00	-347,62	0,00	0,00	-88,38	0,00	-0,34	0,00	0,00	149,34
CONCIO 02	T1-10	2,38	0,00	-308,13	0,00	0,00	-86,33	0,00	0,11	0,00	0,00	149,39
CONCIO 02	T1-11	0,00	0,00	-473,39	0,00	0,00	-86,33	0,00	-0,11	0,00	0,00	149,39
CONCIO 02	T1-11	0,48	0,00	-432,46	0,00	0,00	-88,38	0,00	0,34	0,00	0,00	149,34
CONCIO 02	T1-11	0,95	0,00	-391,53	0,00	0,00	-90,44	0,00	0,80	0,00	0,00	149,07
CONCIO 02	T1-11	1,43	0,00	-350,61	0,00	0,00	-92,49	0,00	1,26	0,00	0,00	148,58
CONCIO 02	T1-11	1,90	0,00	-309,68	0,00	0,00	-94,55	0,00	1,71	0,00	0,00	147,87
CONCIO 02	T1-11	2,38	0,00	-268,69	0,00	0,00	-96,61	0,00	2,17	0,00	0,00	146,95
CONCIO 02	T1-12	0,00	0,00	-391,64	0,00	0,00	-97,06	0,00	2,00	0,00	0,00	147,36
CONCIO 02	T1-12	0,48	0,00	-353,30	0,00	0,00	-99,26	0,00	2,46	0,00	0,00	146,30
CONCIO 02	T1-12	0,95	0,00	-314,96	0,00	0,00	-101,45	0,00	2,91	0,00	0,00	145,03
CONCIO 02	T1-12	1,43	0,00	-276,63	0,00	0,00	-103,64	0,00	3,37	0,00	0,00	143,54
CONCIO 02	T1-12	1,90	0,00	-238,30	0,00	0,00	-105,84	0,00	3,83	0,00	0,00	141,83
CONCIO 02	T1-12	2,38	0,00	-199,88	0,00	0,00	-108,04	0,00	4,28	0,00	0,00	139,90
CONCIO 02	T1-13	0,00	0,00	-375,27	0,00	0,00	-109,05	0,00	4,07	0,00	0,00	140,70
CONCIO 02	T1-13	0,42	0,00	-334,01	0,00	0,00	-110,86	0,00	4,47	0,00	0,00	138,92
CONCIO 02	T1-13	0,83	0,00	-292,76	0,00	0,00	-112,68	0,00	4,87	0,00	0,00	136,97
CONCIO 02	T1-13	1,25	0,00	-251,50	0,00	0,00	-114,49	0,00	5,27	0,00	0,00	134,86
CONCIO 01	T1-14	0,00	0,00	-251,37	0,00	0,00	-114,49	0,00	5,27	0,00	0,00	134,86
CONCIO 01	T1-14	0,38	0,00	-226,23	0,00	0,00	-116,19	0,00	5,63	0,00	0,00	132,81
CONCIO 01	T1-14	0,75	0,00	-201,09	0,00	0,00	-117,87	0,00	5,99	0,00	0,00	130,64
CONCIO 01	T1-14	1,13	0,00	-175,96	0,00	0,00	-119,57	0,00	6,35	0,00	0,00	128,32
CONCIO 01	T1-15	0,00	0,00	-393,37	0,00	0,00	-121,17	0,00	6,20	0,00	0,00	129,52
CONCIO 01	T1-15	0,48	0,00	-356,16	0,00	0,00	-123,28	0,00	6,66	0,00	0,00	126,46
CONCIO 01	T1-15	0,95	0,00	-322,96	0,00	0,00	-125,39	0,00	7,11	0,00	0,00	123,19
CONCIO 01	T1-15	1,43	0,00	-291,76	0,00	0,00	-127,50	0,00	7,57	0,00	0,00	119,71
CONCIO 01	T1-15	1,90	0,00	-264,56	0,00	0,00	-129,61	0,00	8,02	0,00	0,00	116,01
CONCIO 01	T1-15	2,38	0,00	-241,29	0,00	0,00	-131,73	0,00	8,48	0,00	0,00	112,08
CONCIO 01	T1-16	0,00	0,00	-299,62	0,00	0,00	-133,79	0,00	8,30	0,00	0,00	113,60
CONCIO 01	T1-16	0,48	0,00	-261,08	0,00	0,00	-135,77	0,00	8,76	0,00	0,00	109,54
CONCIO 01	T1-16	0,95	0,00	-222,54	0,00	0,00	-137,75	0,00	9,22	0,00	0,00	105,28
CONCIO 01	T1-16	1,43	0,00	-184,00	0,00	0,00	-139,72	0,00	9,67	0,00	0,00	100,80
CONCIO 01	T1-16	1,90	0,00	-145,45	0,00	0,00	-141,70	0,00	10,13	0,00	0,00	96,10
CONCIO 01	T1-16	2,38	0,00	-106,62	0,00	0,00	-143,68	0,00	10,58	0,00	0,00	91,17
CONCIO 01	T1-17	0,00	0,00	-235,20	0,00	0,00	-146,29	0,00	10,47	0,00	0,00	93,03
CONCIO 01	T1-17	0,48	0,00	-199,80	0,00	0,00	-148,16	0,00	10,93	0,00	0,00	97,94
CONCIO 01	T1-17	0,95	0,00	-163,60	0,00	0,00	-150,02	0,00	11,39	0,00	0,00	82,64
CONCIO 01	T1-17	1,43	0,00	-127,80	0,00	0,00	-151,87	0,00	11,84	0,00	0,00	77,13
CONCIO 01	T1-17	1,90	0,00	-92,01	0,00	0,00	-153,73	0,00	12,30	0,00	0,00	71,40
CONCIO 01	T1-17	2,38	0,00	-56,14	0,00	0,00	-155,60	0,00	12,76	0,00	0,00	65,44
CONCIO 01	T1-18	0,00	0,00	-243,87	0,00	0,00	-158,61	0,00	12,66	0,00	0,00	67,48
CONCIO 01	T1-18	0,48	0,00</									

11.5.2. Trave T2

Table with columns for CONCIO, ELEMENTO, ASCISSA ELEMENTO, FASE 1 (PESI PROPRI STRUTTURALI), FASE 2A (CARICHI PERMANENTI PORTATI), and FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MASSIMI). Contains structural calculation data for various sections.



Relazione di calcolo

Table with columns: CONCIO, ELEMENTO, ASCISSA ELEMENTO, FASE 2 (TRAFFICO - INVILOPPO DEI MINIMI), FASE 3 (AZIONE DEL VENTO). Rows contain numerical data for various scenarios.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 93 di 273

12. IMPALCATO - VERIFICA STRUTTURALE DELLE TRAVI PRINCIPALI

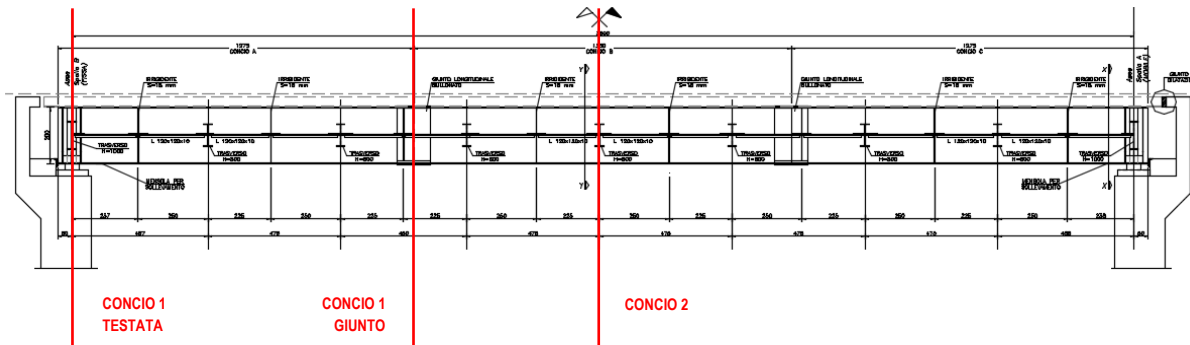
12.1. Definizione delle verifiche eseguite

Nei paragrafi successivi sono riportate le seguenti verifiche sulle sezioni delle travi principali:

- Verifiche tensionali in esercizio sulle sezioni efficaci (a seguito della definizione delle tensioni sulle sezioni lorde e la definizione delle aree efficaci)
- Verifiche tensionali allo Stato Limite Ultimo per presso/tensoflessione sulle sezioni efficaci
- Verifiche tensionali allo Stato Limite Ultimo per taglio sulle sezioni efficaci
- Verifica di instabilità a taglio dell'anima condotta sulla sezione efficace
- Verifica della piolatura condotta sulla base delle caratteristiche inerziali delle sezioni efficaci

12.2. Definizione delle sezioni di verifica

Di seguito sono evidenziate, per ciascun concio, le sezioni di verifica prese in esame (sezioni di massime sollecitazioni per i differenti conci):



Le verifiche strutturali verranno condotte in corrispondenza della trave T1 di bordo che è risultata la maggiormente sollecitata.

12.3. Trave T1 – Concio 01 – Sezione di testata

A. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

A.1. CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40

R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
f_{cd}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

A.2. ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA LENTA

B450C

f_k	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

A.3. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

S355

f_k	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	E_a	210.000,00	[N/mm ²]

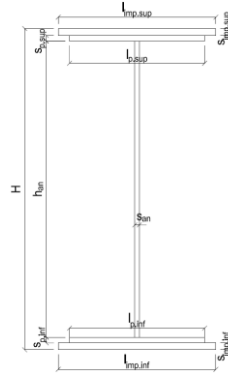
B. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA

B.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.000,00	[mm]	$S_{p,an}$	20,00	[mm]
$l_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$S_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$S_{p,inf}$	40,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{mp,inf}$	0,00	[mm]
$S_{p,sup}$	28,00	[mm]	$S_{mp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.932,00	[mm]			

B.2. CARATTERISTICHE INERZIALI

A	95.640,00	[mm ²]	$W_{mp,sup}$	-	[mm ³]
S	8.130E+07	[mm ³]	$W_{p,sup}$	5,641E+07	[mm ³]
Y_G	850,04	[mm]	$W_{an,sup}$	5,782E+07	[mm ³]
J	6,487E+10	[mm ⁴]	$W_{an,inf}$	-8,008E+07	[mm ³]
J_i	2,984E+07	[mm ⁴]	$W_{p,inf}$	-7,631E+07	[mm ³]
A_v	40.000,00	[mm ²]	$W_{mp,inf}$	-	[mm ³]



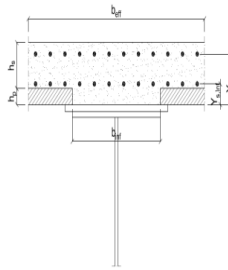
C. CARATTERISTICHE DELLA SOLETTA SUPERIORE IN CEMENTO ARMATO

C.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI

h_s	250,00	[mm]	Y_G	187,25	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	9,393E+05	[mm ²]
b_{eff}	3.575,00	[mm]	J	5,782E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			

C.2. ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	3.592,88	[mm ²]	$A_{s,sup}$	3.592,88	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]



SOLETTA FESSURATA

D. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISTICA GEOMETRICA/INERZIALE	FASE I	FASE II (lunga durata)	FASE II (ritiro)	FASE III (breve durata)
Coefficiente di viscosità: $\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione S [m ³]	8,130E-02	1,916E-01	2,153E-01	4,180E-01
Baricentro della sezione Y_G [m]	0,850	1,312	1,372	1,675
Area della sezione A [m ²]	9,564E-02	1,461E-01	1,569E-01	2,496E-01
Costante torsionale della sezione J_t [m ⁴]	2,984E-05	8,911E-04	1,106E-03	2,951E-03
Momento di inerzia della sezione J [m ⁴]	6,487E-02	1,242E-01	1,320E-01	1,713E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta $W_{soletta}$ [m ³]	-	1,231E-01	1,392E-01	2,654E-01
Modulo di resistenza armatura superiore $W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,306E-01	1,482E-01	2,916E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore $W_{arm,inf}$ [m ³]	-	1,575E-01	1,812E-01	4,026E-01
Modulo di resistenza estradosso impiattamento superic $W_{mp,sup}$ [m ³]	-	-	-	-
Modulo di resistenza estradosso piattabanda superiore $W_{p,sup}$ [m ³]	5,641E-02	1,804E-01	2,101E-01	5,264E-01
Modulo di resistenza estradosso anima $W_{an,sup}$ [m ³]	5,782E-02	1,880E-01	2,199E-01	5,759E-01
Modulo di resistenza intradosso anima $W_{an,inf}$ [m ³]	-8,008E-02	-9,765E-02	-9,907E-02	-1,048E-01
Modulo di resistenza intradosso piattabanda inferiore $W_{p,inf}$ [m ³]	-7,631E-02	-9,467E-02	-9,618E-02	-1,023E-01
Modulo di resistenza intradosso impiattamento inferiore $W_{mp,inf}$ [m ³]	-	-	-	-

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 95 di 273
--	--	---

E. AZIONI SOLLECITANTI

AZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)		FASE III (breve durata)					
			effetto isostatico	effetto iperstatico	traffico veicolare	azione del vento	termica differenziale ($\Delta T_{positivo}$)		termica differenziale ($\Delta T_{negativo}$)	
							effetto isostatico	effetto iperstatico	effetto isostatico	effetto iperstatico
N_k [kN]	0,00	0,00	3.533,90	0,00	0,00	0,00	-3.501,57	0,00	163,01	0,00
M_k [kNm]	-9,98	-6,90	2.881,29	0,00	-165,01	-1,29	-1.794,93	0,00	83,56	0,00
V_k [kN]	-790,16	-376,38	0,00	0,00	-1.013,73	-17,23	0,00	0,00	0,00	0,00
γ	1,35	1,50	1,20	1,20	1,35	1,50	1,20	1,20	1,20	1,20
ψ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60

F. CALCOLO DELLE TENSIONI SULL'AREA LORDA
F.1. STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica	
Estradosso soletta	0,00	0,00	-0,83	-0,10	0,00	0,18	-0,75
Armatura superiore	0,00	-0,05	-15,72	-0,57	0,00	1,54	-14,80
Armatura inferiore	0,00	-0,04	-19,26	-0,41	0,00	2,56	-17,16
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	-0,18	-0,04	36,24	-0,31	0,00	-10,46	25,24
Estradosso anima	-0,17	-0,04	35,62	-0,29	0,00	-10,29	24,84
Intradosso anima	0,12	0,07	-6,56	1,58	0,01	1,86	-2,92
Intradosso piattabanda inferiore	0,13	0,07	-7,44	1,61	0,01	2,11	-3,50
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-

F.2. STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica	
Estradosso soletta	0,00	0,00	-0,83	-0,10	0,00	-0,01	-0,94
Armatura superiore	0,00	-0,05	-15,72	-0,57	0,00	-0,07	-16,41
Armatura inferiore	0,00	-0,04	-19,26	-0,41	0,00	-0,12	-19,83
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	-0,18	-0,04	36,24	-0,31	0,00	0,49	36,19
Estradosso anima	-0,17	-0,04	35,62	-0,29	0,00	0,48	35,61
Intradosso anima	0,12	0,07	-6,56	1,58	0,01	-0,09	-4,87
Intradosso piattabanda inferiore	0,13	0,07	-7,44	1,61	0,01	-0,10	-5,71
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-

F.3. STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica	
Estradosso soletta	0,00	0,00	-1,00	-0,13	0,00	0,22	-0,91
Armatura superiore	0,00	-0,08	-18,86	-0,76	0,00	1,84	-17,87
Armatura inferiore	0,00	-0,07	-23,11	-0,55	0,00	3,07	-20,66
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	-0,24	-0,06	43,48	-0,42	0,00	-12,56	30,20
Estradosso anima	-0,23	-0,06	42,75	-0,39	0,00	-12,35	29,73
Intradosso anima	0,17	0,11	-7,87	2,13	0,01	2,23	-3,23
Intradosso piattabanda inferiore	0,18	0,11	-8,92	2,18	0,01	2,54	-3,91
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC		Foglio
Relazione di calcolo		96 di 273

F.4. STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{positivo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica	
Estradosso soletta	0,00	0,00	-1,00	-0,13	0,00	-0,01	-1,14
Armatura superiore	0,00	-0,08	-18,86	-0,76	0,00	-0,09	-19,79
Armatura inferiore	0,00	-0,07	-23,11	-0,55	0,00	-0,14	-23,87
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	-0,24	-0,06	43,48	-0,42	0,00	0,58	43,35
Estradosso anima	-0,23	-0,06	42,75	-0,39	0,00	0,57	42,65
Intradosso anima	0,17	0,11	-7,87	2,13	0,01	-0,10	-5,57
Intradosso piattabanda inferiore	0,18	0,11	-8,92	2,18	0,01	-0,12	-6,56
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-

G. CALCOLO DELLE SEZIONI EFFICACI
G.1. IMPIATTAMENTO E PIATTABANDA SUPERIORI

PARAMETRO	COMBINAZIONI DI CARICO			
	SLE - $\Delta T_{\text{positivo}}$	SLE - $\Delta T_{\text{negativo}}$	SLU - $\Delta T_{\text{positivo}}$	SLU - $\Delta T_{\text{negativo}}$
larghezza media ponderata del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori [mm]	750,00	750,00	750,00	750,00
spessore medio del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori [mm]	28,00	28,00	28,00	28,00
area lorda del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori [mm ²]	21.000,00	21.000,00	21.000,00	21.000,00
tensione massima σ_1 membratura [N/mm ²]	25,24	36,19	30,20	43,35
stato tensionale	COMPRESSA	COMPRESSA	COMPRESSA	COMPRESSA
coefficiente di variazione ψ	1,00	1,00	1,00	1,00
rapporto ϵ	0,81	0,81	0,81	0,81
rapporto c/t	13,04	13,04	13,04	13,04
coefficiente di imbozzamento k_s	0,43	0,43	0,43	0,43
larghezza media ponderata del pannello c [mm]	365,00	365,00	365,00	365,00
spessore del pannello t [mm]	28,00	28,00	28,00	28,00
coefficiente λ_p	0,86	0,86	0,86	0,86
coefficiente ρ	0,91	0,91	0,91	0,91
larghezza efficace del pannello c_{eff}	331,55	331,55	331,55	331,55
area efficace del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori [mm ²]	19.126,72	19.126,72	19.126,72	19.126,72

Nel calcolo delle proprietà efficaci del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori, la sezione si considera tutta efficiente in quanto rigidamente connessa alla soletta superiore mediante la piolatura.

Larghezza efficace dell'impiattamento superiore	0,00	[mm]
Larghezza efficace della piattabanda superiore	750,00	[mm]

G.2. ANIMA

PARAMETRO	COMBINAZIONI DI CARICO			
	SLE - $\Delta T_{\text{positivo}}$	SLE - $\Delta T_{\text{negativo}}$	SLU - $\Delta T_{\text{positivo}}$	SLU - $\Delta T_{\text{negativo}}$
altezza dell'anima [mm]	1.932,00	1.932,00	1.932,00	1.932,00
spessore dell'anima [mm]	20,00	20,00	20,00	20,00
area lorda dell'anima [mm ²]	38.640,00	38.640,00	38.640,00	38.640,00
interasse tra irrigidenti trasversali consecutivi a [mm]	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00
tensione σ_1 membratura all'estradosso [N/mm ²]	24,84	35,61	29,73	42,65
tensione σ_2 membratura all'intradosso [N/mm ²]	-2,92	-4,87	-3,23	-5,57
coefficiente di variazione ψ	-0,12	-0,14	-0,11	-0,13
rapporto ϵ	0,81	0,81	0,81	0,81
rapporto $\alpha = a/h_w$	1,29	1,29	1,29	1,29
coefficiente di imbozzamento k_s	8,51	8,68	8,43	8,62
coefficiente λ_p	1,43	1,42	1,44	1,42
coefficiente ρ	0,70	0,70	0,69	0,70
altezza efficace h_{eff} [mm]	1.348,27	1.361,56	1.342,14	1.357,16
altezza efficace $h_{\text{eff},1}$ [mm]	539,31	544,62	536,86	542,86
altezza efficace $h_{\text{eff},2}$ [mm]	808,96	816,94	805,29	814,29
area efficace dell'anima A_{eff} [mm ²]	26.965,35	27.231,18	26.842,90	27.143,15
Altezza efficace totale h_{eff} dell'anima			1.342,14	[mm]
Altezza efficace $h_{\text{eff},1}$ dell'anima			536,86	[mm]
Altezza efficace $h_{\text{eff},2}$ dell'anima			805,29	[mm]

G.3. IMPIATTAMENTO E PIATTABANDA INFERIORI

PARAMETRO	COMBINAZIONI DI CARICO			
	SLE - ΔT positivo	SLE - ΔT negativo	SLU - ΔT positivo	SLU - ΔT negativo
larghezza media ponderata del sistema costituito da impiattamento e piattabanda inferiori [m]	900,00	900,00	900,00	900,00
spessore medio del sistema costituito da impiattamento e piattabanda inferiori [mm]	40,00	40,00	40,00	40,00
area lorda del sistema costituito da impiattamento e piattabanda inferiori [mm ²]	36.000,00	36.000,00	36.000,00	36.000,00
tensione massima σ_1 membratura [N/mm ²]	-3,50	-5,71	-3,91	-6,56
stato tensionale	TESA	TESA	TESA	TESA
coefficiente di variazione ψ	1,00	1,00	1,00	1,00
rapporto ϵ	0,81	0,81	0,81	0,81
rapporto c/t	11,00	11,00	11,00	11,00
coefficiente di imbozzamento k_s	-	-	-	-
larghezza media ponderata del pannello c [mm]	440,00	440,00	440,00	440,00
spessore del pannello t [mm]	40,00	40,00	40,00	40,00
coefficiente λ_p	-	-	-	-
coefficiente ρ	-	-	-	-
larghezza efficace del pannello c_{eff}	440,00	440,00	440,00	440,00
area efficace del sistema costituito da impiattamento e piattabanda inferiori [mm ²]	36.000,00	36.000,00	36.000,00	36.000,00
Larghezza efficace della piattabanda inferiore			900,00	[mm]
Larghezza efficace dell'impiattamento inferiore			0,00	[mm]

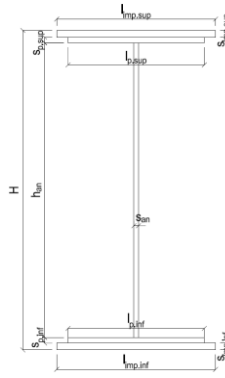
H. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA - AREE EFFICACI

H.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.000,00	[mm]	$h_{an,eff,2}$	805,29	[mm]
$l_{mp,sup,eff}$	0,00	[mm]	$S_{p,an}$	20,00	[mm]
$S_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf,eff}$	900,00	[mm]
$l_{p,sup,eff}$	750,00	[mm]	$S_{p,inf}$	40,00	[mm]
$S_{p,sup}$	28,00	[mm]	$l_{mp,inf,eff}$	0,00	[mm]
$h_{an,eff,1}$	536,86	[mm]	$S_{mp,inf}$	0,00	[mm]

H.2. CARATTERISTICHE INERZIALI

A	83.842,90	[mm ²]	$W_{mp,sup}$	-	[mm ³]
S	6,785E+07	[mm ²]	$W_{p,sup}$	5,323E+07	[mm ³]
Y_G	809,21	[mm]	$W_{an,sup}$	5,452E+07	[mm ³]
J	6,339E+10	[mm ⁴]	$W_{an,inf}$	-8,241E+07	[mm ³]
J_1	2,827E+07	[mm ⁴]	$W_{p,inf}$	-7,834E+07	[mm ³]
A_V	28.202,90	[mm ²]	$W_{mp,inf}$	-	[mm ³]



I. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA - AREE EFFICACI

CARATTERISTICA GEOMETRICA/INERZIALE	FASE I	FASE II (lunga durata)	FASE II (ritiro)	FASE III (breve durata)
Coefficiente di viscosità: $\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione S [m ³]	6,785E-02	1,782E-01	2,018E-01	4,045E-01
Baricentro della sezione Y_G [m]	0,809	1,327	1,391	1,701
Area della sezione A [m ²]	8,384E-02	1,343E-01	1,451E-01	2,378E-01
Costante torsionale della sezione J_1 [m ⁴]	2,827E-05	8,895E-04	1,105E-03	2,949E-03
Momento di inerzia della sezione J [m ⁴]	6,339E-02	1,234E-01	1,309E-01	1,674E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta $W_{soletta}$ [m ³]	-	1,243E-01	1,409E-01	2,705E-01
Modulo di resistenza armatura superiore $W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,320E-01	1,503E-01	2,984E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore $W_{arm,inf}$ [m ³]	-	1,596E-01	1,846E-01	4,196E-01
Modulo di resistenza estradosso impiattamento superiore $W_{mp,sup}$ [m ³]	-	-	-	-
Modulo di resistenza estradosso piattabanda superiore $W_{p,sup}$ [m ³]	5,323E-02	1,833E-01	2,149E-01	5,601E-01
Modulo di resistenza estradosso anima $W_{an,sup}$ [m ³]	5,452E-02	1,913E-01	2,253E-01	6,180E-01
Modulo di resistenza intradosso anima $W_{an,inf}$ [m ³]	-8,241E-02	-9,595E-02	-9,693E-02	-1,008E-01
Modulo di resistenza intradosso piattabanda inferiore $W_{p,inf}$ [m ³]	-7,834E-02	-9,305E-02	-9,414E-02	-9,839E-02
Modulo di resistenza intradosso impiattamento inferiore $W_{mp,inf}$ [m ³]	-	-	-	-

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC</p> <p>Relazione di calcolo</p>	
<p>Foglio</p>	
<p>98 di 273</p>	

L. CALCOLO DELLE TENSIONI SULL'AREA EFFICACE

L.1. STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{positivo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Estradosso soletta	0,00	0,00	-0,78	-0,10	0,00	0,13	-0,74	-1,45	1,94
Armatura superiore	0,00	-0,05	-14,15	-0,55	0,00	1,20	-13,55	-360,00	26,56
Armatura inferiore	0,00	-0,04	-17,71	-0,39	0,00	2,25	-15,91	-360,00	22,63
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	-0,19	-0,04	37,76	-0,29	0,00	-10,76	26,48	240,00	9,06
Estradosso anima	-0,18	-0,04	37,14	-0,27	0,00	-10,58	26,08	240,00	9,20
Intradosso anima	0,12	0,07	-5,37	1,64	0,01	1,85	-1,68	-240,00	142,66
Intradosso piattabanda inferiore	0,13	0,07	-6,25	1,68	0,01	2,11	-2,26	-240,00	106,33
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-

F.2. STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{negativo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Estradosso soletta	0,00	0,00	-0,78	-0,10	0,00	-0,01	-0,88	-1,45	1,64
Armatura superiore	0,00	-0,05	-14,15	-0,55	0,00	-0,06	-14,81	-360,00	24,30
Armatura inferiore	0,00	-0,04	-17,71	-0,39	0,00	-0,10	-18,26	-360,00	19,72
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	-0,19	-0,04	37,76	-0,29	0,00	0,50	37,74	240,00	6,36
Estradosso anima	-0,18	-0,04	37,14	-0,27	0,00	0,49	37,15	240,00	6,46
Intradosso anima	0,12	0,07	-5,37	1,64	0,01	-0,09	-3,62	-240,00	66,27
Intradosso piattabanda inferiore	0,13	0,07	-6,25	1,68	0,01	-0,10	-4,47	-240,00	53,74
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-

F.3. STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{positivo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Estradosso soletta	0,00	0,00	-0,93	-0,13	0,00	0,16	-0,91	-1,45	1,59
Armatura superiore	0,00	-0,08	-16,98	-0,75	0,00	1,44	-16,36	-391,30	23,91
Armatura inferiore	0,00	-0,06	-21,26	-0,53	0,00	2,70	-19,16	-391,30	20,42
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	-0,25	-0,06	45,31	-0,40	0,00	-12,91	31,69	338,10	10,67
Estradosso anima	-0,25	-0,05	44,57	-0,36	0,00	-12,69	31,21	338,10	10,83
Intradosso anima	0,16	0,11	-6,45	2,21	0,01	2,22	-1,73	-338,10	195,31
Intradosso piattabanda inferiore	0,17	0,11	-7,50	2,26	0,01	2,53	-2,41	-338,10	140,11
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-

F.4. STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{negativo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Estradosso soletta	0,00	0,00	-0,93	-0,13	0,00	-0,01	-1,07	-1,45	1,35
Armatura superiore	0,00	-0,08	-16,98	-0,75	0,00	-0,07	-17,87	-391,30	21,89
Armatura inferiore	0,00	-0,06	-21,26	-0,53	0,00	-0,13	-21,98	-391,30	17,80
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	-0,25	-0,06	45,31	-0,40	0,00	0,60	45,20	338,10	7,48
Estradosso anima	-0,25	-0,05	44,57	-0,36	0,00	0,59	44,50	338,10	7,60
Intradosso anima	0,16	0,11	-6,45	2,21	0,01	-0,10	-4,06	-338,10	83,31
Intradosso piattabanda inferiore	0,17	0,11	-7,50	2,26	0,01	-0,12	-5,06	-338,10	66,77
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M. VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

M.1. STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - $\Delta T_{\text{positivo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Anima della trave metallica	-37,82	-20,02	0,00	-48,52	-0,55	0,00	-106,92	-195,20	1,83

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Censorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC</p> <p>Relazione di calcolo</p>	
<p>Foglio 99 di 273</p>	

M.2. STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - $\Delta T_{\text{negativo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Anima della trave metallica	-37,82	-20,02	0,00	-48,52	-0,55	0,00	-106,92	-195,20	1,83

N. VERIFICA DI INSTABILITA' A TAGLIO DELL'ANIMA

Interasse tra irrigidenti trasversali consecutivi	2.500,00	[mm]	Spessore dell'ala di resistenza assiale minore	28,00	[mm]
Altezza efficace dell'anima	1.342,14	[mm]	Coefficiente di imbozzamento k_t	6,49	[-]
Tensione critica euleriana dell'anima	42,19	[N/mm ²]	Tensione tangenziale critica dell'anima	273,94	[N/mm ²]
Parametro di snellezza dell'anima λ_w	2,20	[-]	Coefficiente χ_w	0,89	[-]
Coefficiente η	1,25	[-]	Rapporto ϵ	0,81	[-]

A favore di sicurezza non si considera il contributo irrigidente delle piattabande.

COMBINAZIONE	AZIONE TAGLIANTE DI CALCOLO AGENTE SULL'ANIMA	RESISTENZA ALL'INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA [kN]	FATTORE DI SICUREZZA
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{positivo}}$	3.015,33	4.651,68	1,54
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{negativo}}$	3.015,33	4.651,68	1,54

O. VERIFICA DELLA PIOLATURA

Diametro di un singolo piolo	19,00	[mm]	Passo longitudinale delle file di pioli	200,00	[mm]
Altezza del singolo piolo	200,00	[mm]	Numero di pioli per metro lineare	15	[-]
Numero di pioli per fila	3	[-]			
Momento di inerzia della sezione omogeneizzata (carichi di lunga durata)				1,234E+11	[mm ⁴]
Momento statico della soletta in calcestruzzo rispetto all'intera sezione omogeneizzata				3,724E+07	[mm ³]

COMBINAZIONE	AZIONE TAGLIANTE DI CALCOLO AGENTE SULL'ANIMA	SFORZO DI SCORRIMENTO UNITARIO [kN/m]	SFORZO DI SCORRIMENTO PER SINGOLO PIOLO [kN]
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{positivo}}$	3.015,33	909,66	60,64
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{negativo}}$	3.015,33	909,66	60,64

COMBINAZIONE	SFORZO DI SCORRIMENTO PER SINGOLO PIOLO [kN]	RESISTENZA ALLA RECISIONE DEL GAMBO DEL PIOLO [kN]	RESISTENZA ALLO SCHIACCIAMENTO DEL CLS [kN]	FATTORE DI SICUREZZA
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{positivo}}$	60,64	92,54	87,41	1,44
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{negativo}}$	60,64	92,54	87,41	1,44

12.4. Trave T1 – Concio 01 – Sezione di giunto

A. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

A.1. CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
	f_{td}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

A.2. ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA LENTA

B450C	f_k	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

A.3. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

S355	f_k	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
	f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

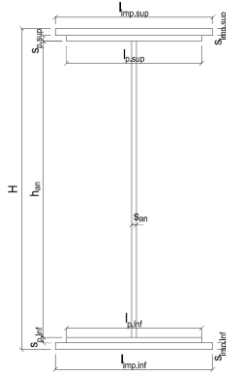
B. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA

B.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.000,00	[mm]	$S_{p,an}$	20,00	[mm]
$l_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$S_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$S_{p,inf}$	40,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{mp,inf}$	0,00	[mm]
$S_{p,sup}$	28,00	[mm]	$S_{mp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.932,00	[mm]			

B.2. CARATTERISTICHE INERZIALI

A	95.640,00	[mm ²]	$W_{mp,sup}$	-	[mm ³]
S	8,130E+07	[mm ³]	$W_{p,sup}$	5,641E+07	[mm ³]
Y_G	850,04	[mm]	$W_{an,sup}$	5,782E+07	[mm ³]
J	6,487E+10	[mm ⁴]	$W_{an,inf}$	-8,008E+07	[mm ³]
J_i	2,984E+07	[mm ⁴]	$W_{p,inf}$	-7,631E+07	[mm ³]
A_V	40.000,00	[mm ²]	$W_{mp,inf}$	-	[mm ³]



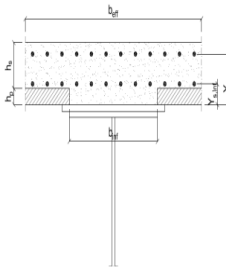
C. CARATTERISTICHE DELLA SOLETTA SUPERIORE IN CEMENTO ARMATO

C.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI

h_s	250,00	[mm]	Y_G	187,25	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	9,393E+05	[mm ²]
b_{eff}	3.575,00	[mm]	J	5,782E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			

C.2. ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	3.592,88	[mm ²]	$A_{s,sup}$	3.592,88	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]



SOLETTA FESSURATA

D. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISTICA GEOMETRICA/INERZIALE		FASE I	FASE II (lunga durata)	FASE II (ritiro)	FASE III (breve durata)
Coefficiente di viscosità:	$\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione	n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione	S [m ³]	8,130E-02	1,916E-01	2,153E-01	4,180E-01
Baricentro della sezione	Y_G [m]	0,850	1,312	1,372	1,675
Area della sezione	A [m ²]	9,564E-02	1,461E-01	1,569E-01	2,496E-01
Costante torsionale della sezione	J_t [m ⁴]	2,984E-05	8,911E-04	1,106E-03	2,951E-03
Momento di inerzia della sezione	J [m ⁴]	6,487E-02	1,242E-01	1,320E-01	1,713E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta	$W_{soletta}$ [m ³]	-	1,231E-01	1,392E-01	2,654E-01
Modulo di resistenza armatura superiore	$W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,306E-01	1,482E-01	2,916E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore	$W_{arm,inf}$ [m ³]	-	1,575E-01	1,812E-01	4,026E-01
Modulo di resistenza estradosso impiattamento superic	$W_{mp,sup}$ [m ³]	-	-	-	-
Modulo di resistenza estradosso piattabanda superiore	$W_{p,sup}$ [m ³]	5,641E-02	1,804E-01	2,101E-01	5,264E-01
Modulo di resistenza estradosso anima	$W_{an,sup}$ [m ³]	5,782E-02	1,880E-01	2,199E-01	5,759E-01
Modulo di resistenza intradosso anima	$W_{an,inf}$ [m ³]	-8,008E-02	-9,765E-02	-9,907E-02	-1,048E-01
Modulo di resistenza intradosso piattabanda inferiore	$W_{p,inf}$ [m ³]	-7,631E-02	-9,467E-02	-9,618E-02	-1,023E-01
Modulo di resistenza intradosso impiattamento inferiore	$W_{mp,inf}$ [m ³]	-	-	-	-

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 101 di 273
--	--	--	----------------------

E. AZIONI SOLLECITANTI

AZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)		FASE III (breve durata)					
			effetto isostatico	effetto iperstatico	traffico veicolare	azione del vento	termica differenziale ($\Delta T_{\text{positivo}}$)		termica differenziale ($\Delta T_{\text{negativo}}$)	
							effetto isostatico	effetto iperstatico	effetto isostatico	effetto iperstatico
N_k [kN]	0,00	0,00	3.533,90	0,00	0,00	0,00	-3.501,57	0,00	163,01	0,00
M_k [kNm]	6.844,56	3.006,19	2.881,29	0,00	7.192,16	134,86	-1.794,93	0,00	83,56	0,00
V_k [kN]	-260,74	-107,63	0,00	0,00	-514,04	-5,27	0,00	0,00	0,00	0,00
γ	1,35	1,50	1,20	1,20	1,35	1,50	1,20	1,20	1,20	1,20
ψ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60

F. CALCOLO DELLE TENSIONI SULL'AREA LORDA
F.1. STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{positivo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica	
Estradosso soletta	0,00	1,12	-0,83	4,23	0,05	0,18	4,76
Armatura superiore	0,00	23,01	-15,72	24,67	0,28	1,54	33,77
Armatura inferiore	0,00	19,09	-19,26	17,86	0,20	2,56	20,45
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	121,34	16,67	36,24	13,66	0,15	-10,46	177,60
Estradosso anima	118,39	15,99	35,62	12,49	0,14	-10,29	172,34
Intradosso anima	-85,47	-30,79	-6,56	-68,65	-0,77	1,86	-190,38
Intradosso piattabanda inferiore	-89,69	-31,75	-7,44	-70,33	-0,79	2,11	-197,89
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-

F.2. STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{negativo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica	
Estradosso soletta	0,00	1,12	-0,83	4,23	0,05	-0,01	4,57
Armatura superiore	0,00	23,01	-15,72	24,67	0,28	-0,07	32,17
Armatura inferiore	0,00	19,09	-19,26	17,86	0,20	-0,12	17,78
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	121,34	16,67	36,24	13,66	0,15	0,49	188,55
Estradosso anima	118,39	15,99	35,62	12,49	0,14	0,48	183,11
Intradosso anima	-85,47	-30,79	-6,56	-68,65	-0,77	-0,09	-192,33
Intradosso piattabanda inferiore	-89,69	-31,75	-7,44	-70,33	-0,79	-0,10	-200,10
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-

F.3. STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{negativo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica	
Estradosso soletta	0,00	1,69	-1,00	5,72	0,07	0,22	6,70
Armatura superiore	0,00	34,52	-18,86	33,30	0,42	1,84	51,22
Armatura inferiore	0,00	28,63	-23,11	24,12	0,30	3,07	33,01
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	163,81	25,00	43,48	18,45	0,23	-12,56	238,42
Estradosso anima	159,82	23,98	42,75	16,86	0,21	-12,35	231,28
Intradosso anima	-115,39	-46,18	-7,87	-92,68	-1,16	2,23	-261,05
Intradosso piattabanda inferiore	-121,09	-47,63	-8,92	-94,95	-1,19	2,54	-271,24
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC		Foglio
Relazione di calcolo		102 di 273

F.4. STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{positivo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica	
Estradosso soletta	0,00	1,69	-1,00	5,72	0,07	-0,01	6,47
Armatura superiore	0,00	34,52	-18,86	33,30	0,42	-0,09	49,29
Armatura inferiore	0,00	28,63	-23,11	24,12	0,30	-0,14	29,80
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	163,81	25,00	43,48	18,45	0,23	0,58	251,56
Estradosso anima	159,82	23,98	42,75	16,86	0,21	0,57	244,20
Intradosso anima	-115,39	-46,18	-7,87	-92,68	-1,16	-0,10	-263,38
Intradosso piattabanda inferiore	-121,09	-47,63	-8,92	-94,95	-1,19	-0,12	-273,89
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-

G. CALCOLO DELLE SEZIONI EFFICACI
G.1. IMPIATTAMENTO E PIATTABANDA SUPERIORI

PARAMETRO	COMBINAZIONI DI CARICO			
	SLE - $\Delta T_{\text{positivo}}$	SLE - $\Delta T_{\text{negativo}}$	SLU - $\Delta T_{\text{positivo}}$	SLU - $\Delta T_{\text{negativo}}$
larghezza media ponderata del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori [mm]	750,00	750,00	750,00	750,00
spessore medio del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori [mm]	28,00	28,00	28,00	28,00
area lorda del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori [mm ²]	21.000,00	21.000,00	21.000,00	21.000,00
tensione massima σ_1 membratura [N/mm ²]	177,60	188,55	238,42	251,56
stato tensionale	COMPRESSA	COMPRESSA	COMPRESSA	COMPRESSA
coefficiente di variazione ψ	1,00	1,00	1,00	1,00
rapporto ϵ	0,81	0,81	0,81	0,81
rapporto c/t	13,04	13,04	13,04	13,04
coefficiente di imbozzamento k_s	0,43	0,43	0,43	0,43
larghezza media ponderata del pannello c [mm]	365,00	365,00	365,00	365,00
spessore del pannello t [mm]	28,00	28,00	28,00	28,00
coefficiente λ_p	0,86	0,86	0,86	0,86
coefficiente ρ	0,91	0,91	0,91	0,91
larghezza efficace del pannello c_{eff}	331,55	331,55	331,55	331,55
area efficace del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori [mm ²]	19.126,72	19.126,72	19.126,72	19.126,72

Nel calcolo delle proprietà efficaci del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori, la sezione si considera tutta efficiente in quanto rigidamente connessa alla soletta superiore mediante la piolatura.

Larghezza efficace dell'impiattamento superiore	0,00	[mm]
Larghezza efficace della piattabanda superiore	750,00	[mm]

G.2. ANIMA

PARAMETRO	COMBINAZIONI DI CARICO			
	SLE - $\Delta T_{\text{positivo}}$	SLE - $\Delta T_{\text{negativo}}$	SLU - $\Delta T_{\text{positivo}}$	SLU - $\Delta T_{\text{negativo}}$
altezza dell'anima [mm]	1.932,00	1.932,00	1.932,00	1.932,00
spessore dell'anima [mm]	20,00	20,00	20,00	20,00
area lorda dell'anima [mm ²]	38.640,00	38.640,00	38.640,00	38.640,00
interasse tra irrigidenti trasversali consecutivi a [mm]	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00
tensione σ_1 membratura all'estradosso [N/mm ²]	172,34	183,11	231,28	244,20
tensione σ_2 membratura all'intradosso [N/mm ²]	-190,38	-192,33	-261,05	-263,38
coefficiente di variazione ψ	-0,91	-0,95	-0,89	-0,93
rapporto ϵ	0,81	0,81	0,81	0,81
rapporto $\alpha = a/h_w$	1,29	1,29	1,29	1,29
coefficiente di imbozzamento k_s	21,50	22,66	21,04	22,04
coefficiente λ_p	0,90	0,88	0,91	0,89
coefficiente ρ	1,00	1,00	1,00	1,00
altezza efficace h_{eff} [mm]	1.932,00	1.932,00	1.932,00	1.932,00
altezza efficace $h_{\text{eff},1}$ [mm]	772,80	772,80	772,80	772,80
altezza efficace $h_{\text{eff},2}$ [mm]	1.159,20	1.159,20	1.159,20	1.159,20
area efficace dell'anima A_{eff} [mm ²]	38.640,00	38.640,00	38.640,00	38.640,00
Altezza efficace totale h_{eff} dell'anima			1.932,00	[mm]
Altezza efficace $h_{\text{eff},1}$ dell'anima			772,80	[mm]
Altezza efficace $h_{\text{eff},2}$ dell'anima			1.159,20	[mm]

G.3. IMPIATTAMENTO E PIATTABANDA INFERIORI

PARAMETRO	COMBINAZIONI DI CARICO			
	SLE - ΔT positivo	SLE - ΔT negativo	SLU - ΔT positivo	SLU - ΔT negativo
larghezza media ponderata del sistema costituito da impiattamento e piattabanda inferiori [m]	900,00	900,00	900,00	900,00
spessore medio del sistema costituito da impiattamento e piattabanda inferiori [mm]	40,00	40,00	40,00	40,00
area lorda del sistema costituito da impiattamento e piattabanda inferiori [mm ²]	36.000,00	36.000,00	36.000,00	36.000,00
tensione massima σ_1 membratura [N/mm ²]	-197,89	-200,10	-271,24	-273,89
stato tensionale	TESA	TESA	TESA	TESA
coefficiente di variazione ψ	1,00	1,00	1,00	1,00
rapporto ϵ	0,81	0,81	0,81	0,81
rapporto c/t	11,00	11,00	11,00	11,00
coefficiente di imbozzamento k_s	-	-	-	-
larghezza media ponderata del pannello c [mm]	440,00	440,00	440,00	440,00
spessore del pannello t [mm]	40,00	40,00	40,00	40,00
coefficiente λ_p	-	-	-	-
coefficiente ρ	-	-	-	-
larghezza efficace del pannello c_{eff}	440,00	440,00	440,00	440,00
area efficace del sistema costituito da impiattamento e piattabanda inferiori [mm ²]	36.000,00	36.000,00	36.000,00	36.000,00
Larghezza efficace della piattabanda inferiore			900,00	[mm]
Larghezza efficace dell'impiattamento inferiore			0,00	[mm]

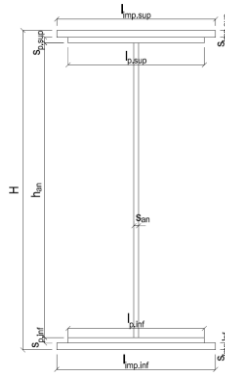
H. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA - AREE EFFICACI

H.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.000,00	[mm]	$h_{an,eff,2}$	1.159,20	[mm]
$l_{mp,sup,eff}$	0,00	[mm]	$S_{p,an}$	20,00	[mm]
$S_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf,eff}$	900,00	[mm]
$l_{p,sup,eff}$	750,00	[mm]	$S_{p,inf}$	40,00	[mm]
$S_{p,sup}$	28,00	[mm]	$l_{mp,inf,eff}$	0,00	[mm]
$h_{an,eff,1}$	772,80	[mm]	$S_{mp,inf}$	0,00	[mm]

H.2. CARATTERISTICHE INERZIALI

A	95.640,00	[mm ²]	$W_{mp,sup}$	-	[mm ³]
S	8,130E+07	[mm ²]	$W_{p,sup}$	5,641E+07	[mm ³]
Y_G	850,04	[mm]	$W_{an,sup}$	5,782E+07	[mm ³]
J	6,487E+10	[mm ⁴]	$W_{an,inf}$	-8,008E+07	[mm ³]
J_1	2,984E+07	[mm ⁴]	$W_{p,inf}$	-7,631E+07	[mm ³]
A_V	40.000,00	[mm ²]	$W_{mp,inf}$	-	[mm ³]



I. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA - AREE EFFICACI

CARATTERISTICA GEOMETRICA/INERZIALE	FASE I	FASE II (lunga durata)	FASE II (ritiro)	FASE III (breve durata)
Coefficiente di viscosità: $\Phi(l_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione S [m ³]	8,130E-02	1,916E-01	2,153E-01	4,180E-01
Baricentro della sezione Y_G [m]	0,850	1,312	1,372	1,675
Area della sezione A [m ²]	9,564E-02	1,461E-01	1,569E-01	2,496E-01
Costante torsionale della sezione J_1 [m ⁴]	2,984E-05	8,911E-04	1,106E-03	2,951E-03
Momento di inerzia della sezione J [m ⁴]	6,487E-02	1,242E-01	1,320E-01	1,713E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta $W_{soletta}$ [m ³]	-	1,231E-01	1,392E-01	2,654E-01
Modulo di resistenza armatura superiore $W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,306E-01	1,482E-01	2,916E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore $W_{arm,inf}$ [m ³]	-	1,575E-01	1,812E-01	4,026E-01
Modulo di resistenza estradosso impiattamento superio $W_{mp,sup}$ [m ³]	-	-	-	-
Modulo di resistenza estradosso piattabanda superiore $W_{p,sup}$ [m ³]	5,641E-02	1,804E-01	2,101E-01	5,264E-01
Modulo di resistenza estradosso anima $W_{an,sup}$ [m ³]	5,782E-02	1,880E-01	2,199E-01	5,759E-01
Modulo di resistenza intradosso anima $W_{an,inf}$ [m ³]	-8,008E-02	-9,765E-02	-9,907E-02	-1,048E-01
Modulo di resistenza intradosso piattabanda inferiore $W_{p,inf}$ [m ³]	-7,631E-02	-9,467E-02	-9,618E-02	-1,023E-01
Modulo di resistenza intradosso impiattamento inferiore $W_{mp,inf}$ [m ³]	-	-	-	-

L. CALCOLO DELLE TENSIONI SULL'AREA EFFICACE

L.1. STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{positivo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Estradosso soletta	0,00	1,12	-0,97	4,23	0,05	0,18	4,62	19,92	4,31
Armatura superiore	0,00	23,01	-15,72	24,67	0,28	1,54	33,77	360,00	10,66
Armatura inferiore	0,00	19,09	-19,26	17,86	0,20	2,56	20,45	360,00	17,60
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	121,34	16,67	36,24	13,66	0,15	-10,46	177,60	240,00	1,35
Estradosso anima	118,39	15,99	35,62	12,49	0,14	-10,29	172,34	240,00	1,39
Intradosso anima	-85,47	-30,79	-6,56	-68,65	-0,77	1,86	-190,38	-240,00	1,26
Intradosso piattabanda inferiore	-89,69	-31,75	-7,44	-70,33	-0,79	2,11	-197,89	-240,00	1,21
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-

F.2. STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{negativo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Estradosso soletta	0,00	1,12	-0,97	4,23	0,05	-0,01	4,43	19,92	4,49
Armatura superiore	0,00	23,01	-15,72	24,67	0,28	-0,07	32,17	360,00	11,19
Armatura inferiore	0,00	19,09	-19,26	17,86	0,20	-0,12	17,78	360,00	20,25
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	121,34	16,67	36,24	13,66	0,15	0,49	188,55	240,00	1,27
Estradosso anima	118,39	15,99	35,62	12,49	0,14	0,48	183,11	240,00	1,31
Intradosso anima	-85,47	-30,79	-6,56	-68,65	-0,77	-0,09	-192,33	-240,00	1,25
Intradosso piattabanda inferiore	-89,69	-31,75	-7,44	-70,33	-0,79	-0,10	-200,10	-240,00	1,20
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-

F.3. STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{positivo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Estradosso soletta	0,00	1,69	-1,16	5,72	0,07	0,22	6,53	18,81	2,88
Armatura superiore	0,00	34,52	-18,86	33,30	0,42	1,84	51,22	391,30	7,64
Armatura inferiore	0,00	28,63	-23,11	24,12	0,30	3,07	33,01	391,30	11,85
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	163,81	25,00	43,48	18,45	0,23	-12,56	238,42	338,10	1,42
Estradosso anima	159,82	23,98	42,75	16,86	0,21	-12,35	231,28	338,10	1,46
Intradosso anima	-115,39	-46,18	-7,87	-92,68	-1,16	2,23	-261,05	-338,10	1,30
Intradosso piattabanda inferiore	-121,09	-47,63	-8,92	-94,95	-1,19	2,54	-271,24	-338,10	1,25
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-

F.4. STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{negativo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Estradosso soletta	0,00	1,69	-1,16	5,72	0,07	-0,01	6,31	18,81	2,98
Armatura superiore	0,00	34,52	-18,86	33,30	0,42	-0,09	49,29	391,30	7,94
Armatura inferiore	0,00	28,63	-23,11	24,12	0,30	-0,14	29,80	391,30	13,13
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	163,81	25,00	43,48	18,45	0,23	0,58	251,56	338,10	1,34
Estradosso anima	159,82	23,98	42,75	16,86	0,21	0,57	244,20	338,10	1,38
Intradosso anima	-115,39	-46,18	-7,87	-92,68	-1,16	-0,10	-263,38	-338,10	1,28
Intradosso piattabanda inferiore	-121,09	-47,63	-8,92	-94,95	-1,19	-0,12	-273,89	-338,10	1,23
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M. VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

M.1. STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - $\Delta T_{\text{positivo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Anima della trave metallica	-8,80	-4,04	0,00	-17,35	-0,12	0,00	-30,30	-195,20	6,44

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Censorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC</p> <p>Relazione di calcolo</p>	
<p>Foglio 105 di 273</p>	

M.2. STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - $\Delta T_{\text{negativo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Anima della trave metallica	-8,80	-4,04	0,00	-17,35	-0,12	0,00	-30,30	-195,20	6,44

N. VERIFICA DI INSTABILITA' A TAGLIO DELL'ANIMA

Interasse tra irrigidenti trasversali consecutivi	2.500,00	[mm]	Spessore dell'ala di resistenza assiale minore	28,00	[mm]
Altezza efficace dell'anima	1.932,00	[mm]	Coefficiente di imbozzamento k_t	7,19	[-]
Tensione critica euleriana dell'anima	20,36	[N/mm ²]	Tensione tangenziale critica dell'anima	146,38	[N/mm ²]
Parametro di snellezza dell'anima λ_w	3,17	[-]	Coefficiente χ_w	0,62	[-]
Coefficiente η	1,25	[-]	Rapporto ϵ	0,81	[-]

A favore di sicurezza non si considera il contributo irrigidente delle piattabande.

COMBINAZIONE	AZIONE TAGLIANTE DI CALCOLO AGENTE SULL'ANIMA	RESISTENZA ALL'INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA [kN]	FATTORE DI SICUREZZA
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{positivo}}$	1.212,14	4.651,68	3,84
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{negativo}}$	1.212,14	4.651,68	3,84

O. VERIFICA DELLA PIOLATURA

Diametro di un singolo piolo	19,00	[mm]	Passo longitudinale delle file di pioli	200,00	[mm]
Altezza del singolo piolo	200,00	[mm]	Numero di pioli per metro lineare	15	[-]
Numero di pioli per fila	3	[-]			
Momento di inerzia della sezione omogeneizzata (carichi di lunga durata)				1,242E+11	[mm ⁴]
Momento statico della soletta in calcestruzzo rispetto all'intera sezione omogeneizzata				3,789E+07	[mm ³]

COMBINAZIONE	AZIONE TAGLIANTE DI CALCOLO AGENTE SULL'ANIMA	SFORZO DI SCORRIMENTO UNITARIO [kN/m]	SFORZO DI SCORRIMENTO PER SINGOLO PIOLO [kN]
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{positivo}}$	1.212,14	369,92	24,66
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{negativo}}$	1.212,14	369,92	24,66

COMBINAZIONE	SFORZO DI SCORRIMENTO PER SINGOLO PIOLO [kN]	RESISTENZA ALLA RECISIONE DEL GAMBO DEL PIOLO [kN]	RESISTENZA ALLO SCHIACCIAMENTO DEL CLS [kN]	FATTORE DI SICUREZZA
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{positivo}}$	24,66	92,54	87,41	3,54
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{negativo}}$	24,66	92,54	87,41	3,54

12.5. Trave T1 – Concio 02 – Sezione in mezzzeria

A. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

A.1. CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

A.2. ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA LENTA

B450C	f_k	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

A.3. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

S355	f_k	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
	f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

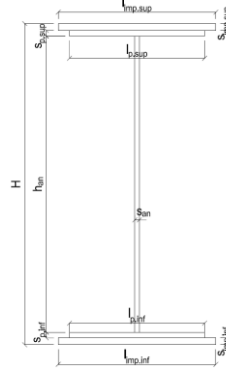
B. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA

B.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.000,00	[mm]	$S_{p,an}$	20,00	[mm]
$l_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$S_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$S_{p,inf}$	44,00	[mm]
$l_{p,sup}$	750,00	[mm]	$l_{mp,inf}$	0,00	[mm]
$S_{p,sup}$	32,00	[mm]	$S_{mp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	1.924,00	[mm]			

B.2. CARATTERISTICHE INERZIALI

A	102.080,00	[mm ²]	$W_{mp,sup}$	-	[mm ³]
S	8,720E+07	[mm ³]	$W_{p,sup}$	6,181E+07	[mm ³]
Y_G	854,21	[mm]	$W_{an,sup}$	6,359E+07	[mm ³]
J	7,083E+10	[mm ⁴]	$W_{an,inf}$	-8,742E+07	[mm ³]
J_i	3,888E+07	[mm ⁴]	$W_{p,inf}$	-8,291E+07	[mm ³]
A_V	40.000,00	[mm ²]	$W_{mp,inf}$	-	[mm ³]



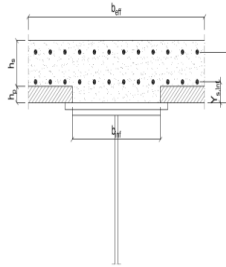
C. CARATTERISTICHE DELLA SOLETTA SUPERIORE IN CEMENTO ARMATO

C.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI

h_s	250,00	[mm]	Y_G	187,25	[mm]
h_p	70,00	[mm]	A_c	9,393E+05	[mm ²]
b_{eff}	3.575,00	[mm]	J	5,782E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	650,00	[mm]			

C.2. ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	3.592,88	[mm ²]	$A_{s,sup}$	3.592,88	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	100,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	262,00	[mm]



SOLETTA FESSURATA

D. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISTICA GEOMETRICA/INERZIALE	FASE I	FASE II (lunga durata)	FASE II (ritiro)	FASE III (breve durata)
Coefficiente di viscosità:	$\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115
Coefficiente di omogeneizzazione	n	-	21,71	17,37
Momento statico della sezione	S [m ³]	8,720E-02	1,975E-01	2,212E-01
Baricentro della sezione	Y_G [m]	0,854	1,295	1,354
Area della sezione	A [m ²]	1,021E-01	1,525E-01	1,634E-01
Costante torsionale della sezione	J_t [m ⁴]	3,888E-05	9,001E-04	1,115E-03
Momento di inerzia della sezione	J [m ⁴]	7,083E-02	1,311E-01	1,392E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta	$W_{soletta}$ [m ³]	-	1,278E-01	1,441E-01
Modulo di resistenza armatura superiore	$W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,355E-01	1,533E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore	$W_{arm,inf}$ [m ³]	-	1,628E-01	1,865E-01
Modulo di resistenza estradosso impiattamento superic	$W_{mp,sup}$ [m ³]	-	-	-
Modulo di resistenza estradosso piattabanda superiore	$W_{p,sup}$ [m ³]	6,181E-02	1,859E-01	2,154E-01
Modulo di resistenza estradosso anima	$W_{an,sup}$ [m ³]	6,359E-02	1,947E-01	2,266E-01
Modulo di resistenza intradosso anima	$W_{an,inf}$ [m ³]	-8,742E-02	-1,048E-01	-1,062E-01
Modulo di resistenza intradosso piattabanda inferiore	$W_{p,inf}$ [m ³]	-8,291E-02	-1,012E-01	-1,028E-01
Modulo di resistenza intradosso impiattamento inferiore	$W_{mp,inf}$ [m ³]	-	-	-

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 107 di 273
--	--	--	----------------------

E. AZIONI SOLLECITANTI

AZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)		FASE III (breve durata)					
			effetto isostatico	effetto iperstatico	traffico veicolare	azione del vento	termica differenziale ($\Delta T_{positivo}$)		termica differenziale ($\Delta T_{negativo}$)	
							effetto isostatico	effetto iperstatico	effetto isostatico	effetto iperstatico
N_k [kN]	0,00	0,00	3.533,90	0,00	0,00	0,00	-3.447,89	0,00	172,08	0,00
M_k [kNm]	7.623,46	3.320,39	2.944,78	0,00	7.872,42	149,39	-1.833,20	0,00	91,49	0,00
V_k [kN]	-7,98	8,97	0,00	0,00	473,39	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
γ	1,35	1,50	1,20	1,20	1,35	1,50	1,20	1,20	1,20	1,20
ψ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60

F. CALCOLO DELLE TENSIONI SULL'AREA LORDA
F.1. STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{positivo}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica	
Estradosso soletta	0,00	1,20	-0,90	4,52	0,05	0,21	5,08
Armatura superiore	0,00	24,50	-16,83	26,41	0,30	1,67	36,05
Armatura inferiore	0,00	20,40	-20,26	19,35	0,22	2,65	22,37
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	123,33	17,86	35,30	15,00	0,17	-10,18	181,49
Estradosso anima	119,88	17,05	34,63	13,60	0,15	-9,98	175,34
Intradosso anima	-87,21	-31,69	-6,08	-70,17	-0,80	1,72	-194,23
Intradosso piattabanda inferiore	-91,95	-32,80	-7,02	-72,09	-0,82	1,99	-202,68
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-

F.2. STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica	
Estradosso soletta	0,00	1,20	-0,90	4,52	0,05	-0,01	4,86
Armatura superiore	0,00	24,50	-16,83	26,41	0,30	-0,08	34,30
Armatura inferiore	0,00	20,40	-20,26	19,35	0,22	-0,13	19,58
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	123,33	17,86	35,30	15,00	0,17	0,51	192,17
Estradosso anima	119,88	17,05	34,63	13,60	0,15	0,50	185,82
Intradosso anima	-87,21	-31,69	-6,08	-70,17	-0,80	-0,09	-196,04
Intradosso piattabanda inferiore	-91,95	-32,80	-7,02	-72,09	-0,82	-0,10	-204,77
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-

F.3. STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{negativo}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica	
Estradosso soletta	0,00	1,79	-1,08	6,10	0,08	0,25	7,14
Armatura superiore	0,00	36,75	-20,19	35,65	0,45	2,00	54,66
Armatura inferiore	0,00	30,60	-24,31	26,13	0,33	3,19	35,93
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	166,49	26,80	42,36	20,25	0,26	-12,21	243,95
Estradosso anima	161,84	25,58	41,55	18,37	0,23	-11,98	235,60
Intradosso anima	-117,73	-47,54	-7,30	-94,73	-1,20	2,07	-266,43
Intradosso piattabanda inferiore	-124,13	-49,21	-8,42	-97,32	-1,23	2,39	-277,91
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Censorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC</p> <p>Relazione di calcolo</p>
		<p>Foglio</p> <p>108 di 273</p>

F.4. STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{positivo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica	
Estradosso soletta	0,00	1,79	-1,08	6,10	0,08	-0,01	6,88
Armatura superiore	0,00	36,75	-20,19	35,65	0,45	-0,10	52,56
Armatura inferiore	0,00	30,60	-24,31	26,13	0,33	-0,16	32,59
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	166,49	26,80	42,36	20,25	0,26	0,61	256,77
Estradosso anima	161,84	25,58	41,55	18,37	0,23	0,60	248,17
Intradosso anima	-117,73	-47,54	-7,30	-94,73	-1,20	-0,10	-268,60
Intradosso piattabanda inferiore	-124,13	-49,21	-8,42	-97,32	-1,23	-0,12	-280,42
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-

G. CALCOLO DELLE SEZIONI EFFICACI

G.1. IMPIATTAMENTO E PIATTABANDA SUPERIORI

PARAMETRO	COMBINAZIONI DI CARICO			
	SLE - $\Delta T_{\text{positivo}}$	SLE - $\Delta T_{\text{negativo}}$	SLU - $\Delta T_{\text{positivo}}$	SLU - $\Delta T_{\text{negativo}}$
larghezza media ponderata del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori [mm]	750,00	750,00	750,00	750,00
spessore medio del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori [mm]	32,00	32,00	32,00	32,00
area lorda del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori [mm ²]	24.000,00	24.000,00	24.000,00	24.000,00
tensione massima σ_1 membratura [N/mm ²]	181,49	192,17	243,95	256,77
stato tensionale	COMPRESSA	COMPRESSA	COMPRESSA	COMPRESSA
coefficiente di variazione ψ	1,00	1,00	1,00	1,00
rapporto ϵ	0,81	0,81	0,81	0,81
rapporto c/t	11,41	11,41	11,41	11,41
coefficiente di imbozzamento k_s	0,43	0,43	0,43	0,43
larghezza media ponderata del pannello c [mm]	365,00	365,00	365,00	365,00
spessore del pannello t [mm]	32,00	32,00	32,00	32,00
coefficiente λ_p	0,75	0,75	0,75	0,75
coefficiente ρ	1,00	1,00	1,00	1,00
larghezza efficace del pannello c_{eff}	363,78	363,78	363,78	363,78
area efficace del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori [mm ²]	23.921,68	23.921,68	23.921,68	23.921,68

Nel calcolo delle proprietà efficaci del sistema costituito da impiattamento e piattabanda superiori, la sezione si considera tutta efficiente in quanto rigidamente connessa alla soletta superiore mediante la piolatura.

Larghezza efficace dell'impiattamento superiore	0,00	[mm]
Larghezza efficace della piattabanda superiore	750,00	[mm]

G.2. ANIMA

PARAMETRO	COMBINAZIONI DI CARICO			
	SLE - $\Delta T_{\text{positivo}}$	SLE - $\Delta T_{\text{negativo}}$	SLU - $\Delta T_{\text{positivo}}$	SLU - $\Delta T_{\text{negativo}}$
altezza dell'anima [mm]	1.924,00	1.924,00	1.924,00	1.924,00
spessore dell'anima [mm]	20,00	20,00	20,00	20,00
area lorda dell'anima [mm ²]	38.480,00	38.480,00	38.480,00	38.480,00
interasse tra irrigidenti trasversali consecutivi a [mm]	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00
tensione σ_1 membratura all'estradosso [N/mm ²]	175,34	185,82	235,60	248,17
tensione σ_2 membratura all'intradosso [N/mm ²]	-194,23	-196,04	-266,43	-268,60
coefficiente di variazione ψ	-0,90	-0,95	-0,88	-0,92
rapporto ϵ	0,81	0,81	0,81	0,81
rapporto $\alpha = a/h_w$	1,30	1,30	1,30	1,30
coefficiente di imbozzamento k_s	21,44	22,56	20,99	21,96
coefficiente λ_p	0,90	0,88	0,91	0,89
coefficiente ρ	1,00	1,00	1,00	1,00
altezza efficace h_{eff} [mm]	1.924,00	1.924,00	1.924,00	1.924,00
altezza efficace $h_{\text{eff},1}$ [mm]	769,60	769,60	769,60	769,60
altezza efficace $h_{\text{eff},2}$ [mm]	1.154,40	1.154,40	1.154,40	1.154,40
area efficace dell'anima A_{eff} [mm ²]	38.480,00	38.480,00	38.480,00	38.480,00
Altezza efficace totale h_{eff} dell'anima			1.924,00	[mm]
Altezza efficace $h_{\text{eff},1}$ dell'anima			769,60	[mm]
Altezza efficace $h_{\text{eff},2}$ dell'anima			1.154,40	[mm]

G.3. IMPIATTAMENTO E PIATTABANDA INFERIORI

PARAMETRO	COMBINAZIONI DI CARICO			
	SLE - ΔT positivo	SLE - ΔT negativo	SLU - ΔT positivo	SLU - ΔT negativo
larghezza media ponderata del sistema costituito da impiattamento e piattabanda inferiori [m]	900,00	900,00	900,00	900,00
spessore medio del sistema costituito da impiattamento e piattabanda inferiori [mm]	44,00	44,00	44,00	44,00
area lorda del sistema costituito da impiattamento e piattabanda inferiori [mm ²]	39.600,00	39.600,00	39.600,00	39.600,00
tensione massima σ_1 membratura [N/mm ²]	-202,68	-204,77	-277,91	-280,42
stato tensionale	TESA	TESA	TESA	TESA
coefficiente di variazione ψ	1,00	1,00	1,00	1,00
rapporto ϵ	0,81	0,81	0,81	0,81
rapporto c/t	10,00	10,00	10,00	10,00
coefficiente di imbozzamento k_s	-	-	-	-
larghezza media ponderata del pannello c [mm]	440,00	440,00	440,00	440,00
spessore del pannello t [mm]	44,00	44,00	44,00	44,00
coefficiente λ_p	-	-	-	-
coefficiente ρ	-	-	-	-
larghezza efficace del pannello c_{eff}	440,00	440,00	440,00	440,00
area efficace del sistema costituito da impiattamento e piattabanda inferiori [mm ²]	39.600,00	39.600,00	39.600,00	39.600,00
Larghezza efficace della piattabanda inferiore			900,00	[mm]
Larghezza efficace dell'impiattamento inferiore			0,00	[mm]

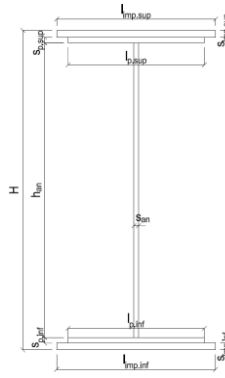
H. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA - AREE EFFICACI

H.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.000,00	[mm]	$h_{an,eff,2}$	1.154,40	[mm]
$l_{mp,sup,eff}$	0,00	[mm]	$S_{p,an}$	20,00	[mm]
$S_{mp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf,eff}$	900,00	[mm]
$l_{p,sup,eff}$	750,00	[mm]	$S_{p,inf}$	44,00	[mm]
$S_{p,sup}$	32,00	[mm]	$l_{mp,inf,eff}$	0,00	[mm]
$h_{an,eff,1}$	769,60	[mm]	$S_{mp,inf}$	0,00	[mm]

H.2. CARATTERISTICHE INERZIALI

A	102.080,00	[mm ²]	$W_{mp,sup}$	-	[mm ³]
S	8,720E+07	[mm ²]	$W_{p,sup}$	6,181E+07	[mm ³]
Y_G	854,21	[mm]	$W_{an,sup}$	6,359E+07	[mm ³]
J	7,083E+10	[mm ⁴]	$W_{an,inf}$	-8,742E+07	[mm ³]
J_1	3,888E+07	[mm ⁴]	$W_{p,inf}$	-8,291E+07	[mm ³]
A_V	40.000,00	[mm ²]	$W_{mp,inf}$	-	[mm ³]



I. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA - AREE EFFICACI

CARATTERISTICA GEOMETRICA/INERZIALE	FASE I	FASE II (lunga durata)	FASE II (ritiro)	FASE III (breve durata)
Coefficiente di viscosità: $\Phi(t_0, \infty)$	-	2,174	3,115	-
Coefficiente di omogeneizzazione n	-	21,71	17,37	6,40
Momento statico della sezione S [m ³]	8,720E-02	1,975E-01	2,212E-01	4,239E-01
Baricentro della sezione Y_G [m]	0,854	1,295	1,354	1,656
Area della sezione A [m ²]	1,021E-01	1,525E-01	1,634E-01	2,560E-01
Costante torsionale della sezione J_1 [m ⁴]	3,888E-05	9,001E-04	1,115E-03	2,960E-03
Momento di inerzia della sezione J [m ⁴]	7,083E-02	1,311E-01	1,392E-01	1,808E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta $W_{soletta}$ [m ³]	-	1,278E-01	1,441E-01	2,721E-01
Modulo di resistenza armatura superiore $W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,355E-01	1,533E-01	2,981E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore $W_{arm,inf}$ [m ³]	-	1,628E-01	1,865E-01	4,068E-01
Modulo di resistenza estradosso impiattamento superio $W_{mp,sup}$ [m ³]	-	-	-	-
Modulo di resistenza estradosso piattabanda superiore $W_{p,sup}$ [m ³]	6,181E-02	1,859E-01	2,154E-01	5,249E-01
Modulo di resistenza estradosso anima $W_{an,sup}$ [m ³]	6,359E-02	1,947E-01	2,266E-01	5,787E-01
Modulo di resistenza intradosso anima $W_{an,inf}$ [m ³]	-8,742E-02	-1,048E-01	-1,062E-01	-1,122E-01
Modulo di resistenza intradosso piattabanda inferiore $W_{p,inf}$ [m ³]	-8,291E-02	-1,012E-01	-1,028E-01	-1,092E-01
Modulo di resistenza intradosso impiattamento inferiore $W_{mp,inf}$ [m ³]	-	-	-	-

L. CALCOLO DELLE TENSIONI SULL'AREA EFFICACE

L.1. STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{positivo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Estradosso soletta	0,00	1,20	-1,04	4,52	0,05	0,21	4,94	19,92	4,04
Armatura superiore	0,00	24,50	-16,83	26,41	0,30	1,67	36,05	360,00	9,99
Armatura inferiore	0,00	20,40	-20,26	19,35	0,22	2,65	22,37	360,00	16,09
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	123,33	17,86	35,30	15,00	0,17	-10,18	181,49	240,00	1,32
Estradosso anima	119,88	17,05	34,63	13,60	0,15	-9,98	175,34	240,00	1,37
Intradosso anima	-87,21	-31,69	-6,08	-70,17	-0,80	1,72	-194,23	-240,00	1,24
Intradosso piattabanda inferiore	-91,95	-32,80	-7,02	-72,09	-0,82	1,99	-202,68	-210,00	1,04
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-

F.2. STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{negativo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Estradosso soletta	0,00	1,20	-1,04	4,52	0,05	-0,01	4,72	19,92	4,22
Armatura superiore	0,00	24,50	-16,83	26,41	0,30	-0,08	34,30	360,00	10,50
Armatura inferiore	0,00	20,40	-20,26	19,35	0,22	-0,13	19,58	360,00	18,38
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	123,33	17,86	35,30	15,00	0,17	0,51	192,17	240,00	1,25
Estradosso anima	119,88	17,05	34,63	13,60	0,15	0,50	185,82	240,00	1,29
Intradosso anima	-87,21	-31,69	-6,08	-70,17	-0,80	-0,09	-196,04	-240,00	1,22
Intradosso piattabanda inferiore	-91,95	-32,80	-7,02	-72,09	-0,82	-0,10	-204,77	-210,00	1,03
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-

F.3. STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{positivo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Estradosso soletta	0,00	1,79	-1,24	6,10	0,08	0,25	6,98	18,81	2,70
Armatura superiore	0,00	36,75	-20,19	35,65	0,45	2,00	54,66	391,30	7,16
Armatura inferiore	0,00	30,60	-24,31	26,13	0,33	3,19	35,93	391,30	10,89
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	166,49	26,80	42,36	20,25	0,26	-12,21	243,95	338,10	1,39
Estradosso anima	161,84	25,58	41,55	18,37	0,23	-11,98	235,60	338,10	1,44
Intradosso anima	-117,73	-47,54	-7,30	-94,73	-1,20	2,07	-266,43	-338,10	1,27
Intradosso piattabanda inferiore	-124,13	-49,21	-8,42	-97,32	-1,23	2,39	-277,91	-338,10	1,22
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-

F.4. STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE - $\Delta T_{\text{negativo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Estradosso soletta	0,00	1,79	-1,24	6,10	0,08	-0,01	6,72	18,81	2,80
Armatura superiore	0,00	36,75	-20,19	35,65	0,45	-0,10	52,56	391,30	7,45
Armatura inferiore	0,00	30,60	-24,31	26,13	0,33	-0,16	32,59	391,30	12,01
Estradosso impiattamento superiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estradosso piattabanda superiore	166,49	26,80	42,36	20,25	0,26	0,61	256,77	338,10	1,32
Estradosso anima	161,84	25,58	41,55	18,37	0,23	0,60	248,17	338,10	1,36
Intradosso anima	-117,73	-47,54	-7,30	-94,73	-1,20	-0,10	-268,60	-338,10	1,26
Intradosso piattabanda inferiore	-124,13	-49,21	-8,42	-97,32	-1,23	-0,12	-280,42	-338,10	1,21
Intradosso impiattamento inferiore	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M. VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

M.1. STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - $\Delta T_{\text{positivo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Anima della trave metallica	-0,27	0,34	0,00	15,98	0,00	0,00	16,05	195,20	12,16

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 111 di 273
--	--	--

M.2. STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - $\Delta T_{\text{negativo}}$

SEZIONE	FASE I	FASE II-A (lunga durata)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (breve durata)			σ_{totale} [N/mm ²]	σ_{limite} [N/mm ²]	FATTORE DI SICUREZZA
				traffico veicolare	azione del vento	azione termica			
Anima della trave metallica	-0,27	0,34	0,00	15,98	0,00	0,00	16,05	195,20	12,16

N. VERIFICA DI INSTABILITA' A TAGLIO DELL'ANIMA

Interasse tra irrigidenti trasversali consecutivi	2.500,00	[mm]	Spessore dell'ala di resistenza assiale minore	32,00	[mm]
Altezza efficace dell'anima	1.924,00	[mm]	Coefficiente di imbozzamento k_t	7,16	[-]
Tensione critica euleriana dell'anima	20,53	[N/mm ²]	Tensione tangenziale critica dell'anima	147,06	[N/mm ²]
Parametro di snellezza dell'anima λ_w	3,16	[-]	Coefficiente χ_w	0,62	[-]
Coefficiente η	1,25	[-]	Rapporto ϵ	0,81	[-]

A favore di sicurezza non si considera il contributo irrigidente delle piattabande.

COMBINAZIONE	AZIONE TAGLIANTE DI CALCOLO AGENTE SULL'ANIMA	RESISTENZA ALL'INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA [kN]	FATTORE DI SICUREZZA
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{positivo}}$	641,86	4.651,68	7,25
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{negativo}}$	641,86	4.651,68	7,25

O. VERIFICA DELLA PIOLATURA

Diametro di un singolo piolo	19,00	[mm]	Passo longitudinale delle file di pioli	200,00	[mm]
Altezza del singolo piolo	200,00	[mm]	Numero di pioli per metro lineare	15	[-]
Numero di pioli per fila	3	[-]			
Momento di inerzia della sezione omogeneizzata (carichi di lunga durata)				1,311E+11	[mm ⁴]
Momento statico della soletta in calcestruzzo rispetto all'intera sezione omogeneizzata				3,861E+07	[mm ³]

COMBINAZIONE	AZIONE TAGLIANTE DI CALCOLO AGENTE SULL'ANIMA	SFORZO DI SCORRIMENTO UNITARIO [kN/m]	SFORZO DI SCORRIMENTO PER SINGOLO PIOLO [kN]
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{positivo}}$	641,86	189,11	12,61
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{negativo}}$	641,86	189,11	12,61

COMBINAZIONE	SFORZO DI SCORRIMENTO PER SINGOLO PIOLO [kN]	RESISTENZA ALLA RECISIONE DEL GAMBO DEL PIOLO [kN]	RESISTENZA ALLO SCHIACCIAMENTO DEL CLS [kN]	FATTORE DI SICUREZZA
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{positivo}}$	12,61	92,54	87,41	6,93
STATO LIMITE ULTIMO - $\Delta T_{\text{negativo}}$	12,61	92,54	87,41	6,93

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC

Foglio

Relazione di calcolo

112 di 273

13. IMPALCATO – VERIFICHE STRUTTURALI DEI TRASVERSI

13.1. Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche sui trasversi correnti

ELEM. ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 1 (PESI PROPRI STRUTTURALI)					FASE 2A (CARICHI PERMANENTI PORTATI)					FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MASSIMI)				
		N _k [kN]	V _{1,k} [kN]	V _{2,k} [kN]	M _{21,k} [kNm]	M _{32,k} [kNm]	N _k [kN]	V _{1,k} [kN]	V _{2,k} [kN]	M _{21,k} [kNm]	M _{32,k} [kNm]	N _k [kN]	V _{1,k} [kN]	V _{2,k} [kN]	M _{21,k} [kNm]	M _{32,k} [kNm]
TC-1	0,00	0,00	-9,78	0,00	0,00	-0,02	0,00	8,92	0,00	0,00	1,25	0,00	208,51	0,00	0,00	646,53
TC-1	0,48	0,00	-8,52	0,00	0,00	4,39	0,00	8,92	0,00	0,00	-3,04	0,00	208,51	0,00	0,00	579,66
TC-1	0,96	0,00	-7,27	0,00	0,00	8,19	0,00	8,92	0,00	0,00	-7,33	0,00	208,51	0,00	0,00	512,79
TC-1	1,44	0,00	-6,01	0,00	0,00	11,38	0,00	8,92	0,00	0,00	-11,62	0,00	208,51	0,00	0,00	445,91
TC-1	1,93	0,00	-4,76	0,00	0,00	13,97	0,00	8,92	0,00	0,00	-15,91	0,00	208,51	0,00	0,00	379,04
TC-1	2,41	0,00	-3,50	0,00	0,00	15,96	0,00	8,92	0,00	0,00	-20,20	0,00	208,51	0,00	0,00	312,16
TC-1	2,89	0,00	-2,24	0,00	0,00	17,34	0,00	8,92	0,00	0,00	-24,49	0,00	208,51	0,00	0,00	245,29
TC-1	3,37	0,00	-0,99	0,00	0,00	18,12	0,00	8,92	0,00	0,00	-28,79	0,00	208,51	0,00	0,00	178,42
TC-1	3,85	0,00	0,27	0,00	0,00	18,29	0,00	8,92	0,00	0,00	-33,08	0,00	208,51	0,00	0,00	111,54
TC-2	0,00	0,00	-13,29	0,00	0,00	-0,01	0,00	14,61	0,00	0,00	1,94	0,00	201,41	0,00	0,00	653,06
TC-2	0,48	0,00	-12,04	0,00	0,00	6,08	0,00	14,61	0,00	0,00	-5,09	0,00	201,41	0,00	0,00	591,53
TC-2	0,96	0,00	-10,78	0,00	0,00	11,57	0,00	14,61	0,00	0,00	-12,12	0,00	201,41	0,00	0,00	530,01
TC-2	1,44	0,00	-9,52	0,00	0,00	16,46	0,00	14,61	0,00	0,00	-19,15	0,00	201,41	0,00	0,00	468,49
TC-2	1,93	0,00	-8,27	0,00	0,00	20,74	0,00	14,61	0,00	0,00	-26,18	0,00	201,41	0,00	0,00	406,97
TC-2	2,41	0,00	-7,01	0,00	0,00	24,42	0,00	14,61	0,00	0,00	-33,21	0,00	201,41	0,00	0,00	345,45
TC-2	2,89	0,00	-5,76	0,00	0,00	27,49	0,00	14,61	0,00	0,00	-40,24	0,00	201,41	0,00	0,00	283,92
TC-2	3,37	0,00	-4,50	0,00	0,00	29,96	0,00	14,61	0,00	0,00	-47,27	0,00	201,41	0,00	0,00	222,40
TC-2	3,85	0,00	-3,24	0,00	0,00	31,82	0,00	14,61	0,00	0,00	-54,30	0,00	201,41	0,00	0,00	160,88
TC-3	0,00	0,00	-14,82	0,00	0,00	-0,01	0,00	17,22	0,00	0,00	2,13	0,00	201,26	0,00	0,00	656,16
TC-3	0,48	0,00	-13,56	0,00	0,00	6,82	0,00	17,22	0,00	0,00	-6,16	0,00	201,26	0,00	0,00	595,71
TC-3	0,96	0,00	-12,30	0,00	0,00	13,05	0,00	17,22	0,00	0,00	-14,44	0,00	201,26	0,00	0,00	535,25
TC-3	1,44	0,00	-11,05	0,00	0,00	18,67	0,00	17,22	0,00	0,00	-22,73	0,00	201,26	0,00	0,00	474,79
TC-3	1,93	0,00	-9,79	0,00	0,00	23,68	0,00	17,22	0,00	0,00	-31,02	0,00	201,26	0,00	0,00	414,33
TC-3	2,41	0,00	-8,54	0,00	0,00	28,09	0,00	17,22	0,00	0,00	-39,30	0,00	201,26	0,00	0,00	353,87
TC-3	2,89	0,00	-7,28	0,00	0,00	31,90	0,00	17,22	0,00	0,00	-47,59	0,00	201,26	0,00	0,00	293,42
TC-3	3,37	0,00	-6,02	0,00	0,00	35,10	0,00	17,22	0,00	0,00	-55,87	0,00	201,26	0,00	0,00	232,96
TC-3	3,85	0,00	-4,77	0,00	0,00	37,69	0,00	17,22	0,00	0,00	-64,16	0,00	201,26	0,00	0,00	172,50
TC-4	0,00	0,00	-15,21	0,00	0,00	-0,01	0,00	17,94	0,00	0,00	2,21	0,00	201,19	0,00	0,00	656,75
TC-4	0,48	0,00	-13,95	0,00	0,00	7,01	0,00	17,94	0,00	0,00	-6,42	0,00	201,19	0,00	0,00	596,46
TC-4	0,96	0,00	-12,70	0,00	0,00	13,42	0,00	17,94	0,00	0,00	-15,05	0,00	201,19	0,00	0,00	536,17
TC-4	1,44	0,00	-11,44	0,00	0,00	19,23	0,00	17,94	0,00	0,00	-23,69	0,00	201,19	0,00	0,00	475,87
TC-4	1,93	0,00	-10,18	0,00	0,00	24,43	0,00	17,94	0,00	0,00	-32,32	0,00	201,19	0,00	0,00	415,58
TC-4	2,41	0,00	-8,93	0,00	0,00	29,03	0,00	17,94	0,00	0,00	-40,96	0,00	201,19	0,00	0,00	355,29
TC-4	2,89	0,00	-7,67	0,00	0,00	33,03	0,00	17,94	0,00	0,00	-49,59	0,00	201,19	0,00	0,00	294,99
TC-4	3,37	0,00	-6,42	0,00	0,00	36,42	0,00	17,94	0,00	0,00	-58,23	0,00	201,19	0,00	0,00	234,70
TC-4	3,85	0,00	-5,16	0,00	0,00	39,20	0,00	17,94	0,00	0,00	-66,86	0,00	201,19	0,00	0,00	174,41
TC-5	0,00	0,00	-14,82	0,00	0,00	-0,01	0,00	17,22	0,00	0,00	2,13	0,00	201,26	0,00	0,00	656,16
TC-5	0,48	0,00	-13,56	0,00	0,00	6,82	0,00	17,22	0,00	0,00	-6,16	0,00	201,26	0,00	0,00	595,71
TC-5	0,96	0,00	-12,30	0,00	0,00	13,05	0,00	17,22	0,00	0,00	-14,44	0,00	201,26	0,00	0,00	535,25
TC-5	1,44	0,00	-11,05	0,00	0,00	18,67	0,00	17,22	0,00	0,00	-22,73	0,00	201,26	0,00	0,00	474,79
TC-5	1,93	0,00	-9,79	0,00	0,00	23,68	0,00	17,22	0,00	0,00	-31,02	0,00	201,26	0,00	0,00	414,33
TC-5	2,41	0,00	-8,54	0,00	0,00	28,09	0,00	17,22	0,00	0,00	-39,30	0,00	201,26	0,00	0,00	353,87
TC-5	2,89	0,00	-7,28	0,00	0,00	31,90	0,00	17,22	0,00	0,00	-47,59	0,00	201,26	0,00	0,00	293,42
TC-5	3,37	0,00	-6,02	0,00	0,00	35,10	0,00	17,22	0,00	0,00	-55,87	0,00	201,26	0,00	0,00	232,96
TC-5	3,85	0,00	-4,77	0,00	0,00	37,69	0,00	17,22	0,00	0,00	-64,16	0,00	201,26	0,00	0,00	172,50
TC-6	0,00	0,00	-13,29	0,00	0,00	-0,01	0,00	14,61	0,00	0,00	1,94	0,00	201,41	0,00	0,00	653,06
TC-6	0,48	0,00	-12,04	0,00	0,00	6,08	0,00	14,61	0,00	0,00	-5,09	0,00	201,41	0,00	0,00	591,53
TC-6	0,96	0,00	-10,78	0,00	0,00	11,57	0,00	14,61	0,00	0,00	-12,12	0,00	201,41	0,00	0,00	530,01
TC-6	1,44	0,00	-9,52	0,00	0,00	16,46	0,00	14,61	0,00	0,00	-19,15	0,00	201,41	0,00	0,00	468,49
TC-6	1,93	0,00	-8,27	0,00	0,00	20,74	0,00	14,61	0,00	0,00	-26,18	0,00	201,41	0,00	0,00	406,97
TC-6	2,41	0,00	-7,01	0,00	0,00	24,42	0,00	14,61	0,00	0,00	-33,21	0,00	201,41	0,00	0,00	345,45
TC-6	2,89	0,00	-5,76	0,00	0,00	27,49	0,00	14,61	0,00	0,00	-40,24	0,00	201,41	0,00	0,00	283,92
TC-6	3,37	0,00	-4,50	0,00	0,00	29,96	0,00	14,61	0,00	0,00	-47,27	0,00	201,41	0,00	0,00	222,40
TC-6	3,85	0,00	-3,24	0,00	0,00	31,82	0,00	14,61	0,00	0,00	-54,30	0,00	201,41	0,00	0,00	160,88
TC-7	0,00	0,00	-9,78	0,00	0,00	-0,02	0,00	8,92	0,00	0,00	1,25	0,00	208,51	0,00	0,00	646,54
TC-7	0,48	0,00	-8,52	0,00	0,00	4,39	0,00	8,92	0,00	0,00	-3,04	0,00	208,51	0,00	0,00	579,66
TC-7	0,96	0,00	-7,27	0,00	0,00	8,19	0,00	8,92	0,00	0,00	-7,33	0,00	208,51	0,00	0,00	512,79
TC-7	1,44	0,00	-6,01	0,00	0,00	11,38	0,00	8,92	0,00	0,00	-11,62	0,00	208,51	0,00	0,00	445,91
TC-7	1,93	0,00	-4,76	0,00	0,00	13,97	0,00	8,92	0,00	0,00	-15,91	0,00	208,51	0,00	0,00	379,04
TC-7	2,41	0,00	-3,50	0,00	0,00	15,96	0,00	8,92	0,00	0,00	-20,20	0,00	208,51	0,00	0,00	312,17
TC-7	2,89	0,00	-2,24	0,00	0,00	17,34	0,00	8,92	0,00	0,00	-24,49	0,00	208,51	0,00	0,00	245,29
TC-7	3,37	0,00	-0,99	0,00	0,00	18,12	0,00	8,92	0,00	0,00	-28,79	0,00	208,51	0,00	0,00	178,42
TC-7	3,85	0,00	0,27	0,00	0,00	18,29	0,00	8,92	0,00	0,00	-33,08	0,00	208,51	0,00	0,00	111,54

ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 1 (PESI PROPRI STRUTTURALI)					FASE 2A (CARICHI PERMANENTI PORTATI)					FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MASSIMI)				
		N _k [kN]	V _k [kN]	V _{2k} [kN]	M _{2k} [kNm]	M _{1k} [kNm]	N _k [kN]	V _k [kN]	V _{2k} [kN]	M _{2k} [kNm]	M _{1k} [kNm]	N _k [kN]	V _k [kN]	V _{2k} [kN]	M _{2k} [kNm]	M _{1k} [kNm]
TC-8	0,00	0,00	-0,27	0,00	0,00	18,29	0,00	-8,23	0,00	0,00	-32,12	0,00	53,08	0,00	0,00	190,70
TC-8	0,48	0,00	0,99	0,00	0,00	18,12	0,00	-8,23	0,00	0,00	-28,16	0,00	53,08	0,00	0,00	169,27
TC-8	0,96	0,00	2,24	0,00	0,00	17,34	0,00	-8,23	0,00	0,00	-24,20	0,00	53,08	0,00	0,00	147,84
TC-8	1,44	0,00	3,50	0,00	0,00	15,96	0,00	-8,23	0,00	0,00	-20,24	0,00	53,08	0,00	0,00	126,41
TC-8	1,93	0,00	4,76	0,00	0,00	13,97	0,00	-8,23	0,00	0,00	-16,28	0,00	53,08	0,00	0,00	104,99
TC-8	2,41	0,00	6,01	0,00	0,00	11,38	0,00	-8,23	0,00	0,00	-12,32	0,00	53,08	0,00	0,00	83,56
TC-8	2,89	0,00	7,27	0,00	0,00	8,19	0,00	-8,23	0,00	0,00	-8,36	0,00	53,08	0,00	0,00	62,13
TC-8	3,37	0,00	8,52	0,00	0,00	4,39	0,00	-8,23	0,00	0,00	-4,40	0,00	53,08	0,00	0,00	40,70
TC-8	3,85	0,00	9,78	0,00	0,00	-0,02	0,00	-8,23	0,00	0,00	-0,44	0,00	53,08	0,00	0,00	19,27
TC-9	0,00	0,00	3,24	0,00	0,00	31,82	0,00	-13,43	0,00	0,00	-52,68	0,00	70,96	0,00	0,00	255,74
TC-9	0,48	0,00	4,50	0,00	0,00	29,96	0,00	-13,43	0,00	0,00	-46,22	0,00	70,96	0,00	0,00	226,10
TC-9	0,96	0,00	5,76	0,00	0,00	27,49	0,00	-13,43	0,00	0,00	-39,76	0,00	70,96	0,00	0,00	196,47
TC-9	1,44	0,00	7,01	0,00	0,00	24,42	0,00	-13,43	0,00	0,00	-33,30	0,00	70,96	0,00	0,00	166,84
TC-9	1,93	0,00	8,27	0,00	0,00	20,74	0,00	-13,43	0,00	0,00	-26,83	0,00	70,96	0,00	0,00	137,21
TC-9	2,41	0,00	9,53	0,00	0,00	16,46	0,00	-13,43	0,00	0,00	-20,37	0,00	70,96	0,00	0,00	107,57
TC-9	2,89	0,00	10,78	0,00	0,00	11,57	0,00	-13,43	0,00	0,00	-13,91	0,00	70,96	0,00	0,00	77,94
TC-9	3,37	0,00	12,04	0,00	0,00	6,08	0,00	-13,43	0,00	0,00	-7,45	0,00	70,96	0,00	0,00	48,31
TC-9	3,85	0,00	13,29	0,00	0,00	-0,01	0,00	-13,43	0,00	0,00	-0,98	0,00	70,96	0,00	0,00	18,68
TC-10	0,00	0,00	4,77	0,00	0,00	37,69	0,00	-15,83	0,00	0,00	-62,24	0,00	75,25	0,00	0,00	271,96
TC-10	0,48	0,00	6,02	0,00	0,00	35,10	0,00	-15,83	0,00	0,00	-54,63	0,00	75,25	0,00	0,00	240,36
TC-10	0,96	0,00	7,28	0,00	0,00	31,90	0,00	-15,83	0,00	0,00	-47,01	0,00	75,25	0,00	0,00	208,77
TC-10	1,44	0,00	8,54	0,00	0,00	28,09	0,00	-15,83	0,00	0,00	-39,39	0,00	75,25	0,00	0,00	177,17
TC-10	1,93	0,00	9,79	0,00	0,00	23,68	0,00	-15,83	0,00	0,00	-31,78	0,00	75,25	0,00	0,00	145,57
TC-10	2,41	0,00	11,05	0,00	0,00	18,67	0,00	-15,83	0,00	0,00	-24,16	0,00	75,25	0,00	0,00	113,97
TC-10	2,89	0,00	12,31	0,00	0,00	13,05	0,00	-15,83	0,00	0,00	-16,55	0,00	75,25	0,00	0,00	82,36
TC-10	3,37	0,00	13,56	0,00	0,00	6,82	0,00	-15,83	0,00	0,00	-8,93	0,00	75,25	0,00	0,00	50,76
TC-10	3,85	0,00	14,82	0,00	0,00	-0,01	0,00	-15,83	0,00	0,00	-1,32	0,00	75,25	0,00	0,00	19,16
TC-11	0,00	0,00	5,16	0,00	0,00	39,20	0,00	-16,45	0,00	0,00	-64,81	0,00	75,48	0,00	0,00	273,08
TC-11	0,48	0,00	6,42	0,00	0,00	36,42	0,00	-16,45	0,00	0,00	-56,89	0,00	75,48	0,00	0,00	241,35
TC-11	0,96	0,00	7,67	0,00	0,00	33,03	0,00	-16,45	0,00	0,00	-48,97	0,00	75,48	0,00	0,00	209,62
TC-11	1,44	0,00	8,93	0,00	0,00	29,03	0,00	-16,45	0,00	0,00	-41,05	0,00	75,48	0,00	0,00	177,89
TC-11	1,93	0,00	10,18	0,00	0,00	24,43	0,00	-16,45	0,00	0,00	-33,13	0,00	75,48	0,00	0,00	146,15
TC-11	2,41	0,00	11,44	0,00	0,00	19,23	0,00	-16,45	0,00	0,00	-25,22	0,00	75,48	0,00	0,00	114,42
TC-11	2,89	0,00	12,70	0,00	0,00	13,42	0,00	-16,45	0,00	0,00	-17,30	0,00	75,48	0,00	0,00	82,69
TC-11	3,37	0,00	13,95	0,00	0,00	7,01	0,00	-16,45	0,00	0,00	-9,38	0,00	75,48	0,00	0,00	50,96
TC-11	3,85	0,00	15,21	0,00	0,00	-0,01	0,00	-16,45	0,00	0,00	-1,46	0,00	75,48	0,00	0,00	19,33
TC-12	0,00	0,00	4,77	0,00	0,00	37,69	0,00	-15,83	0,00	0,00	-62,24	0,00	75,25	0,00	0,00	271,96
TC-12	0,48	0,00	6,02	0,00	0,00	35,10	0,00	-15,83	0,00	0,00	-54,63	0,00	75,25	0,00	0,00	240,36
TC-12	0,96	0,00	7,28	0,00	0,00	31,90	0,00	-15,83	0,00	0,00	-47,01	0,00	75,25	0,00	0,00	208,77
TC-12	1,44	0,00	8,54	0,00	0,00	28,09	0,00	-15,83	0,00	0,00	-39,39	0,00	75,25	0,00	0,00	177,16
TC-12	1,93	0,00	9,79	0,00	0,00	23,68	0,00	-15,83	0,00	0,00	-31,78	0,00	75,25	0,00	0,00	145,56
TC-12	2,41	0,00	11,05	0,00	0,00	18,67	0,00	-15,83	0,00	0,00	-24,16	0,00	75,25	0,00	0,00	113,96
TC-12	2,89	0,00	12,31	0,00	0,00	13,05	0,00	-15,83	0,00	0,00	-16,55	0,00	75,25	0,00	0,00	82,36
TC-12	3,37	0,00	13,56	0,00	0,00	6,82	0,00	-15,83	0,00	0,00	-8,93	0,00	75,25	0,00	0,00	50,76
TC-12	3,85	0,00	14,82	0,00	0,00	-0,01	0,00	-15,83	0,00	0,00	-1,32	0,00	75,25	0,00	0,00	19,16
TC-13	0,00	0,00	3,24	0,00	0,00	31,82	0,00	-13,43	0,00	0,00	-52,68	0,00	70,96	0,00	0,00	255,74
TC-13	0,48	0,00	4,50	0,00	0,00	29,96	0,00	-13,43	0,00	0,00	-46,22	0,00	70,96	0,00	0,00	226,10
TC-13	0,96	0,00	5,76	0,00	0,00	27,49	0,00	-13,43	0,00	0,00	-39,76	0,00	70,96	0,00	0,00	196,47
TC-13	1,44	0,00	7,01	0,00	0,00	24,42	0,00	-13,43	0,00	0,00	-33,30	0,00	70,96	0,00	0,00	166,84
TC-13	1,93	0,00	8,27	0,00	0,00	20,74	0,00	-13,43	0,00	0,00	-26,83	0,00	70,96	0,00	0,00	137,21
TC-13	2,41	0,00	9,53	0,00	0,00	16,46	0,00	-13,43	0,00	0,00	-20,37	0,00	70,96	0,00	0,00	107,57
TC-13	2,89	0,00	10,78	0,00	0,00	11,57	0,00	-13,43	0,00	0,00	-13,91	0,00	70,96	0,00	0,00	77,94
TC-13	3,37	0,00	12,04	0,00	0,00	6,08	0,00	-13,43	0,00	0,00	-7,45	0,00	70,96	0,00	0,00	48,31
TC-13	3,85	0,00	13,29	0,00	0,00	-0,01	0,00	-13,43	0,00	0,00	-0,98	0,00	70,96	0,00	0,00	18,68
TC-14	0,00	0,00	-0,27	0,00	0,00	18,29	0,00	-8,23	0,00	0,00	-32,12	0,00	53,08	0,00	0,00	190,70
TC-14	0,48	0,00	0,99	0,00	0,00	18,12	0,00	-8,23	0,00	0,00	-28,16	0,00	53,08	0,00	0,00	169,27
TC-14	0,96	0,00	2,24	0,00	0,00	17,34	0,00	-8,23	0,00	0,00	-24,20	0,00	53,08	0,00	0,00	147,84
TC-14	1,44	0,00	3,50	0,00	0,00	15,96	0,00	-8,23	0,00	0,00	-20,24	0,00	53,08	0,00	0,00	126,41
TC-14	1,93	0,00	4,76	0,00	0,00	13,97	0,00	-8,23	0,00	0,00	-16,28	0,00	53,08	0,00	0,00	104,99
TC-14	2,41	0,00	6,01	0,00	0,00	11,38	0,00	-8,23	0,00	0,00	-12,32	0,00	53,08	0,00	0,00	83,56
TC-14	2,89	0,00	7,27	0,00	0,00	8,19	0,00	-8,23	0,00	0,00	-8,36	0,00	53,08	0,00	0,00	62,13
TC-14	3,37	0,00	8,52	0,00	0,00	4,39	0,00	-8,23	0,00	0,00	-4,40	0,00	53,08	0,00	0,00	40,70
TC-14	3,85	0,00	9,78	0,00	0,00	-0,02	0,00	-8,23	0,00	0,00	-0,44	0,00	53,08	0,00	0,00	19,27



Relazione di calcolo

ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MINIMI)					FASE 3 (AZIONE DEL VENTO)				
		N ₁ [kN]	V _{1,x} [kN]	V _{1,y} [kN]	M _{1,x} [kNm]	M _{1,y} [kNm]	N ₂ [kN]	V _{2,x} [kN]	V _{2,y} [kN]	M _{2,x} [kNm]	M _{2,y} [kNm]
TC-1	0,00	0,00	-28,86	0,00	0,00	-18,89	0,00	0,09	0,00	0,00	0,28
TC-1	0,48	0,00	-28,86	0,00	0,00	-36,95	0,00	0,09	0,00	0,00	0,24
TC-1	0,96	0,00	-28,86	0,00	0,00	-55,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,20
TC-1	1,44	0,00	-28,86	0,00	0,00	-73,06	0,00	0,09	0,00	0,00	0,15
TC-1	1,93	0,00	-28,86	0,00	0,00	-91,12	0,00	0,09	0,00	0,00	0,11
TC-1	2,41	0,00	-28,86	0,00	0,00	-109,17	0,00	0,09	0,00	0,00	0,06
TC-1	2,89	0,00	-28,86	0,00	0,00	-127,23	0,00	0,09	0,00	0,00	0,02
TC-1	3,37	0,00	-28,86	0,00	0,00	-145,28	0,00	0,09	0,00	0,00	-0,03
TC-1	3,85	0,00	-28,86	0,00	0,00	-163,34	0,00	0,09	0,00	0,00	-0,07
TC-2	0,00	0,00	-39,30	0,00	0,00	-19,93	0,00	0,18	0,00	0,00	0,57
TC-2	0,48	0,00	-39,30	0,00	0,00	-34,66	0,00	0,18	0,00	0,00	0,48
TC-2	0,96	0,00	-39,30	0,00	0,00	-49,38	0,00	0,18	0,00	0,00	0,40
TC-2	1,44	0,00	-39,30	0,00	0,00	-64,11	0,00	0,18	0,00	0,00	0,31
TC-2	1,93	0,00	-39,30	0,00	0,00	-78,84	0,00	0,18	0,00	0,00	0,22
TC-2	2,41	0,00	-39,30	0,00	0,00	-93,56	0,00	0,18	0,00	0,00	0,14
TC-2	2,89	0,00	-39,30	0,00	0,00	-108,29	0,00	0,18	0,00	0,00	0,05
TC-2	3,37	0,00	-39,30	0,00	0,00	-123,02	0,00	0,18	0,00	0,00	-0,03
TC-2	3,85	0,00	-39,30	0,00	0,00	-137,75	0,00	0,18	0,00	0,00	-0,12
TC-3	0,00	0,00	-41,76	0,00	0,00	-19,54	0,00	0,21	0,00	0,00	0,68
TC-3	0,48	0,00	-41,76	0,00	0,00	-34,11	0,00	0,21	0,00	0,00	0,58
TC-3	0,96	0,00	-41,76	0,00	0,00	-48,69	0,00	0,21	0,00	0,00	0,48
TC-3	1,44	0,00	-41,76	0,00	0,00	-63,27	0,00	0,21	0,00	0,00	0,38
TC-3	1,93	0,00	-41,76	0,00	0,00	-77,85	0,00	0,21	0,00	0,00	0,28
TC-3	2,41	0,00	-41,76	0,00	0,00	-92,42	0,00	0,21	0,00	0,00	0,17
TC-3	2,89	0,00	-41,76	0,00	0,00	-107,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,07
TC-3	3,37	0,00	-41,76	0,00	0,00	-121,58	0,00	0,21	0,00	0,00	-0,03
TC-3	3,85	0,00	-41,76	0,00	0,00	-136,16	0,00	0,21	0,00	0,00	-0,13
TC-4	0,00	0,00	-42,14	0,00	0,00	-19,23	0,00	0,23	0,00	0,00	0,72
TC-4	0,48	0,00	-42,14	0,00	0,00	-33,76	0,00	0,23	0,00	0,00	0,62
TC-4	0,96	0,00	-42,14	0,00	0,00	-48,29	0,00	0,23	0,00	0,00	0,51
TC-4	1,44	0,00	-42,14	0,00	0,00	-62,83	0,00	0,23	0,00	0,00	0,40
TC-4	1,93	0,00	-42,14	0,00	0,00	-77,36	0,00	0,23	0,00	0,00	0,29
TC-4	2,41	0,00	-42,14	0,00	0,00	-91,90	0,00	0,23	0,00	0,00	0,18
TC-4	2,89	0,00	-42,14	0,00	0,00	-106,43	0,00	0,23	0,00	0,00	0,07
TC-4	3,37	0,00	-42,14	0,00	0,00	-120,97	0,00	0,23	0,00	0,00	-0,04
TC-4	3,85	0,00	-42,14	0,00	0,00	-135,50	0,00	0,23	0,00	0,00	-0,14
TC-5	0,00	0,00	-41,76	0,00	0,00	-19,54	0,00	0,21	0,00	0,00	0,68
TC-5	0,48	0,00	-41,76	0,00	0,00	-34,11	0,00	0,21	0,00	0,00	0,58
TC-5	0,96	0,00	-41,76	0,00	0,00	-48,69	0,00	0,21	0,00	0,00	0,48
TC-5	1,44	0,00	-41,76	0,00	0,00	-63,27	0,00	0,21	0,00	0,00	0,38
TC-5	1,93	0,00	-41,76	0,00	0,00	-77,85	0,00	0,21	0,00	0,00	0,28
TC-5	2,41	0,00	-41,76	0,00	0,00	-92,42	0,00	0,21	0,00	0,00	0,17
TC-5	2,89	0,00	-41,76	0,00	0,00	-107,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,07
TC-5	3,37	0,00	-41,76	0,00	0,00	-121,58	0,00	0,21	0,00	0,00	-0,03
TC-5	3,85	0,00	-41,76	0,00	0,00	-136,15	0,00	0,21	0,00	0,00	-0,13
TC-6	0,00	0,00	-39,30	0,00	0,00	-19,93	0,00	0,18	0,00	0,00	0,57
TC-6	0,48	0,00	-39,30	0,00	0,00	-34,66	0,00	0,18	0,00	0,00	0,48
TC-6	0,96	0,00	-39,30	0,00	0,00	-49,38	0,00	0,18	0,00	0,00	0,40
TC-6	1,44	0,00	-39,30	0,00	0,00	-64,11	0,00	0,18	0,00	0,00	0,31
TC-6	1,93	0,00	-39,30	0,00	0,00	-78,84	0,00	0,18	0,00	0,00	0,22
TC-6	2,41	0,00	-39,30	0,00	0,00	-93,56	0,00	0,18	0,00	0,00	0,14
TC-6	2,89	0,00	-39,30	0,00	0,00	-108,29	0,00	0,18	0,00	0,00	0,05
TC-6	3,37	0,00	-39,30	0,00	0,00	-123,02	0,00	0,18	0,00	0,00	-0,03
TC-6	3,85	0,00	-39,30	0,00	0,00	-137,75	0,00	0,18	0,00	0,00	-0,12
TC-7	0,00	0,00	-28,85	0,00	0,00	-18,89	0,00	0,09	0,00	0,00	0,28
TC-7	0,48	0,00	-28,85	0,00	0,00	-36,95	0,00	0,09	0,00	0,00	0,24
TC-7	0,96	0,00	-28,85	0,00	0,00	-55,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,20
TC-7	1,44	0,00	-28,85	0,00	0,00	-73,06	0,00	0,09	0,00	0,00	0,15
TC-7	1,93	0,00	-28,85	0,00	0,00	-91,12	0,00	0,09	0,00	0,00	0,11
TC-7	2,41	0,00	-28,85	0,00	0,00	-109,17	0,00	0,09	0,00	0,00	0,06
TC-7	2,89	0,00	-28,85	0,00	0,00	-127,23	0,00	0,09	0,00	0,00	0,02
TC-7	3,37	0,00	-28,85	0,00	0,00	-145,28	0,00	0,09	0,00	0,00	-0,03
TC-7	3,85	0,00	-28,85	0,00	0,00	-163,34	0,00	0,09	0,00	0,00	-0,07



Relazione di calcolo

ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MINIMI)					FASE 3 (AZIONE DEL VENTO)				
		N ₁ [kN]	V _{1,x} [kN]	V _{1,y} [kN]	M _{1,x} [kNm]	M _{1,y} [kNm]	N ₂ [kN]	V _{2,x} [kN]	V _{2,y} [kN]	M _{2,x} [kNm]	M _{2,y} [kNm]
TC-8	0,00	0,00	-38,35	0,00	0,00	-132,26	0,00	0,13	0,00	0,00	0,26
TC-8	0,48	0,00	-38,35	0,00	0,00	-118,04	0,00	0,13	0,00	0,00	0,20
TC-8	0,96	0,00	-38,35	0,00	0,00	-103,82	0,00	0,13	0,00	0,00	0,14
TC-8	1,44	0,00	-38,35	0,00	0,00	-89,60	0,00	0,13	0,00	0,00	0,08
TC-8	1,93	0,00	-38,35	0,00	0,00	-75,38	0,00	0,13	0,00	0,00	0,01
TC-8	2,41	0,00	-38,35	0,00	0,00	-61,16	0,00	0,13	0,00	0,00	-0,05
TC-8	2,89	0,00	-38,35	0,00	0,00	-46,93	0,00	0,13	0,00	0,00	-0,11
TC-8	3,37	0,00	-38,35	0,00	0,00	-32,71	0,00	0,13	0,00	0,00	-0,17
TC-8	3,85	0,00	-38,35	0,00	0,00	-18,49	0,00	0,13	0,00	0,00	-0,23
TC-9	0,00	0,00	-31,91	0,00	0,00	-110,25	0,00	0,23	0,00	0,00	0,44
TC-9	0,48	0,00	-31,91	0,00	0,00	-99,25	0,00	0,23	0,00	0,00	0,33
TC-9	0,96	0,00	-31,91	0,00	0,00	-88,25	0,00	0,23	0,00	0,00	0,22
TC-9	1,44	0,00	-31,91	0,00	0,00	-77,25	0,00	0,23	0,00	0,00	0,11
TC-9	1,93	0,00	-31,91	0,00	0,00	-66,25	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00
TC-9	2,41	0,00	-31,91	0,00	0,00	-55,26	0,00	0,23	0,00	0,00	-0,11
TC-9	2,89	0,00	-31,91	0,00	0,00	-44,26	0,00	0,23	0,00	0,00	-0,22
TC-9	3,37	0,00	-31,91	0,00	0,00	-33,26	0,00	0,23	0,00	0,00	-0,34
TC-9	3,85	0,00	-31,91	0,00	0,00	-22,26	0,00	0,23	0,00	0,00	-0,45
TC-10	0,00	0,00	-30,82	0,00	0,00	-106,84	0,00	0,28	0,00	0,00	0,53
TC-10	0,48	0,00	-30,82	0,00	0,00	-96,34	0,00	0,28	0,00	0,00	0,40
TC-10	0,96	0,00	-30,82	0,00	0,00	-85,83	0,00	0,28	0,00	0,00	0,27
TC-10	1,44	0,00	-30,82	0,00	0,00	-75,32	0,00	0,28	0,00	0,00	0,13
TC-10	1,93	0,00	-30,82	0,00	0,00	-64,81	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00
TC-10	2,41	0,00	-30,82	0,00	0,00	-54,31	0,00	0,28	0,00	0,00	-0,13
TC-10	2,89	0,00	-30,82	0,00	0,00	-43,80	0,00	0,28	0,00	0,00	-0,27
TC-10	3,37	0,00	-30,82	0,00	0,00	-33,29	0,00	0,28	0,00	0,00	-0,40
TC-10	3,85	0,00	-30,82	0,00	0,00	-22,79	0,00	0,28	0,00	0,00	-0,53
TC-11	0,00	0,00	-30,45	0,00	0,00	-105,75	0,00	0,29	0,00	0,00	0,57
TC-11	0,48	0,00	-30,45	0,00	0,00	-95,38	0,00	0,29	0,00	0,00	0,43
TC-11	0,96	0,00	-30,45	0,00	0,00	-85,02	0,00	0,29	0,00	0,00	0,29
TC-11	1,44	0,00	-30,45	0,00	0,00	-74,65	0,00	0,29	0,00	0,00	0,14
TC-11	1,93	0,00	-30,45	0,00	0,00	-64,29	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00
TC-11	2,41	0,00	-30,45	0,00	0,00	-53,92	0,00	0,29	0,00	0,00	-0,14
TC-11	2,89	0,00	-30,45	0,00	0,00	-43,56	0,00	0,29	0,00	0,00	-0,28
TC-11	3,37	0,00	-30,45	0,00	0,00	-33,19	0,00	0,29	0,00	0,00	-0,42
TC-11	3,85	0,00	-30,45	0,00	0,00	-22,83	0,00	0,29	0,00	0,00	-0,56
TC-12	0,00	0,00	-30,82	0,00	0,00	-106,84	0,00	0,28	0,00	0,00	0,53
TC-12	0,48	0,00	-30,82	0,00	0,00	-96,34	0,00	0,28	0,00	0,00	0,40
TC-12	0,96	0,00	-30,82	0,00	0,00	-85,83	0,00	0,28	0,00	0,00	0,27
TC-12	1,44	0,00	-30,82	0,00	0,00	-75,32	0,00	0,28	0,00	0,00	0,13
TC-12	1,93	0,00	-30,82	0,00	0,00	-64,81	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00
TC-12	2,41	0,00	-30,82	0,00	0,00	-54,31	0,00	0,28	0,00	0,00	-0,13
TC-12	2,89	0,00	-30,82	0,00	0,00	-43,80	0,00	0,28	0,00	0,00	-0,27
TC-12	3,37	0,00	-30,82	0,00	0,00	-33,29	0,00	0,28	0,00	0,00	-0,40
TC-12	3,85	0,00	-30,82	0,00	0,00	-22,79	0,00	0,28	0,00	0,00	-0,53
TC-13	0,00	0,00	-31,91	0,00	0,00	-110,25	0,00	0,23	0,00	0,00	0,44
TC-13	0,48	0,00	-31,91	0,00	0,00	-99,25	0,00	0,23	0,00	0,00	0,33
TC-13	0,96	0,00	-31,91	0,00	0,00	-88,25	0,00	0,23	0,00	0,00	0,22
TC-13	1,44	0,00	-31,91	0,00	0,00	-77,25	0,00	0,23	0,00	0,00	0,11
TC-13	1,93	0,00	-31,91	0,00	0,00	-66,25	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00
TC-13	2,41	0,00	-31,91	0,00	0,00	-55,26	0,00	0,23	0,00	0,00	-0,11
TC-13	2,89	0,00	-31,91	0,00	0,00	-44,26	0,00	0,23	0,00	0,00	-0,22
TC-13	3,37	0,00	-31,91	0,00	0,00	-33,26	0,00	0,23	0,00	0,00	-0,34
TC-13	3,85	0,00	-31,91	0,00	0,00	-22,26	0,00	0,23	0,00	0,00	-0,45
TC-14	0,00	0,00	-38,35	0,00	0,00	-132,26	0,00	0,13	0,00	0,00	0,26
TC-14	0,48	0,00	-38,35	0,00	0,00	-118,04	0,00	0,13	0,00	0,00	0,20
TC-14	0,96	0,00	-38,35	0,00	0,00	-103,82	0,00	0,13	0,00	0,00	0,14
TC-14	1,44	0,00	-38,35	0,00	0,00	-89,60	0,00	0,13	0,00	0,00	0,08
TC-14	1,93	0,00	-38,35	0,00	0,00	-75,38	0,00	0,13	0,00	0,00	0,01
TC-14	2,41	0,00	-38,35	0,00	0,00	-61,16	0,00	0,13	0,00	0,00	-0,05
TC-14	2,89	0,00	-38,35	0,00	0,00	-46,93	0,00	0,13	0,00	0,00	-0,11
TC-14	3,37	0,00	-38,35	0,00	0,00	-32,71	0,00	0,13	0,00	0,00	-0,17
TC-14	3,85	0,00	-38,35	0,00	0,00	-18,49	0,00	0,13	0,00	0,00	-0,23

13.2. Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo sui trasversi correnti

ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	COMBINAZIONE SLU - STR.01					COMBINAZIONE SLU - STR.02				
		N _{sd} [kN]	V _{L,sd} [kN]	V _{T,sd} [kN]	M _{T,sd} [kNm]	M _{L,sd} [kNm]	N _{sd} [kN]	V _{L,sd} [kN]	V _{T,sd} [kN]	M _{T,sd} [kNm]	M _{L,sd} [kNm]
TC-1	0,00	0,00	281,75	0,00	0,00	874,93	0,00	-38,70	0,00	0,00	-23,39
TC-1	0,48	0,00	283,45	0,00	0,00	784,12	0,00	-37,00	0,00	0,00	-48,30
TC-1	0,96	0,00	285,14	0,00	0,00	692,49	0,00	-35,31	0,00	0,00	-74,02
TC-1	1,44	0,00	286,84	0,00	0,00	600,05	0,00	-33,61	0,00	0,00	-100,56
TC-1	1,93	0,00	288,53	0,00	0,00	506,79	0,00	-31,91	0,00	0,00	-127,92
TC-1	2,41	0,00	290,23	0,00	0,00	412,71	0,00	-30,22	0,00	0,00	-156,09
TC-1	2,89	0,00	291,93	0,00	0,00	317,82	0,00	-28,52	0,00	0,00	-185,08
TC-1	3,37	0,00	293,62	0,00	0,00	222,11	0,00	-26,83	0,00	0,00	-214,88
TC-1	3,85	0,00	295,32	0,00	0,00	125,59	0,00	-25,13	0,00	0,00	-245,50
TC-2	0,00	0,00	276,03	0,00	0,00	885,03	0,00	-48,93	0,00	0,00	-23,51
TC-2	0,48	0,00	277,73	0,00	0,00	799,58	0,00	-47,23	0,00	0,00	-45,78
TC-2	0,96	0,00	279,42	0,00	0,00	713,31	0,00	-45,54	0,00	0,00	-68,87
TC-2	1,44	0,00	281,12	0,00	0,00	626,23	0,00	-43,84	0,00	0,00	-92,78
TC-2	1,93	0,00	282,82	0,00	0,00	538,34	0,00	-42,14	0,00	0,00	-117,50
TC-2	2,41	0,00	284,51	0,00	0,00	449,62	0,00	-40,45	0,00	0,00	-143,04
TC-2	2,89	0,00	286,21	0,00	0,00	360,09	0,00	-38,75	0,00	0,00	-169,40
TC-2	3,37	0,00	287,91	0,00	0,00	269,75	0,00	-37,05	0,00	0,00	-196,57
TC-2	3,85	0,00	289,60	0,00	0,00	178,59	0,00	-35,36	0,00	0,00	-224,56
TC-3	0,00	0,00	277,72	0,00	0,00	889,62	0,00	-50,36	0,00	0,00	-22,58
TC-3	0,48	0,00	279,41	0,00	0,00	804,70	0,00	-48,67	0,00	0,00	-45,56
TC-3	0,96	0,00	281,11	0,00	0,00	718,96	0,00	-46,97	0,00	0,00	-69,36
TC-3	1,44	0,00	282,80	0,00	0,00	632,41	0,00	-45,27	0,00	0,00	-93,97
TC-3	1,93	0,00	284,50	0,00	0,00	545,04	0,00	-43,58	0,00	0,00	-119,40
TC-3	2,41	0,00	286,20	0,00	0,00	456,85	0,00	-41,88	0,00	0,00	-145,65
TC-3	2,89	0,00	287,89	0,00	0,00	367,85	0,00	-40,19	0,00	0,00	-172,71
TC-3	3,37	0,00	289,59	0,00	0,00	278,03	0,00	-38,49	0,00	0,00	-200,59
TC-3	3,85	0,00	291,28	0,00	0,00	187,40	0,00	-36,80	0,00	0,00	-229,28
TC-4	0,00	0,00	278,20	0,00	0,00	890,58	0,00	-50,30	0,00	0,00	-21,99
TC-4	0,48	0,00	279,89	0,00	0,00	805,61	0,00	-48,60	0,00	0,00	-45,19
TC-4	0,96	0,00	281,59	0,00	0,00	719,82	0,00	-46,91	0,00	0,00	-69,20
TC-4	1,44	0,00	283,28	0,00	0,00	633,22	0,00	-45,21	0,00	0,00	-94,03
TC-4	1,93	0,00	284,98	0,00	0,00	545,79	0,00	-43,51	0,00	0,00	-119,68
TC-4	2,41	0,00	286,68	0,00	0,00	457,56	0,00	-41,82	0,00	0,00	-146,14
TC-4	2,89	0,00	288,37	0,00	0,00	368,50	0,00	-40,12	0,00	0,00	-173,42
TC-4	3,37	0,00	290,07	0,00	0,00	278,63	0,00	-38,43	0,00	0,00	-201,52
TC-4	3,85	0,00	291,77	0,00	0,00	187,95	0,00	-36,73	0,00	0,00	-230,43
TC-5	0,00	0,00	277,71	0,00	0,00	889,62	0,00	-50,36	0,00	0,00	-22,58
TC-5	0,48	0,00	279,41	0,00	0,00	804,70	0,00	-48,67	0,00	0,00	-45,56
TC-5	0,96	0,00	281,11	0,00	0,00	718,96	0,00	-46,97	0,00	0,00	-69,36
TC-5	1,44	0,00	282,80	0,00	0,00	632,41	0,00	-45,27	0,00	0,00	-93,97
TC-5	1,93	0,00	284,50	0,00	0,00	545,04	0,00	-43,58	0,00	0,00	-119,40
TC-5	2,41	0,00	286,19	0,00	0,00	456,85	0,00	-41,88	0,00	0,00	-145,65
TC-5	2,89	0,00	287,89	0,00	0,00	367,85	0,00	-40,18	0,00	0,00	-172,71
TC-5	3,37	0,00	289,59	0,00	0,00	278,03	0,00	-38,49	0,00	0,00	-200,59
TC-5	3,85	0,00	291,28	0,00	0,00	187,40	0,00	-36,79	0,00	0,00	-229,28
TC-6	0,00	0,00	276,03	0,00	0,00	885,03	0,00	-48,93	0,00	0,00	-23,51
TC-6	0,48	0,00	277,73	0,00	0,00	799,58	0,00	-47,23	0,00	0,00	-45,78
TC-6	0,96	0,00	279,42	0,00	0,00	713,31	0,00	-45,54	0,00	0,00	-68,87
TC-6	1,44	0,00	281,12	0,00	0,00	626,23	0,00	-43,84	0,00	0,00	-92,78
TC-6	1,93	0,00	282,82	0,00	0,00	538,34	0,00	-42,14	0,00	0,00	-117,50
TC-6	2,41	0,00	284,51	0,00	0,00	449,62	0,00	-40,45	0,00	0,00	-143,04
TC-6	2,89	0,00	286,21	0,00	0,00	360,09	0,00	-38,75	0,00	0,00	-169,40
TC-6	3,37	0,00	287,91	0,00	0,00	269,75	0,00	-37,05	0,00	0,00	-196,57
TC-6	3,85	0,00	289,60	0,00	0,00	178,59	0,00	-35,36	0,00	0,00	-224,56
TC-7	0,00	0,00	281,75	0,00	0,00	874,94	0,00	-38,70	0,00	0,00	-23,39
TC-7	0,48	0,00	283,45	0,00	0,00	784,13	0,00	-37,00	0,00	0,00	-48,30
TC-7	0,96	0,00	285,14	0,00	0,00	692,50	0,00	-35,30	0,00	0,00	-74,02
TC-7	1,44	0,00	286,84	0,00	0,00	600,05	0,00	-33,61	0,00	0,00	-100,56
TC-7	1,93	0,00	288,53	0,00	0,00	506,79	0,00	-31,91	0,00	0,00	-127,92
TC-7	2,41	0,00	290,23	0,00	0,00	412,72	0,00	-30,22	0,00	0,00	-156,09
TC-7	2,89	0,00	291,93	0,00	0,00	317,82	0,00	-28,52	0,00	0,00	-185,08
TC-7	3,37	0,00	293,62	0,00	0,00	222,12	0,00	-26,82	0,00	0,00	-214,88
TC-7	3,85	0,00	295,32	0,00	0,00	125,59	0,00	-25,13	0,00	0,00	-245,50



Relazione di calcolo

ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	COMBINAZIONE SLU - STR.01					COMBINAZIONE SLU - STR.02				
		N _{sd} [kN]	V _{sd} [kN]	V _{sd} [kN]	M _{T, sd} [kNm]	M _{sd} [kNm]	N _{sd} [kN]	V _{sd} [kN]	V _{sd} [kN]	M _{T, sd} [kNm]	M _{sd} [kNm]
TC-8	0,00	0,00	59,07	0,00	0,00	234,18	0,00	64,36	0,00	0,00	-201,81
TC-8	0,48	0,00	60,77	0,00	0,00	210,91	0,00	-62,66	0,00	0,00	-176,96
TC-8	0,96	0,00	62,46	0,00	0,00	186,82	0,00	-60,97	0,00	0,00	-152,93
TC-8	1,44	0,00	64,16	0,00	0,00	161,91	0,00	-59,27	0,00	0,00	-129,71
TC-8	1,93	0,00	65,85	0,00	0,00	136,18	0,00	-57,58	0,00	0,00	-107,31
TC-8	2,41	0,00	67,55	0,00	0,00	109,64	0,00	-55,88	0,00	0,00	-85,72
TC-8	2,89	0,00	69,24	0,00	0,00	82,29	0,00	-54,19	0,00	0,00	-64,95
TC-8	3,37	0,00	70,94	0,00	0,00	54,12	0,00	-52,49	0,00	0,00	-44,99
TC-8	3,85	0,00	72,64	0,00	0,00	25,13	0,00	-50,79	0,00	0,00	-25,86
TC-9	0,00	0,00	80,24	0,00	0,00	309,57	0,00	-58,64	0,00	0,00	-184,50
TC-9	0,48	0,00	81,94	0,00	0,00	276,65	0,00	-56,94	0,00	0,00	-162,58
TC-9	0,96	0,00	83,63	0,00	0,00	242,91	0,00	-55,25	0,00	0,00	-141,47
TC-9	1,44	0,00	85,33	0,00	0,00	208,35	0,00	-53,55	0,00	0,00	-121,17
TC-9	1,93	0,00	87,02	0,00	0,00	172,98	0,00	-51,86	0,00	0,00	-101,70
TC-9	2,41	0,00	88,72	0,00	0,00	136,79	0,00	-50,16	0,00	0,00	-83,03
TC-9	2,89	0,00	90,42	0,00	0,00	99,78	0,00	-48,46	0,00	0,00	-65,19
TC-9	3,37	0,00	92,11	0,00	0,00	61,96	0,00	-46,77	0,00	0,00	-48,16
TC-9	3,85	0,00	93,81	0,00	0,00	23,32	0,00	-45,07	0,00	0,00	-31,95
TC-10	0,00	0,00	84,54	0,00	0,00	325,15	0,00	-58,66	0,00	0,00	-186,24
TC-10	0,48	0,00	86,23	0,00	0,00	290,29	0,00	-56,97	0,00	0,00	-164,25
TC-10	0,96	0,00	87,93	0,00	0,00	254,62	0,00	-55,27	0,00	0,00	-143,09
TC-10	1,44	0,00	89,63	0,00	0,00	218,12	0,00	-53,58	0,00	0,00	-122,74
TC-10	1,93	0,00	91,32	0,00	0,00	180,81	0,00	-51,88	0,00	0,00	-103,20
TC-10	2,41	0,00	93,02	0,00	0,00	142,69	0,00	-50,19	0,00	0,00	-84,48
TC-10	2,89	0,00	94,71	0,00	0,00	103,74	0,00	-48,49	0,00	0,00	-66,58
TC-10	3,37	0,00	96,41	0,00	0,00	63,99	0,00	-46,79	0,00	0,00	-49,49
TC-10	3,85	0,00	98,10	0,00	0,00	23,41	0,00	-45,10	0,00	0,00	-33,22
TC-11	0,00	0,00	84,45	0,00	0,00	324,88	0,00	-58,55	0,00	0,00	-186,53
TC-11	0,48	0,00	86,14	0,00	0,00	290,03	0,00	-56,86	0,00	0,00	-164,55
TC-11	0,96	0,00	87,84	0,00	0,00	254,37	0,00	-55,16	0,00	0,00	-143,39
TC-11	1,44	0,00	89,53	0,00	0,00	217,89	0,00	-53,46	0,00	0,00	-123,04
TC-11	1,93	0,00	91,23	0,00	0,00	180,59	0,00	-51,77	0,00	0,00	-103,50
TC-11	2,41	0,00	92,93	0,00	0,00	142,48	0,00	-50,07	0,00	0,00	-84,79
TC-11	2,89	0,00	94,62	0,00	0,00	103,55	0,00	-48,38	0,00	0,00	-66,88
TC-11	3,37	0,00	96,32	0,00	0,00	63,81	0,00	-46,68	0,00	0,00	-49,80
TC-11	3,85	0,00	98,01	0,00	0,00	23,24	0,00	-44,98	0,00	0,00	-33,53
TC-12	0,00	0,00	84,54	0,00	0,00	325,15	0,00	-58,66	0,00	0,00	-186,24
TC-12	0,48	0,00	86,23	0,00	0,00	290,29	0,00	-56,97	0,00	0,00	-164,25
TC-12	0,96	0,00	87,93	0,00	0,00	254,61	0,00	-55,27	0,00	0,00	-143,09
TC-12	1,44	0,00	89,62	0,00	0,00	218,12	0,00	-53,58	0,00	0,00	-122,73
TC-12	1,93	0,00	91,32	0,00	0,00	180,81	0,00	-51,88	0,00	0,00	-103,20
TC-12	2,41	0,00	93,02	0,00	0,00	142,68	0,00	-50,18	0,00	0,00	-84,48
TC-12	2,89	0,00	94,71	0,00	0,00	103,74	0,00	-48,49	0,00	0,00	-66,58
TC-12	3,37	0,00	96,41	0,00	0,00	63,98	0,00	-46,79	0,00	0,00	-49,49
TC-12	3,85	0,00	98,10	0,00	0,00	23,41	0,00	-45,10	0,00	0,00	-33,22
TC-13	0,00	0,00	80,24	0,00	0,00	309,57	0,00	-58,64	0,00	0,00	-184,50
TC-13	0,48	0,00	81,94	0,00	0,00	276,65	0,00	-56,94	0,00	0,00	-162,58
TC-13	0,96	0,00	83,63	0,00	0,00	242,90	0,00	-55,25	0,00	0,00	-141,47
TC-13	1,44	0,00	85,33	0,00	0,00	208,35	0,00	-53,55	0,00	0,00	-121,17
TC-13	1,93	0,00	87,02	0,00	0,00	172,97	0,00	-51,86	0,00	0,00	-101,70
TC-13	2,41	0,00	88,72	0,00	0,00	136,78	0,00	-50,16	0,00	0,00	-83,03
TC-13	2,89	0,00	90,42	0,00	0,00	99,77	0,00	-48,46	0,00	0,00	-65,19
TC-13	3,37	0,00	92,11	0,00	0,00	61,95	0,00	-46,77	0,00	0,00	-48,16
TC-13	3,85	0,00	93,81	0,00	0,00	23,31	0,00	-45,07	0,00	0,00	-31,95
TC-14	0,00	0,00	59,07	0,00	0,00	234,18	0,00	-64,36	0,00	0,00	-201,81
TC-14	0,48	0,00	60,77	0,00	0,00	210,91	0,00	-62,66	0,00	0,00	-176,96
TC-14	0,96	0,00	62,46	0,00	0,00	186,82	0,00	-60,97	0,00	0,00	-152,93
TC-14	1,44	0,00	64,16	0,00	0,00	161,91	0,00	-59,27	0,00	0,00	-129,71
TC-14	1,93	0,00	65,85	0,00	0,00	136,18	0,00	-57,58	0,00	0,00	-107,31
TC-14	2,41	0,00	67,55	0,00	0,00	109,64	0,00	-55,88	0,00	0,00	-85,72
TC-14	2,89	0,00	69,24	0,00	0,00	82,29	0,00	-54,19	0,00	0,00	-64,95
TC-14	3,37	0,00	70,94	0,00	0,00	54,12	0,00	-52,49	0,00	0,00	-44,99
TC-14	3,85	0,00	72,64	0,00	0,00	25,13	0,00	-50,79	0,00	0,00	-25,86

13.3. Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche sui trasversi di testata

ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 1 (PESI PROPRI STRUTTURALI)					FASE 2A (CARICHI PERMANENTI PORTATI)					FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MASSIMI)				
		N _k [kN]	V _k [kN]	V _{1,k} [kN]	M _{1,k} [kNm]	M _{2,k} [kNm]	N _k [kN]	V _k [kN]	V _{1,k} [kN]	M _{1,k} [kNm]	M _{2,k} [kNm]	N _k [kN]	V _k [kN]	V _{1,k} [kN]	M _{1,k} [kNm]	M _{2,k} [kNm]
TT-1	0,00	0,00	-5,02	0,00	0,00	0,04	0,00	-4,71	0,00	0,00	-11,50	0,00	269,88	0,00	0,00	765,21
TT-1	0,48	0,00	-3,40	0,00	0,00	2,07	0,00	-4,71	0,00	0,00	-9,23	0,00	269,88	0,00	0,00	673,75
TT-1	0,96	0,00	-1,77	0,00	0,00	3,31	0,00	-4,71	0,00	0,00	-6,97	0,00	269,88	0,00	0,00	582,28
TT-1	1,44	0,00	-0,15	0,00	0,00	3,78	0,00	-4,71	0,00	0,00	-4,70	0,00	269,88	0,00	0,00	490,82
TT-1	1,93	0,00	1,47	0,00	0,00	3,46	0,00	-4,71	0,00	0,00	-2,43	0,00	269,88	0,00	0,00	399,35
TT-1	2,41	0,00	3,09	0,00	0,00	2,36	0,00	-4,71	0,00	0,00	-0,17	0,00	269,88	0,00	0,00	307,89
TT-1	2,89	0,00	4,72	0,00	0,00	0,48	0,00	-4,71	0,00	0,00	2,10	0,00	269,88	0,00	0,00	216,43
TT-1	3,37	0,00	6,34	0,00	0,00	-2,18	0,00	-4,71	0,00	0,00	4,37	0,00	269,88	0,00	0,00	124,96
TT-1	3,85	0,00	7,96	0,00	0,00	-5,62	0,00	-4,71	0,00	0,00	6,63	0,00	269,88	0,00	0,00	33,50
TT-2	0,00	0,00	-5,02	0,00	0,00	0,04	0,00	-4,71	0,00	0,00	-11,50	0,00	269,88	0,00	0,00	765,21
TT-2	0,48	0,00	-3,40	0,00	0,00	2,07	0,00	-4,71	0,00	0,00	-9,23	0,00	269,88	0,00	0,00	673,75
TT-2	0,96	0,00	-1,77	0,00	0,00	3,31	0,00	-4,71	0,00	0,00	-6,97	0,00	269,88	0,00	0,00	582,28
TT-2	1,44	0,00	-0,15	0,00	0,00	3,78	0,00	-4,71	0,00	0,00	-4,70	0,00	269,88	0,00	0,00	490,82
TT-2	1,93	0,00	1,47	0,00	0,00	3,46	0,00	-4,71	0,00	0,00	-2,43	0,00	269,88	0,00	0,00	399,35
TT-2	2,41	0,00	3,09	0,00	0,00	2,36	0,00	-4,71	0,00	0,00	-0,17	0,00	269,88	0,00	0,00	307,89
TT-2	2,89	0,00	4,72	0,00	0,00	0,48	0,00	-4,71	0,00	0,00	2,10	0,00	269,88	0,00	0,00	216,42
TT-2	3,37	0,00	6,34	0,00	0,00	-2,18	0,00	-4,71	0,00	0,00	4,37	0,00	269,88	0,00	0,00	124,96
TT-2	3,85	0,00	7,96	0,00	0,00	-5,62	0,00	-4,71	0,00	0,00	6,63	0,00	269,88	0,00	0,00	33,50
TT-3	0,00	0,00	-7,96	0,00	0,00	-5,62	0,00	-2,77	0,00	0,00	-4,16	0,00	25,72	0,00	0,00	92,43
TT-3	0,48	0,00	-6,34	0,00	0,00	-2,18	0,00	-2,77	0,00	0,00	-2,82	0,00	25,72	0,00	0,00	89,17
TT-3	0,96	0,00	-4,72	0,00	0,00	0,48	0,00	-2,77	0,00	0,00	-1,49	0,00	25,72	0,00	0,00	85,91
TT-3	1,44	0,00	-3,09	0,00	0,00	2,36	0,00	-2,77	0,00	0,00	-0,16	0,00	25,72	0,00	0,00	82,64
TT-3	1,93	0,00	-1,47	0,00	0,00	3,46	0,00	-2,77	0,00	0,00	1,18	0,00	25,72	0,00	0,00	79,38
TT-3	2,41	0,00	0,15	0,00	0,00	3,78	0,00	-2,77	0,00	0,00	2,51	0,00	25,72	0,00	0,00	76,12
TT-3	2,89	0,00	1,77	0,00	0,00	3,31	0,00	-2,77	0,00	0,00	3,84	0,00	25,72	0,00	0,00	72,86
TT-3	3,37	0,00	3,40	0,00	0,00	2,07	0,00	-2,77	0,00	0,00	5,17	0,00	25,72	0,00	0,00	69,60
TT-3	3,85	0,00	5,02	0,00	0,00	0,04	0,00	-2,77	0,00	0,00	6,51	0,00	25,72	0,00	0,00	66,33
TT-4	0,00	0,00	-7,96	0,00	0,00	-5,62	0,00	-2,77	0,00	0,00	-4,16	0,00	25,72	0,00	0,00	92,43
TT-4	0,48	0,00	-6,34	0,00	0,00	-2,18	0,00	-2,77	0,00	0,00	-2,82	0,00	25,72	0,00	0,00	89,17
TT-4	0,96	0,00	-4,72	0,00	0,00	0,48	0,00	-2,77	0,00	0,00	-1,49	0,00	25,72	0,00	0,00	85,91
TT-4	1,44	0,00	-3,09	0,00	0,00	2,36	0,00	-2,77	0,00	0,00	-0,16	0,00	25,72	0,00	0,00	82,64
TT-4	1,93	0,00	-1,47	0,00	0,00	3,46	0,00	-2,77	0,00	0,00	1,18	0,00	25,72	0,00	0,00	79,38
TT-4	2,41	0,00	0,15	0,00	0,00	3,78	0,00	-2,77	0,00	0,00	2,51	0,00	25,72	0,00	0,00	76,12
TT-4	2,89	0,00	1,77	0,00	0,00	3,31	0,00	-2,77	0,00	0,00	3,84	0,00	25,72	0,00	0,00	72,86
TT-4	3,37	0,00	3,40	0,00	0,00	2,07	0,00	-2,77	0,00	0,00	5,17	0,00	25,72	0,00	0,00	69,60
TT-4	3,85	0,00	5,02	0,00	0,00	0,04	0,00	-2,77	0,00	0,00	6,51	0,00	25,72	0,00	0,00	66,33

ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MINIMI)					FASE 3 (AZIONE DEL VENTO)				
		N _k [kN]	V _k [kN]	V _{1,k} [kN]	M _{1,k} [kNm]	M _{2,k} [kNm]	N _k [kN]	V _k [kN]	V _{1,k} [kN]	M _{1,k} [kNm]	M _{2,k} [kNm]
TT-1	0,00	0,00	-23,27	0,00	0,00	-57,26	0,00	-1,26	0,00	0,00	-3,00
TT-1	0,48	0,00	-23,27	0,00	0,00	-85,53	0,00	-1,26	0,00	0,00	-2,39
TT-1	0,96	0,00	-23,27	0,00	0,00	-113,79	0,00	-1,26	0,00	0,00	-1,79
TT-1	1,44	0,00	-23,27	0,00	0,00	-142,06	0,00	-1,26	0,00	0,00	-1,18
TT-1	1,93	0,00	-23,27	0,00	0,00	-170,32	0,00	-1,26	0,00	0,00	-0,58
TT-1	2,41	0,00	-23,27	0,00	0,00	-198,59	0,00	-1,26	0,00	0,00	0,02
TT-1	2,89	0,00	-23,27	0,00	0,00	-226,86	0,00	-1,26	0,00	0,00	0,63
TT-1	3,37	0,00	-23,27	0,00	0,00	-255,12	0,00	-1,26	0,00	0,00	1,23
TT-1	3,85	0,00	-23,27	0,00	0,00	-283,39	0,00	-1,26	0,00	0,00	1,84
TT-2	0,00	0,00	-23,27	0,00	0,00	-57,26	0,00	-1,26	0,00	0,00	-3,00
TT-2	0,48	0,00	-23,27	0,00	0,00	-85,53	0,00	-1,26	0,00	0,00	-2,39
TT-2	0,96	0,00	-23,27	0,00	0,00	-113,79	0,00	-1,26	0,00	0,00	-1,79
TT-2	1,44	0,00	-23,27	0,00	0,00	-142,06	0,00	-1,26	0,00	0,00	-1,18
TT-2	1,93	0,00	-23,27	0,00	0,00	-170,32	0,00	-1,26	0,00	0,00	-0,58
TT-2	2,41	0,00	-23,27	0,00	0,00	-198,59	0,00	-1,26	0,00	0,00	0,02
TT-2	2,89	0,00	-23,27	0,00	0,00	-226,86	0,00	-1,26	0,00	0,00	0,63
TT-2	3,37	0,00	-23,27	0,00	0,00	-255,12	0,00	-1,26	0,00	0,00	1,23
TT-2	3,85	0,00	-23,27	0,00	0,00	-283,39	0,00	-1,26	0,00	0,00	1,84
TT-3	0,00	0,00	-64,68	0,00	0,00	-204,76	0,00	-1,04	0,00	0,00	-1,56
TT-3	0,48	0,00	-64,68	0,00	0,00	-180,15	0,00	-1,04	0,00	0,00	-1,06
TT-3	0,96	0,00	-64,68	0,00	0,00	-155,53	0,00	-1,04	0,00	0,00	-0,56
TT-3	1,44	0,00	-64,68	0,00	0,00	-130,92	0,00	-1,04	0,00	0,00	-0,06
TT-3	1,93	0,00	-64,68	0,00	0,00	-106,30	0,00	-1,04	0,00	0,00	0,44
TT-3	2,41	0,00	-64,68	0,00	0,00	-81,69	0,00	-1,04	0,00	0,00	0,94
TT-3	2,89	0,00	-64,68	0,00	0,00	-57,07	0,00	-1,04	0,00	0,00	1,44
TT-3	3,37	0,00	-64,68	0,00	0,00	-32,45	0,00	-1,04	0,00	0,00	1,93
TT-3	3,85	0,00	-64,68	0,00	0,00	-7,84	0,00	-1,04	0,00	0,00	2,43
TT-4	0,00	0,00	-64,68	0,00	0,00	-204,76	0,00	-1,04	0,00	0,00	-1,56
TT-4	0,48	0,00	-64,68	0,00	0,00	-180,15	0,00	-1,04	0,00	0,00	-1,06
TT-4	0,96	0,00	-64,68	0,00	0,00	-155,53	0,00	-1,04	0,00	0,00	-0,56
TT-4	1,44	0,00	-64,68	0,00	0,00	-130,92	0,00	-1,04	0,00	0,00	-0,06
TT-4	1,93	0,00	-64,68	0,00	0,00	-106,30	0,00	-1,04	0,00	0,00	0,44
TT-4	2,41	0,00	-64,68	0,00	0,00	-81,69	0,00	-1,04	0,00	0,00	0,94
TT-4	2,89	0,00	-64,68	0,00	0,00	-57,07	0,00	-1,04	0,00	0,00	1,44
TT-4	3,37	0,00	-64,68	0,00	0,00	-32,45	0,00	-1,04	0,00	0,00	1,93
TT-4	3,85	0,00	-64,68	0,00	0,00	-7,84	0,00	-1,04	0,00	0,00	2,43

13.4. Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo sui trasversi di testata

ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	COMBINAZIONE SLU - STR.01					COMBINAZIONE SLU - STR.02				
		N _{sd} [kN]	V _{L,sd} [kN]	V _{T,sd} [kN]	M _{T,sd} [kNm]	M _{L,sd} [kNm]	N _{sd} [kN]	V _{L,sd} [kN]	V _{T,sd} [kN]	M _{T,sd} [kNm]	M _{L,sd} [kNm]
TT-1	0,00	0,00	349,37	0,00	0,00	1.013,15	0,00	-46,39	0,00	0,00	-97,19
TT-1	0,48	0,00	351,56	0,00	0,00	896,35	0,00	-44,19	0,00	0,00	-128,67
TT-1	0,96	0,00	353,75	0,00	0,00	778,50	0,00	-42,01	0,00	0,00	-161,21
TT-1	1,44	0,00	355,94	0,00	0,00	659,59	0,00	-39,82	0,00	0,00	-194,80
TT-1	1,93	0,00	358,13	0,00	0,00	539,63	0,00	-37,62	0,00	0,00	-229,44
TT-1	2,41	0,00	360,32	0,00	0,00	418,61	0,00	-35,43	0,00	0,00	-265,14
TT-1	2,89	0,00	362,51	0,00	0,00	296,54	0,00	-33,25	0,00	0,00	-301,89
TT-1	3,37	0,00	364,70	0,00	0,00	173,42	0,00	-31,06	0,00	0,00	-339,70
TT-1	3,85	0,00	366,89	0,00	0,00	49,24	0,00	-28,86	0,00	0,00	-378,56
TT-2	0,00	0,00	349,37	0,00	0,00	1.013,15	0,00	-46,39	0,00	0,00	-97,19
TT-2	0,48	0,00	351,56	0,00	0,00	896,35	0,00	-44,19	0,00	0,00	-128,67
TT-2	0,96	0,00	353,75	0,00	0,00	778,49	0,00	-42,01	0,00	0,00	-161,21
TT-2	1,44	0,00	355,94	0,00	0,00	659,59	0,00	-39,82	0,00	0,00	-194,80
TT-2	1,93	0,00	358,13	0,00	0,00	539,63	0,00	-37,62	0,00	0,00	-229,44
TT-2	2,41	0,00	360,32	0,00	0,00	418,61	0,00	-35,43	0,00	0,00	-265,14
TT-2	2,89	0,00	362,51	0,00	0,00	296,54	0,00	-33,25	0,00	0,00	-301,89
TT-2	3,37	0,00	364,70	0,00	0,00	173,42	0,00	-31,06	0,00	0,00	-339,70
TT-2	3,85	0,00	366,89	0,00	0,00	49,24	0,00	-28,86	0,00	0,00	-378,56
TT-3	0,00	0,00	18,89	0,00	0,00	109,56	0,00	-103,15	0,00	0,00	-291,65
TT-3	0,48	0,00	21,08	0,00	0,00	112,25	0,00	-100,96	0,00	0,00	-251,33
TT-3	0,96	0,00	23,27	0,00	0,00	113,88	0,00	-98,77	0,00	0,00	-212,06
TT-3	1,44	0,00	25,46	0,00	0,00	114,47	0,00	-96,58	0,00	0,00	-173,84
TT-3	1,93	0,00	27,65	0,00	0,00	113,99	0,00	-94,39	0,00	0,00	-136,68
TT-3	2,41	0,00	29,84	0,00	0,00	112,47	0,00	-92,20	0,00	0,00	-100,57
TT-3	2,89	0,00	32,03	0,00	0,00	109,88	0,00	-90,01	0,00	0,00	-65,52
TT-3	3,37	0,00	34,22	0,00	0,00	106,25	0,00	-87,82	0,00	0,00	-31,52
TT-3	3,85	0,00	36,41	0,00	0,00	101,56	0,00	-85,63	0,00	0,00	1,43
TT-4	0,00	0,00	18,89	0,00	0,00	109,56	0,00	-103,15	0,00	0,00	-291,65
TT-4	0,48	0,00	21,08	0,00	0,00	112,25	0,00	-100,96	0,00	0,00	-251,33
TT-4	0,96	0,00	23,27	0,00	0,00	113,88	0,00	-98,77	0,00	0,00	-212,06
TT-4	1,44	0,00	25,46	0,00	0,00	114,47	0,00	-96,58	0,00	0,00	-173,84
TT-4	1,93	0,00	27,65	0,00	0,00	113,99	0,00	-94,39	0,00	0,00	-136,68
TT-4	2,41	0,00	29,84	0,00	0,00	112,47	0,00	-92,20	0,00	0,00	-100,57
TT-4	2,89	0,00	32,03	0,00	0,00	109,88	0,00	-90,01	0,00	0,00	-65,52
TT-4	3,37	0,00	34,22	0,00	0,00	106,25	0,00	-87,82	0,00	0,00	-31,52
TT-4	3,85	0,00	36,41	0,00	0,00	101,56	0,00	-85,63	0,00	0,00	1,43

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

ALTA SORVEGLIANZA



A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC

Relazione di calcolo

Foglio

120 di 273

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 121 di 273

13.5. Verifica strutturale dei trasversi correnti

Nella tabella successiva è riportata la verifica di resistenza del trasverso:

VERIFICA STRUTTURALE DEL TRASVERSO FLESSIONALE

Altezza totale del trasverso flessionale:	800,00	mm
Larghezza della piattabanda superiore:	300,00	mm
Spessore della piattabanda superiore:	20,00	mm
Altezza dell'anima:	760,00	mm
Spessore dell'anima:	16,00	mm
Larghezza della piattabanda inferiore:	300,00	mm
Spessore della piattabanda inferiore:	20,00	mm
Area della sezione del trasverso flessionale:	24.160,00	mm ²
Momento statico della sezione rispetto al lembo inferiore del trasverso:	9,664E+06	mm ³
Baricentro della sezione rispetto al lembo inferiore del trasverso:	400,00	mm
Momento di inerzia della sezione rispetto al baricentro del trasverso:	2,411E+09	mm ⁴
Modulo di resistenza del lembo superiore:	6,027E+06	mm ³
Modulo di resistenza del lembo inferiore:	-6,027E+06	mm ³
Area resistente a taglio:	12.800,00	mm ²

Tipologia di acciaio:	S355	
Resistenza di calcolo a compressione/trazione:	338,10	N/mm ²
Resistenza di calcolo a taglio:	195,20	N/mm ²
Momento flettente di calcolo:	890,58	kNm
Azione tagliante di calcolo:	295,32	kN
Tensione normale massima agente al lembo superiore del trasverso:	147,76	N/mm ²

VERIFICA POSITIVA

Tensione normale massima agente al lembo inferiore del trasverso:	-147,76	N/mm ²
---	---------	-------------------

VERIFICA POSITIVA

Tensione tangenziale massima sul trasverso:	23,07	N/mm ²
---	-------	-------------------

VERIFICA POSITIVA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 122 di 273

13.6. Verifica strutturale del trasverso di testata

Nella tabella successiva è riportata la verifica di resistenza del trasverso:

VERIFICA STRUTTURALE DEL TRASVERSO FLESSIONALE

Altezza totale del trasverso flessionale:	1.000,00	mm
Larghezza della piattabanda superiore:	300,00	mm
Spessore della piattabanda superiore:	20,00	mm
Altezza dell'anima:	960,00	mm
Spessore dell'anima:	20,00	mm
Larghezza della piattabanda inferiore:	300,00	mm
Spessore della piattabanda inferiore:	20,00	mm
Area della sezione del trasverso flessionale:	31.200,00	mm ²
Momento statico della sezione rispetto al lembo inferiore del trasverso:	1,560E+07	mm ³
Baricentro della sezione rispetto al lembo inferiore del trasverso:	500,00	mm
Momento di inerzia della sezione rispetto al baricentro del trasverso:	4,356E+09	mm ⁴
Modulo di resistenza del lembo superiore:	8,712E+06	mm ³
Modulo di resistenza del lembo inferiore:	-8,712E+06	mm ³
Area resistente a taglio:	20.000,00	mm ²

Tipologia di acciaio:

S355

Resistenza di calcolo a compressione/trazione:	338,10	N/mm ²
Resistenza di calcolo a taglio:	195,20	N/mm ²
Momento flettente di calcolo:	1.013,15	kNm
Azione tagliante di calcolo:	366,90	kN
Tensione normale massima agente al lembo superiore del trasverso:	116,29	N/mm ²

VERIFICA POSITIVA

Tensione normale massima agente al lembo inferiore del trasverso:	-116,29	N/mm ²
---	---------	-------------------

VERIFICA POSITIVA

Tensione tangenziale massima sul trasverso:	18,34	N/mm ²
---	-------	-------------------

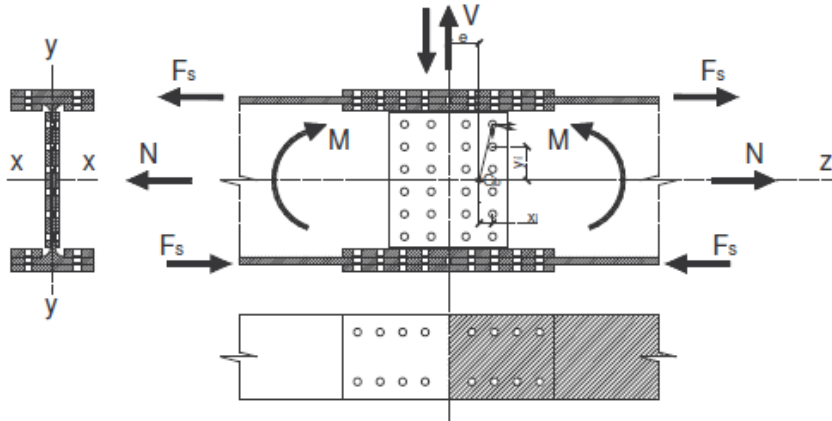
VERIFICA POSITIVA

14. IMPALCATO – VERIFICHE STRUTTURALI DEI GIUNTI BULLONATI

14.1. Travi principali

Il giunto verrà dimensionato in relazione alle tensioni massime agenti sulla sezione trasversale del **concio 01** della trave T1:

COLLEGAMENTO BULLONATO AD ATTRITO CON RIPRISTINO DELLA CONTINUITA'



CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

ACCIAIO DA CARPENTERIA

Tipologia dell'acciaio da carpenteria:

S355

Tensione caratteristica di rottura (N/mm ²):	510,00	Resistenza di calcolo a taglio (N/mm ²):	204,96
Tensione caratteristica di snervamento (N/mm ²):	355,00	Modulo elastico (N/mm ²):	206.000,00
Resistenza di calcolo (N/mm ²):	338,10		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE LORDA DELLA TRAVE METALLICA

Altezza complessiva della trave (mm):	2.000,00	Spessore impiattamento inferiore (mm):	0,00
Larghezza impiattamento superiore (mm):	0,00	Area della sezione metallica (mm ²):	95.640,00
Spessore impiattamento superiore (mm):	0,00	Momento statico della sez. metallica (mm ³):	8.130E+07
Larghezza della piattabanda superiore (mm):	750,00	Baricentro della sez. metallica (mm ²):	850,04
Spessore della piattabanda superiore (mm):	28,00	Momento di inerzia della sez. metallica (mm ⁴):	6.487E+10
Altezza dell'anima (mm):	1.932,00	Costante torsionale della sez. metallica (mm ⁴):	2.984E+07
Spessore dell'anima (mm):	20,00	Modulo di resistenza superiore (mm ³):	5.641E+07
Larghezza della piattabanda inferiore (mm):	900,00	Modulo di resistenza inferiore (mm ³):	-7.631E+07
Spessore della piattabanda inferiore (mm):	40,00	Area resistente a taglio (mm ²):	40.000,00
Larghezza impiattamento inferiore (mm):	0,00		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE NETTA DELLA TRAVE METALLICA

Diametro dei bulloni dell'ala superiore (mm)	27,00	Area della sezione metallica netta (mm ²)	74.968,00
Diametro del foro dei bulloni dell'ala superiore (mm)	29,00	Baricentro della sezione metallica netta (mm)	835,59
Numero colonne di bulloni dell'ala superiore	8	Momento statico della sezione metallica netta (mm ³)	6.264E+07
Numero di file di bulloni dell'ala superiore	6	Momento di inerzia della sezione metallica netta (mm ⁴)	5.146E+10
Diametro dei bulloni dell'ala inferiore (mm)	27,00	Area della sezione netta della piattabanda superiore (mm ²)	16.128,00
Diametro del foro dei bulloni dell'ala inferiore (mm)	29,00	Area della sezione netta della piattabanda inferiore (mm ²)	29.040,00
Numero colonne di bulloni dell'ala inferiore	14	Area di taglio della sezione netta (mm ²)	31.160,00
Numero di file di bulloni dell'ala inferiore	6	Modulo di resistenza superiore della sezione netta (mm ³)	4.420E+07
Diametro dei bulloni dell'anima (mm)	24,00	Modulo di resistenza inferiore della sezione netta (mm ³)	-6.159E+07
Diametro del foro dei bulloni dell'anima (mm)	26,00		
Numero colonne di bulloni dell'anima	2		
Numero di file di bulloni dell'anima	17		

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 124 di 273

TENSIONI DI CALCOLO AGENTI SUGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA TRAVE

Tensione normale massima sulla sezione lorda della piattabanda superiore (N/mm ²):	251,56
Tensione normale massima sulla sezione lorda della piattabanda inferiore (N/mm ²):	-273,89
Tensione tangenziale massima agente sulla sezione lorda dell'anima (N/mm ²):	-30,30
Tensione normale massima sulla sezione netta della piattabanda superiore (N/mm ²):	327,55
Tensione normale massima sulla sezione netta della piattabanda inferiore (N/mm ²):	-337,53
Tensione tangenziale massima agente sulla sezione netta dell'anima (N/mm ²):	17,40

ALA SUPERIORE DELLA TRAVE
AZIONI SULL'ALA SUPERIORE

Azione normale di pertinenza dell'ala superiore (kN):	5.282,76
---	----------

COPRIGIUNTI DELL'ALA SUPERIORE

Larghezza del coprigiunto superiore (mm):	900,00	Distanza dal baricentro dell'ala superiore (mm):	1.164,41
Spessore del coprigiunto superiore (mm):	20,00	Diametro dei fori (mm):	29,00
Larghezza dei coprigiunti inferiori (mm):	440,00	Numero di fori per colonna:	6
Spessore dei coprigiunti inferiori (mm):	20,00	Area utile dell'ala superiore (mm ²):	16.128,00
Tensione sulla sezione netta dell'ala sup. (N/mm ²):	327,55		VERIFICA POSITIVA
Area minima della sezione dei coprigiunti (mm ²):	15.625,06		VERIFICA POSITIVA
Spessore minimo dei coprigiunti (mm):	10,91		VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE DIMENSIONALI DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA SUPERIORE

Diametro dei bulloni d (mm):	27,00		VERIFICA POSITIVA
Passo longitudinale p (mm):	81,00		VERIFICA POSITIVA
Passo trasversale p (mm):	112,00		VERIFICA POSITIVA
Distanza dal margine in direz. longitudinale a (mm):	55,00		VERIFICA POSITIVA
Distanza dal margine in direz. trasversale a ₁ (mm):	50,00		VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

Coefficiente α minimo	2,04		
Azione di rifollamento sul singolo coprigiunto (kN):	55,03		
Resist. di calcolo a rifollamento del coprigiunto (kN):	371,90		VERIFICA POSITIVA
Azione di rifollamento sull'ala (kN):	110,06		
Resist. di calcolo a rifollamento dell'ala (kN):	520,67		VERIFICA POSITIVA

BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA SUPERIORE

Classe dei bulloni:	10.9	Coppia di serraggio T _s (Nm):	1.388,00
Diametro dei bulloni (mm):	27,00	Forza normale indotta dalla coppia di serraggio N _s (kN):	257,00
Resistenza a rottura del bullone (N/mm ²):	1.000,00	Numero delle superfici di attrito:	2,00
Coefficiente di riduzione nei confronti dello slittamento γ _f	1,25	Forza trasmissibile per attrito dal singolo bullone (kN):	123,36
Coefficiente di attrito:	0,30	Forza trasmissibile per taglio dal singolo bullone (kN):	454,41
Area resistente (mm ²):	459,00		

VERIFICA DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA SUPERIORE

Numero di colonne di bulloni sull'ala:	8		
Numero di file di bulloni sull'ala:	6		
Numero totale di bulloni sulla singola ala:	48,00		
Azione massima di scorrim. trasmissibile dalla bullonatura (kN):	5.921,28		VERIFICA POSITIVA
Azione di taglio sul singolo bullone (kN):	55,03		VERIFICA POSITIVA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 125 di 273

ALA INFERIORE DELLA TRAVE

AZIONI SULL'ALA INFERIORE

Azione normale di pertinenza dell'ala inferiore (kN): 9.860,04

COPRIGIUNTI DELL'ALA INFERIORE

Larghezza del coprigiunto inferiore (mm):	900,00	Distanza dal baricentro dell'ala inferiore (mm):	835,59
Spessore del coprigiunto inferiore (mm):	22,00	Diametro dei fori (mm):	29,00
Larghezza dei coprigiunti superiori (mm):	440,00	Numero di fori per colonna:	6
Spessore dei coprigiunti superiori (mm):	22,00	Area utile dell'ala inferiore (mm ²):	29.040,00
Tensione sulla sezione netta dell'ala sup. (N/mm ²):	337,53	VERIFICA POSITIVA	
Area minima della sezione dei coprigiunti (mm ²):	29.163,50	VERIFICA POSITIVA	
Spessore minimo dei coprigiunti (mm):	20,37	VERIFICA POSITIVA	

VERIFICHE DIMENSIONALI DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA INFERIORE

Diametro dei bulloni d (mm):	27,00	VERIFICA POSITIVA	
Passo longitudinale p (mm):	81,00	VERIFICA POSITIVA	
Passo trasversale p (mm):	142,00	VERIFICA POSITIVA	
Distanza dal margine in direz. longitudinale a (mm):	55,00	VERIFICA POSITIVA	
Distanza dal margine in direz. trasversale a ₁ (mm):	50,00	VERIFICA POSITIVA	

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

Coefficiente α minimo	2,04		
Azione di rifollamento sul singolo coprigiunto (kN):	58,69		
Resist. di calcolo a rifollamento del coprigiunto (kN):	409,10	VERIFICA POSITIVA	
Azione di rifollamento sull'ala (kN):	117,38		
Resist. di calcolo a rifollamento dell'ala (kN):	743,81	VERIFICA POSITIVA	

BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA INFERIORE

Classe dei bulloni:	10.9	Coppia di serraggio T _s (Nm):	1.388,00
Diametro dei bulloni (mm):	27,00	Forza normale indotta dalla coppia di serraggio N _s (kN):	257,00
Resistenza a rottura del bullone (N/mm ²):	1.000,00	Numero delle superfici di attrito:	2,00
Coefficiente di riduzione nei confronti dello slittamento γ _f :	1,25	Forza trasmissibile per attrito dal singolo bullone (kN):	123,36
Coefficiente di attrito:	0,30	Forza trasmissibile per taglio dal singolo bullone (kN):	454,41
Area resistente (mm ²):	459,00		

VERIFICA DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA INFERIORE

Numero di colonne di bulloni sull'ala:	14		
Numero di file di bulloni sull'ala:	6		
Numero totale di bulloni sulla singola ala:	84,00		
Azione massima di scorrim. trasmissibile dalla bullonatura (kN):	10.362,24	VERIFICA POSITIVA	
Azione di taglio sul singolo bullone (kN):	58,69	VERIFICA POSITIVA	

ANIMA DELLA TRAVE

AZIONI SULL'ANIMA

Azione tagliante sull'anima (kN): 542,18

COPRIGIUNTI DELL'ANIMA

Altezza dei coprigiunti (mm):	2.135,00	Diametro dei fori (mm):	26,00
Spessore dei coprigiunti (mm):	20,00	Numero di fori per colonna:	17,00
Area utile dell'anima (mm ²):	31.160,00		
Tensione tang. sulla sezione netta dell'anima (N/mm ²):	17,40	VERIFICA POSITIVA	
Area minima della sezione dei coprigiunti (mm ²):	2.777,59	VERIFICA POSITIVA	
Spessore minimo dei coprigiunti (mm):	0,82	VERIFICA POSITIVA	

VERIFICHE DIMENSIONALI DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ANIMA

Diametro dei fori d_0 (mm):	26,00
Passo longitudinale p (mm):	100,00
Passo trasversale p (mm):	75,00
Distanza dal margine in direz. longitudinale a (mm):	50,00
Distanza dal margine in direz. trasversale a_1 (mm):	50,00

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

Coefficiente α minimo	2,08
Azione di rifollamento sul singolo coprigiunto (kN):	7,97
Resist. di calcolo a rifollamento del coprigiunto (kN):	338,10
Azione di rifollamento sull'anima (kN):	15,95
Resist. di calcolo a rifollamento dell'anima (kN):	338,10

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA POSITIVA

BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ANIMA

Classe dei bulloni:	10.9	Coppia di serraggio T_s (Nm):	949,00
Diametro dei bulloni (mm):	24,00	Forza normale indotta dalla coppia di serraggio N_s (kN):	198,00
Resistenza a rottura del bullone (N/mm^2):	1.000,00	Numero delle superfici di attrito:	2,00
Coefficiente di riduzione nei confronti dello slittamento γ_f	1,25	Forza trasmissibile per attrito dal singolo bullone (kN):	95,04
Coefficiente di attrito:	0,30	Forza trasmissibile per taglio dal singolo bullone (kN):	349,47
Area resistente (mm^2):	353,00		

VERIFICA DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ANIMA

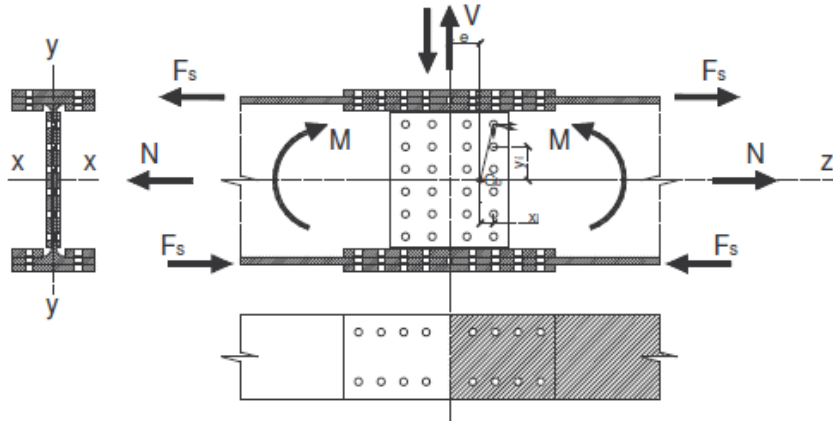
Numero di colonne di bulloni sull'anima:	2,00
Numero di file di bulloni sull'anima:	17,00
Numero totale di bulloni sulla singola anima:	34,00
Azione massima di scorrim. trasmissibile dalla bullonatura (kN):	3.231,36
Azione di taglio sul singolo bullone (kN):	7,97

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA POSITIVA

14.2. Trasversi correnti

COLLEGAMENTO BULLONATO AD ATTRITO CON RIPRISTINO DELLA CONTINUITA'



CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

ACCIAIO DA CARPENTERIA

Tipologia dell'acciaio da carpenteria:

S355

Tensione caratteristica di rottura (N/mm^2):	510,00	Resistenza di calcolo a taglio (N/mm^2):	204,96
Tensione caratteristica di snervamento (N/mm^2):	355,00	Modulo elastico (N/mm^2):	206.000,00
Resistenza di calcolo (N/mm^2):	338,10		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE LORDA DELLA TRAVE METALLICA

Altezza complessiva della trave (mm):	1.000,00	Spessore impiattamento inferiore (mm):	0,00
Larghezza impiattamento superiore (mm):	0,00	Area della sezione metallica (mm^2):	31.200,00
Spessore impiattamento superiore (mm):	0,00	Momento statico della sez. metallica (mm^3):	1,560E+07
Larghezza della piattabanda superiore (mm):	300,00	Baricentro della sez. metallica (mm^2):	500,00
Spessore della piattabanda superiore (mm):	20,00	Momento di inerzia della sez. metallica (mm^4):	4,356E+09
Altezza dell'anima (mm):	960,00	Costante torsionale della sez. metallica (mm^4):	4,160E+06
Spessore dell'anima (mm):	20,00	Modulo di resistenza superiore (mm^3):	8,712E+06
Larghezza della piattabanda inferiore (mm):	300,00	Modulo di resistenza inferiore (mm^3):	-8,712E+06
Spessore della piattabanda inferiore (mm):	20,00	Area resistente a taglio (mm^2):	20.000,00
Larghezza impiattamento inferiore (mm):	0,00		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE NETTA DELLA TRAVE METALLICA

Diametro dei bulloni dell'ala superiore (mm)	24,00	Area della sezione metallica netta (mm^2):	24.960,00
Diametro del foro dei bulloni dell'ala superiore (mm)	26,00	Baricentro della sezione metallica netta (mm)	500,00
Numero colonne di bulloni dell'ala superiore	4	Momento statico della sezione metallica netta (mm^3):	1,248E+07
Numero di file di bulloni dell'ala superiore	2	Momento di inerzia della sezione metallica netta (mm^4):	3,743E+09
Diametro dei bulloni dell'ala inferiore (mm)	24,00	Area della sezione netta della piattabanda superiore (mm^2):	4.960,00
Diametro del foro dei bulloni dell'ala inferiore (mm)	26,00	Area della sezione netta della piattabanda inferiore (mm^2):	4.960,00
Numero colonne di bulloni dell'ala inferiore	4	Area di taglio della sezione netta (mm^2):	15.840,00
Numero di file di bulloni dell'ala inferiore	2	Modulo di resistenza superiore della sezione netta (mm^3):	7,487E+06
Diametro dei bulloni dell'anima (mm)	24,00	Modulo di resistenza inferiore della sezione netta (mm^3):	-7,487E+06
Diametro del foro dei bulloni dell'anima (mm)	26,00		
Numero colonne di bulloni dell'anima	1		
Numero di file di bulloni dell'anima	8		

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 128 di 273

TENSIONI DI CALCOLO AGENTI SUGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA TRAVE

Tensione normale massima sulla sezione lorda della piattabanda superiore (N/mm ²):	116,29
Tensione normale massima sulla sezione lorda della piattabanda inferiore (N/mm ²):	-116,29
Tensione tangenziale massima agente sulla sezione lorda dell'anima (N/mm ²):	18,34
Tensione normale massima sulla sezione netta della piattabanda superiore (N/mm ²):	140,67
Tensione normale massima sulla sezione netta della piattabanda inferiore (N/mm ²):	-140,67
Tensione tangenziale massima agente sulla sezione netta dell'anima (N/mm ²):	17,40

ALA SUPERIORE DELLA TRAVE
AZIONI SULL'ALA SUPERIORE

Azione normale di pertinenza dell'ala superiore (kN):	697,74
---	--------

COPRIGIUNTI DELL'ALA SUPERIORE

Larghezza del coprigiunto superiore (mm):	900,00	Distanza dal baricentro dell'ala superiore (mm):	500,00
Spessore del coprigiunto superiore (mm):	20,00	Diametro dei fori (mm):	26,00
Larghezza dei coprigiunti inferiori (mm):	440,00	Numero di fori per colonna:	2
Spessore dei coprigiunti inferiori (mm):	20,00	Area utile dell'ala superiore (mm ²):	4.960,00
Tensione sulla sezione netta dell'ala sup. (N/mm ²):	140,67		VERIFICA POSITIVA
Area minima della sezione dei coprigiunti (mm ²):	2.063,74		VERIFICA POSITIVA
Spessore minimo dei coprigiunti (mm):	1,23		VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE DIMENSIONALI DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA SUPERIORE

Diametro dei bulloni d (mm):	24,00		VERIFICA POSITIVA
Passo longitudinale p (mm):	75,00		VERIFICA POSITIVA
Passo trasversale p (mm):	190,00		VERIFICA POSITIVA
Distanza dal margine in direz. longitudinale a (mm):	55,00		VERIFICA POSITIVA
Distanza dal margine in direz. trasversale a ₁ (mm):	50,00		VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

Coefficiente α minimo	2,29		
Azione di rifollamento sul singolo coprigiunto (kN):	43,61		
Resist. di calcolo a rifollamento del coprigiunto (kN):	371,90		VERIFICA POSITIVA
Azione di rifollamento sull'ala (kN):	87,22		
Resist. di calcolo a rifollamento dell'ala (kN):	371,90		VERIFICA POSITIVA

BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA SUPERIORE

Classe dei bulloni:	10.9	Coppia di serraggio T _s (Nm):	949,00
Diametro dei bulloni (mm):	24,00	Forza normale indotta dalla coppia di serraggio N _s (kN):	198,00
Resistenza a rottura del bullone (N/mm ²):	1.000,00	Numero delle superfici di attrito:	2,00
Coefficiente di riduzione nei confronti dello slittamento γ _f	1,25	Forza trasmissibile per attrito dal singolo bullone (kN):	95,04
Coefficiente di attrito:	0,30	Forza trasmissibile per taglio dal singolo bullone (kN):	349,47
Area resistente (mm ²):	353,00		

VERIFICA DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA SUPERIORE

Numero di colonne di bulloni sull'ala:	4		
Numero di file di bulloni sull'ala:	2		
Numero totale di bulloni sulla singola ala:	8,00		
Azione massima di scorrim. trasmissibile dalla bullonatura (kN):	760,32		VERIFICA POSITIVA
Azione di taglio sul singolo bullone (kN):	43,61		VERIFICA POSITIVA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 129 di 273

ALA INFERIORE DELLA TRAVE

AZIONI SULL'ALA INFERIORE

Azione normale di pertinenza dell'ala inferiore (kN): 697,74

COPRIGIUNTI DELL'ALA INFERIORE

Larghezza del coprigiunto inferiore (mm):	900,00	Distanza dal baricentro dell'ala inferiore (mm):	500,00
Spessore del coprigiunto inferiore (mm):	22,00	Diametro dei fori (mm):	26,00
Larghezza dei coprigiunti superiori (mm):	440,00	Numero di fori per colonna:	2
Spessore dei coprigiunti superiori (mm):	22,00	Area utile dell'ala inferiore (mm ²):	4.960,00
Tensione sulla sezione netta dell'ala sup. (N/mm ²):	140,67	VERIFICA POSITIVA	
Area minima della sezione dei coprigiunti (mm ²):	2.063,74	VERIFICA POSITIVA	
Spessore minimo dei coprigiunti (mm):	1,23	VERIFICA POSITIVA	

VERIFICHE DIMENSIONALI DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA INFERIORE

Diametro dei bulloni d (mm):	24,00	VERIFICA POSITIVA	
Passo longitudinale p (mm):	75,00	VERIFICA POSITIVA	
Passo trasversale p (mm):	190,00	VERIFICA POSITIVA	
Distanza dal margine in direz. longitudinale a (mm):	55,00	VERIFICA POSITIVA	
Distanza dal margine in direz. trasversale a ₁ (mm):	50,00	VERIFICA POSITIVA	

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

Coefficiente α minimo	2,29	VERIFICA POSITIVA	
Azione di rifollamento sul singolo coprigiunto (kN):	43,61	VERIFICA POSITIVA	
Resist. di calcolo a rifollamento del coprigiunto (kN):	409,10	VERIFICA POSITIVA	
Azione di rifollamento sull'ala (kN):	87,22	VERIFICA POSITIVA	
Resist. di calcolo a rifollamento dell'ala (kN):	371,90	VERIFICA POSITIVA	

BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA INFERIORE

Classe dei bulloni:	10.9	Coppia di serraggio T _s (Nm):	949,00
Diametro dei bulloni (mm):	24,00	Forza normale indotta dalla coppia di serraggio N _s (kN):	198,00
Resistenza a rottura del bullone (N/mm ²):	1.000,00	Numero delle superfici di attrito:	2,00
Coefficiente di riduzione nei confronti dello slittamento γ _f :	1,25	Forza trasmissibile per attrito dal singolo bullone (kN):	95,04
Coefficiente di attrito:	0,30	Forza trasmissibile per taglio dal singolo bullone (kN):	349,47
Area resistente (mm ²):	353,00		

VERIFICA DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA INFERIORE

Numero di colonne di bulloni sull'ala:	4	VERIFICA POSITIVA	
Numero di file di bulloni sull'ala:	2	VERIFICA POSITIVA	
Numero totale di bulloni sulla singola ala:	8,00	VERIFICA POSITIVA	
Azione massima di scorrim. trasmissibile dalla bullonatura (kN):	760,32	VERIFICA POSITIVA	
Azione di taglio sul singolo bullone (kN):	43,61	VERIFICA POSITIVA	

ANIMA DELLA TRAVE

AZIONI SULL'ANIMA

Azione tagliante sull'anima (kN): 275,62

COPRIGIUNTI DELL'ANIMA

Altezza dei coprigiunti (mm):	2.135,00	Diametro dei fori (mm):	26,00
Spessore dei coprigiunti (mm):	20,00	Numero di fori per colonna:	8,00
Area utile dell'anima (mm ²):	15.840,00		
Tensione tang. sulla sezione netta dell'anima (N/mm ²):	17,40	VERIFICA POSITIVA	
Area minima della sezione dei coprigiunti (mm ²):	1.411,97	VERIFICA POSITIVA	
Spessore minimo dei coprigiunti (mm):	0,37	VERIFICA POSITIVA	

VERIFICHE DIMENSIONALI DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ANIMA

Diametro dei fori d_0 (mm):	26,00
Passo longitudinale p (mm):	72,00
Passo trasversale p (mm):	102,00
Distanza dal margine in direz. longitudinale a (mm):	50,00
Distanza dal margine in direz. trasversale a_1 (mm):	50,00

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

Coefficiente α minimo	2,08
Azione di rifollamento sul singolo coprigiunto (kN):	17,23
Resist. di calcolo a rifollamento del coprigiunto (kN):	338,10
Azione di rifollamento sull'anima (kN):	34,45
Resist. di calcolo a rifollamento dell'anima (kN):	338,10

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA POSITIVA

BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ANIMA

Classe dei bulloni:	10.9	Coppia di serraggio T_s (Nm):	949,00
Diametro dei bulloni (mm):	24,00	Forza normale indotta dalla coppia di serraggio N_s (kN):	198,00
Resistenza a rottura del bullone (N/mm^2):	1.000,00	Numero delle superfici di attrito:	2,00
Coefficiente di riduzione nei confronti dello slittamento γ_f	1,25	Forza trasmissibile per attrito dal singolo bullone (kN):	95,04
Coefficiente di attrito:	0,30	Forza trasmissibile per taglio dal singolo bullone (kN):	349,47
Area resistente (mm^2):	353,00		

VERIFICA DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ANIMA

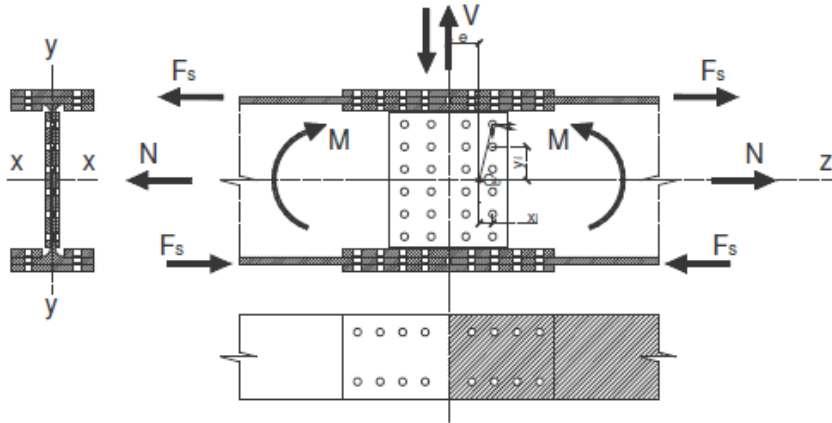
Numero di colonne di bulloni sull'anima:	1,00
Numero di file di bulloni sull'anima:	8,00
Numero totale di bulloni sulla singola anima:	8,00
Azione massima di scorrim. trasmissibile dalla bullonatura (kN):	760,32
Azione di taglio sul singolo bullone (kN):	17,23

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA POSITIVA

14.3. Trasversi di testata

COLLEGAMENTO BULLONATO AD ATTRITO CON RIPRISTINO DELLA CONTINUITA'



CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

ACCIAIO DA CARPENTERIA

Tipologia dell'acciaio da carpenteria:

Fe510

Tensione caratteristica di rottura (N/mm^2):	510,00	Resistenza di calcolo a taglio (N/mm^2):	204,96
Tensione caratteristica di snervamento (N/mm^2):	355,00	Modulo elastico (N/mm^2):	206.000,00
Resistenza di calcolo (N/mm^2):	355,00		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE LORDA DELLA TRAVE METALLICA

Altezza complessiva della trave (mm):	1.000,00	Spessore impiattamento inferiore (mm):	0,00
Larghezza impiattamento superiore (mm):	0,00	Area della sezione metallica (mm^2):	31.200,00
Spessore impiattamento superiore (mm):	0,00	Momento statico della sez. metallica (mm^3):	1,560E+07
Larghezza della piattabanda superiore (mm):	300,00	Baricentro della sez. metallica (mm^2):	500,00
Spessore della piattabanda superiore (mm):	20,00	Momento di inerzia della sez. metallica (mm^4):	4,356E+09
Altezza dell'anima (mm):	960,00	Costante torsionale della sez. metallica (mm^4):	4,160E+06
Spessore dell'anima (mm):	20,00	Modulo di resistenza superiore (mm^3):	8,712E+06
Larghezza della piattabanda inferiore (mm):	300,00	Modulo di resistenza inferiore (mm^3):	-8,712E+06
Spessore della piattabanda inferiore (mm):	20,00	Area resistente a taglio (mm^2):	20.000,00
Larghezza impiattamento inferiore (mm):	0,00		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI DELLA SEZIONE NETTA DELLA TRAVE METALLICA

Diametro dei bulloni dell'ala superiore (mm)	24,00	Area della sezione metallica netta (mm^2)	24.960,00
Diametro del foro dei bulloni dell'ala superiore (mm)	26,00	Baricentro della sezione metallica netta (mm)	500,00
Numero colonne di bulloni dell'ala superiore	4	Momento statico della sezione metallica netta (mm^3)	1,248E+07
Numero di file di bulloni dell'ala superiore	2	Momento di inerzia della sezione metallica netta (mm^4)	3,743E+09
Diametro dei bulloni dell'ala inferiore (mm)	24,00	Area della sezione netta della piattabanda superiore (mm^2)	4.960,00
Diametro del foro dei bulloni dell'ala inferiore (mm)	26,00	Area della sezione netta della piattabanda inferiore (mm^2)	4.960,00
Numero colonne di bulloni dell'ala inferiore	4	Area di taglio della sezione netta (mm^2)	15.840,00
Numero di file di bulloni dell'ala inferiore	2	Modulo di resistenza superiore della sezione netta (mm^3)	7,487E+06
Diametro dei bulloni dell'anima (mm)	24,00	Modulo di resistenza inferiore della sezione netta (mm^3)	-7,487E+06
Diametro del foro dei bulloni dell'anima (mm)	26,00		
Numero colonne di bulloni dell'anima	1		
Numero di file di bulloni dell'anima	8		

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 132 di 273

TENSIONI DI CALCOLO AGENTI SUGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA TRAVE

Tensione normale massima sulla sezione lorda della piattabanda superiore (N/mm ²):	65,05
Tensione normale massima sulla sezione lorda della piattabanda inferiore (N/mm ²):	-65,05
Tensione tangenziale massima agente sulla sezione lorda dell'anima (N/mm ²):	10,61
Tensione normale massima sulla sezione netta della piattabanda superiore (N/mm ²):	78,69
Tensione normale massima sulla sezione netta della piattabanda inferiore (N/mm ²):	-78,69
Tensione tangenziale massima agente sulla sezione netta dell'anima (N/mm ²):	17,40

ALA SUPERIORE DELLA TRAVE
AZIONI SULL'ALA SUPERIORE

Azione normale di pertinenza dell'ala superiore (kN):	390,30
---	---------------

COPRIGIUNTI DELL'ALA SUPERIORE

Larghezza del coprigiunto superiore (mm):	300,00	Distanza dal baricentro dell'ala superiore (mm):	500,00
Spessore del coprigiunto superiore (mm):	15,00	Diametro dei fori (mm):	26,00
Larghezza dei coprigiunti inferiori (mm):	112,00	Numero di fori per colonna:	2
Spessore dei coprigiunti inferiori (mm):	15,00	Area utile dell'ala superiore (mm ²):	4.960,00
Tensione sulla sezione netta dell'ala sup. (N/mm ²):	78,69		VERIFICA POSITIVA
Area minima della sezione dei coprigiunti (mm ²):	1.099,44		VERIFICA POSITIVA
Spessore minimo dei coprigiunti (mm):	2,62		VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE DIMENSIONALI DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA SUPERIORE

Diametro dei bulloni d (mm):	24,00		VERIFICA POSITIVA
Passo longitudinale p (mm):	75,00		VERIFICA POSITIVA
Passo trasversale p (mm):	190,00		VERIFICA POSITIVA
Distanza dal margine in direz. longitudinale a (mm):	55,00		VERIFICA POSITIVA
Distanza dal margine in direz. trasversale a ₁ (mm):	50,00		VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

Coefficiente α minimo	2,29		
Azione di rifollamento sul singolo coprigiunto (kN):	24,39		
Resist. di calcolo a rifollamento del coprigiunto (kN):	292,88		VERIFICA POSITIVA
Azione di rifollamento sull'ala (kN):	48,79		
Resist. di calcolo a rifollamento dell'ala (kN):	390,50		VERIFICA POSITIVA

BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA SUPERIORE

Classe dei bulloni:	10.9	Coppia di serraggio T _s (Nm):	949,00
Diametro dei bulloni (mm):	24,00	Forza normale indotta dalla coppia di serraggio N _s (kN):	198,00
Resistenza a rottura del bullone (N/mm ²):	1.000,00	Numero delle superfici di attrito:	2,00
Coefficiente di riduzione nei confronti dello slittamento γ _f	1,25	Forza trasmissibile per attrito dal singolo bullone (kN):	95,04
Coefficiente di attrito:	0,30	Forza trasmissibile per taglio dal singolo bullone (kN):	349,47
Area resistente (mm ²):	353,00		

VERIFICA DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA SUPERIORE

Numero di colonne di bulloni sull'ala:	4		
Numero di file di bulloni sull'ala:	2		
Numero totale di bulloni sulla singola ala:	8,00		
Azione massima di scorrim. trasmissibile dalla bullonatura (kN):	760,32		VERIFICA POSITIVA
Azione di taglio sul singolo bullone (kN):	24,39		VERIFICA POSITIVA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 133 di 273

ALA INFERIORE DELLA TRAVE

AZIONI SULL'ALA INFERIORE

Azione normale di pertinenza dell'ala inferiore (kN): **390,30**

COPRIGIUNTI DELL'ALA INFERIORE

Larghezza del coprigiunto inferiore (mm):	300,00	Distanza dal baricentro dell'ala inferiore (mm):	500,00
Spessore del coprigiunto inferiore (mm):	15,00	Diametro dei fori (mm):	26,00
Larghezza dei coprigiunti superiori (mm):	112,00	Numero di fori per colonna:	2
Spessore dei coprigiunti superiori (mm):	15,00	Area utile dell'ala inferiore (mm ²):	4.960,00
Tensione sulla sezione netta dell'ala sup. (N/mm ²):	78,69		VERIFICA POSITIVA
Area minima della sezione dei coprigiunti (mm ²):	1.099,44		VERIFICA POSITIVA
Spessore minimo dei coprigiunti (mm):	2,62		VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE DIMENSIONALI DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA INFERIORE

Diametro dei bulloni d (mm):	24,00		VERIFICA POSITIVA
Passo longitudinale p (mm):	75,00		VERIFICA POSITIVA
Passo trasversale p (mm):	190,00		VERIFICA POSITIVA
Distanza dal margine in direz. longitudinale a (mm):	55,00		VERIFICA POSITIVA
Distanza dal margine in direz. trasversale a ₁ (mm):	50,00		VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

Coefficiente α minimo	2,29		
Azione di rifollamento sul singolo coprigiunto (kN):	24,39		
Resist. di calcolo a rifollamento del coprigiunto (kN):	292,88		VERIFICA POSITIVA
Azione di rifollamento sull'ala (kN):	48,79		
Resist. di calcolo a rifollamento dell'ala (kN):	390,50		VERIFICA POSITIVA

BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA INFERIORE

Classe dei bulloni:	10.9	Coppia di serraggio T _s (Nm):	949,00
Diametro dei bulloni (mm):	24,00	Forza normale indotta dalla coppia di serraggio N _s (kN):	198,00
Resistenza a rottura del bullone (N/mm ²):	1.000,00	Numero delle superfici di attrito:	2,00
Coefficiente di riduzione nei confronti dello slittamento γ _f :	1,25	Forza trasmissibile per attrito dal singolo bullone (kN):	95,04
Coefficiente di attrito:	0,30	Forza trasmissibile per taglio dal singolo bullone (kN):	349,47
Area resistente (mm ²):	353,00		

VERIFICA DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ALA INFERIORE

Numero di colonne di bulloni sull'ala:	4		
Numero di file di bulloni sull'ala:	2		
Numero totale di bulloni sulla singola ala:	8,00		
Azione massima di scorrim. trasmissibile dalla bullonatura (kN):	760,32		VERIFICA POSITIVA
Azione di taglio sul singolo bullone (kN):	24,39		VERIFICA POSITIVA

ANIMA DELLA TRAVE

AZIONI SULL'ANIMA

Azione tagliante sull'anima (kN): **275,62**

COPRIGIUNTI DELL'ANIMA

Altezza dei coprigiunti (mm):	604,00	Diametro dei fori (mm):	26,00
Spessore dei coprigiunti (mm):	15,00	Numero di fori per colonna:	8,00
Area utile dell'anima (mm ²):	15.840,00		
Tensione tang. sulla sezione netta dell'anima (N/mm ²):	17,40		VERIFICA POSITIVA
Area minima della sezione dei coprigiunti (mm ²):	1.344,73		VERIFICA POSITIVA
Spessore minimo dei coprigiunti (mm):	1,70		VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE DIMENSIONALI DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ANIMA

Diametro dei fori d_0 (mm):	26,00	
Passo longitudinale p (mm):	100,00	VERIFICA POSITIVA
Passo trasversale p (mm):	75,00	VERIFICA POSITIVA
Distanza dal margine in direz. longitudinale a (mm):	50,00	VERIFICA POSITIVA
Distanza dal margine in direz. trasversale a_1 (mm):	50,00	VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE A RIFOLLAMENTO

Coefficiente α minimo	2,08	
Azione di rifollamento sul singolo coprigiunto (kN):	17,23	
Resist. di calcolo a rifollamento del coprigiunto (kN):	266,25	VERIFICA POSITIVA
Azione di rifollamento sull'anima (kN):	34,45	
Resist. di calcolo a rifollamento dell'anima (kN):	355,00	VERIFICA POSITIVA

BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ANIMA

Classe dei bulloni:	10.9	Coppia di serraggio T_s (Nm):	949,00
Diametro dei bulloni (mm):	24,00	Forza normale indotta dalla coppia di serraggio N_s (kN):	198,00
Resistenza a rottura del bullone (N/mm^2):	1.000,00	Numero delle superfici di attrito:	2,00
Coefficiente di riduzione nei confronti dello slittamento γ_f :	1,25	Forza trasmissibile per attrito dal singolo bullone (kN):	95,04
Coefficiente di attrito:	0,30	Forza trasmissibile per taglio dal singolo bullone (kN):	349,47
Area resistente (mm^2):	353,00		

VERIFICA DELLA BULLONATURA DEI COPRIGIUNTI DELL'ANIMA

Numero di colonne di bulloni sull'anima:	1,00	
Numero di file di bulloni sull'anima:	8,00	
Numero totale di bulloni sulla singola anima:	8,00	
Azione massima di scorrim. trasmissibile dalla bullonatura (kN):	760,32	VERIFICA POSITIVA
Azione di taglio sul singolo bullone (kN):	17,23	VERIFICA POSITIVA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 135 di 273

15. IMPALCATO - VERIFICHE A FATICA

15.1. Criteri di verifica utilizzati

Per le strutture soggette a carichi ciclici deve essere verificata la resistenza a fatica imponendo che:

$$\Delta_d \leq \Delta_R / \gamma_{Mf}$$

Essendo:

- Δ_d l'escursione di tensione (effettiva o equivalente allo spettro di tensione) prodotta dalle azioni cicliche di progetto che inducono fenomeni di fatica con coefficienti parziali $\gamma_f = 1,00$
- Δ_R la resistenza a fatica per la relativa categoria dei dettagli costruttivi, come desumibile dalle curve S-N di resistenza a fatica, per il numero totale di cicli di sollecitazione N applicati durante la vita di progetto richiesta
- γ_{Mf} il coefficiente parziale definito dal D.M. 14.01.2008 - Tab. 4.2.XI

Per la valutazione della resistenza a fatica verrà utilizzato il "Criterio della vita utile a fatica", che richiede che vengano adottati dettagli costruttivi e livelli di sforzo tali da garantire, per la vita a fatica prevista, gli stessi livelli di sicurezza adottati per le altre verifiche agli stati limite ultimi, indipendentemente da procedure di ispezione e manutenzione durante la vita di esercizio.

I valori dei coefficienti γ_{Mf} adottati nelle verifiche sono stati desunti dal D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" – Tab. 4.2.XI:

Tab. 4.2.XI - Coefficienti di sicurezza da assumere per le verifiche a fatica.

	Conseguenze della rottura	
	Conseguenze moderate	Conseguenze significative
Strutture poco sensibili alla rottura per fatica	$\gamma_{Mf} = 1,00$	$\gamma_{Mf} = 1,15$
Strutture sensibili alla rottura per fatica	$\gamma_{Mf} = 1,15$	$\gamma_{Mf} = 1,35$

La struttura è considerata sensibile alla rottura per fatica con conseguenze significative. Il coefficiente γ_{Mf} è assunto pertanto pari a **1,35**.

Per gli elementi secondari (piolature e trasversi) è stato assunto un coefficiente $\gamma_{Mf} = 1,15$.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 136 di 273

15.2. Verifiche per vita illimitata

Le verifiche a fatica per vita illimitata verranno condotte, per elementi caratterizzati da limite di fatica ad ampiezza costante, controllando che il massimo delta di tensione $\Delta\sigma_{\max}=(\sigma_{\max}-\sigma_{\min})$ indotto nell'elemento dallo spettro di carico significativo risulti minore del limite di fatica dell'elemento stesso.

15.3. Carichi utilizzati

Per le verifiche a fatica è stato preso in considerazione un modello di carico a fatica n. 1 riportato dal D.M. 17.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" al paragrafo 5.1.4.3, fig. 5.1.4. La carreggiata risulta divisa in corsie convenzionale che presentano ciascuna una larghezza pari a **3,00 m**. Poiché la carreggiata presenta una larghezza complessiva pari a **8,50 m**, il numero di corsie convenzionali presenti risulta pertanto:

$$n_{\text{corsie}} = \text{int}(w/3,00) = \text{int}(8,0/3,00) = \text{int}(2,66) = 2 \text{ corsie convenzionali}$$

Trattandosi di un viadotto di **1^a Categoria** su ciascuna corsia convenzionale verranno applicati i seguenti carichi mobili da traffico:

- 1^a corsia convenzionale

$Q_{1a} = 2 \times 210 \text{ kN}$ disposti come in figura

$$q_{1a} = 2,70 \text{ kN/m}^2 \times 3,00 \text{ m} = 8,10 \text{ kN/m}$$

- 2^a corsia convenzionale

$Q_{1b} = 2 \times 140 \text{ kN}$ disposti come in figura

$$q_{1b} = 0,75 \text{ kN/m}^2 \times 3,00 \text{ m} = 2,25 \text{ kN/m}$$

Le corsie di carico sono state disposte sulla carreggiata al fine di generare la condizione di massimo sbandamento dei carichi trasversali:

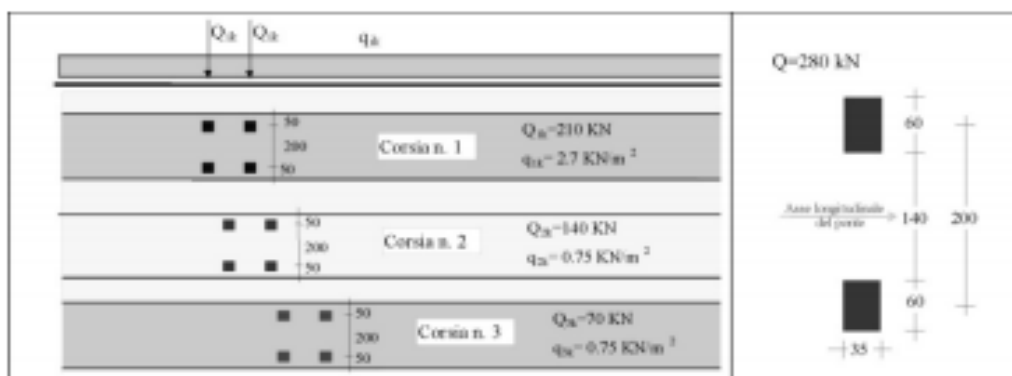
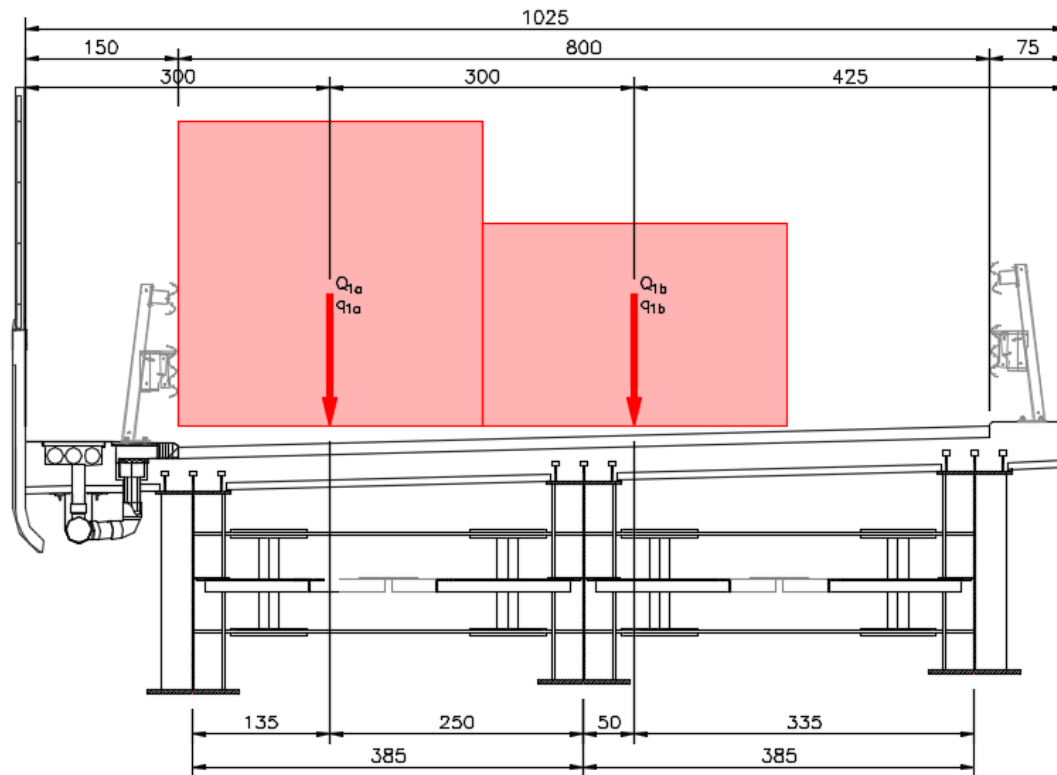


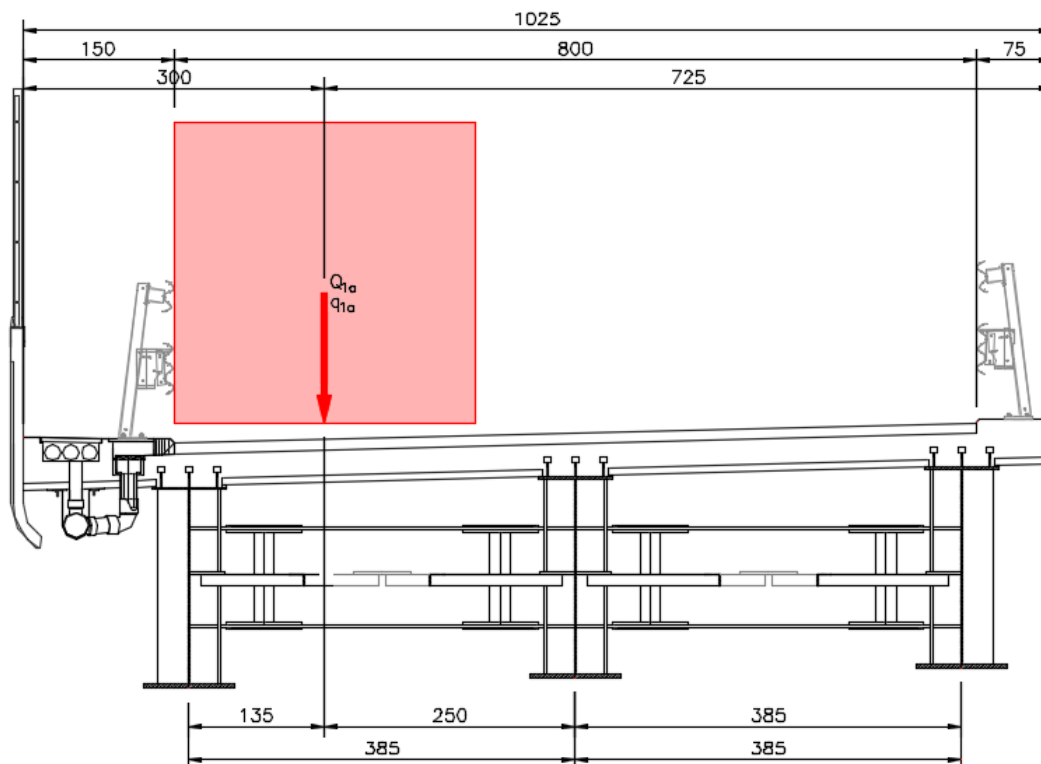
Fig. 5.1.4 - Modello di carico di fatica 1

Sono state considerate due differenti disposizioni dei carichi viaggianti da traffico.

CONDIZIONE 1



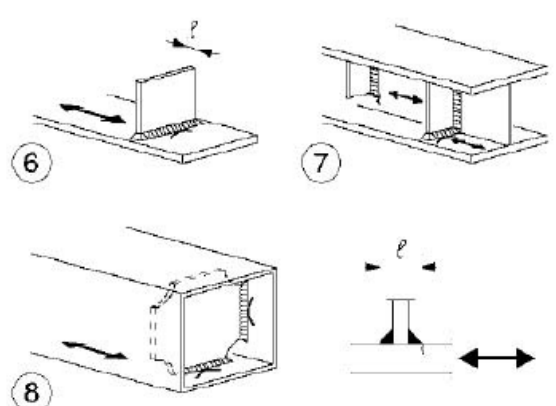
CONDIZIONE 2



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 138 di 273

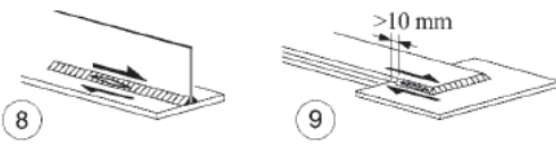
15.4. Valutazione del limite di fatica per le travi principali e i trasversi

La classe di dettaglio cui fanno capo le piattabande e le anime delle travi principali dell'impalcato soggette a tensione normale è stata desunta dalla Circolare n. 617 dello 02.2.2009 – Tab. C4.2.XVI:

80 (a) 71 (b)		Attacchi trasversali 6) Saldati a una piastra 7) Nervature verticali saldate a un profilo o a una trave composta 8) Diagrammi di travi a cassone composte, saldati all'anima o alla piattabanda (a) $l \leq 50$ mm (b) $50 < l \leq 80$ mm Le classi sono valide anche per nervature anulari	6) e 7) Le parti terminali delle saldature devono essere molate accuratamente per eliminare tutte le rientranze presenti 7) Se la nervatura termina nell'anima, $\Delta\sigma$ deve essere calcolato usando le tensioni principali
------------------	---	---	---

Si considera per le piattabande e le anime soggette a tensione normale una classe di dettaglio pari a **80**.

La classe di dettaglio cui fanno capo le anime delle travi principali dell'impalcato soggette a tensione tangenziale è stata desunta dalla Circolare n. 617 dello 02.2.2009 – Tab. C4.2.XVII.b:

Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
80		8) Cordoni d'angolo continui soggetti a sforzi di sconnessione, quali quelli di composizione tra anima e piattabanda in travi composte saldate 9) Giunzioni a sovrapposizione a cordoni d'angolo soggette a tensioni tangenziali	8) $\Delta\tau$ deve essere calcolato in riferimento alla sezione di gola del cordone 9) $\Delta\tau$ deve essere calcolato in riferimento alla sezione di gola del cordone, considerando la lunghezza totale del cordone, che deve terminare a più di 10 mm dal bordo della piastra

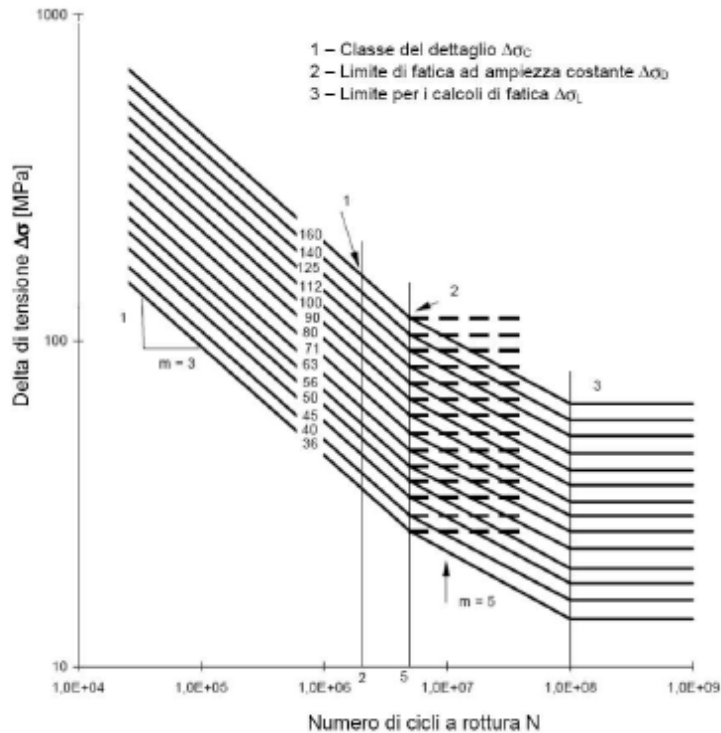
Si considera per le anime soggette a tensione tangenziale una classe di dettaglio pari a **80**.

La classe di dettaglio cui fanno capo le piolature delle travi principali dell'impalcato è stata desunta dalla Circolare n. 617 dello 02.2.2009 – Tab. C4.2.XVI

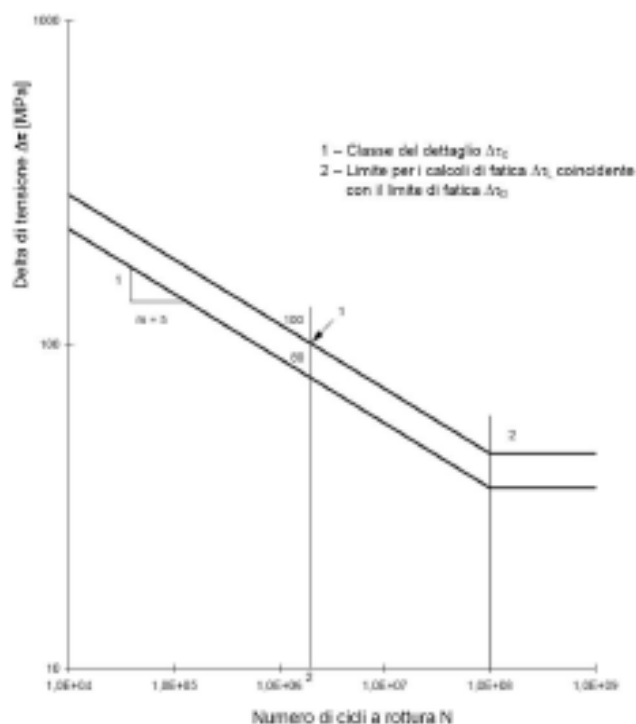
80		9) Effetto della saldatura del piolo sul materiale base della piastra	
----	---	---	--

Si considera i pioli una classe di dettaglio pari a **80**.

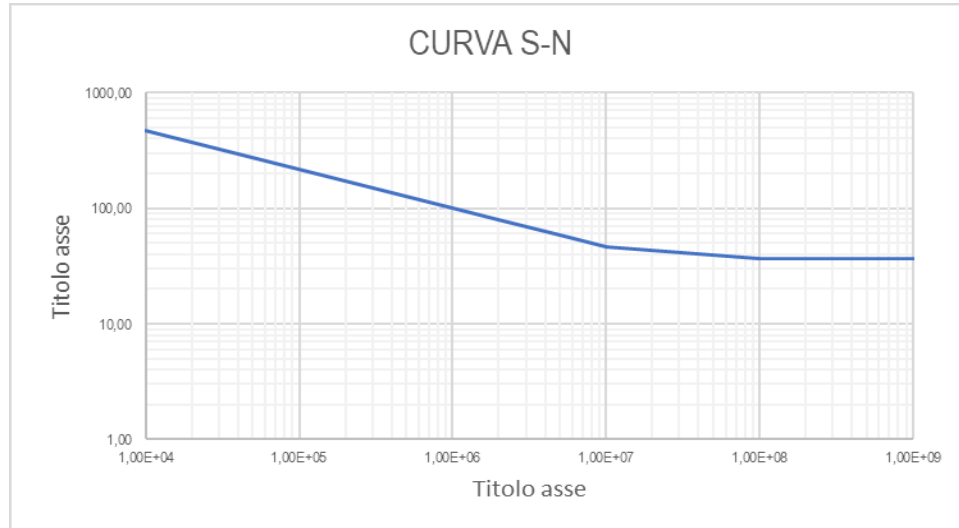
I limiti di fatica per elementi soggetti ad azione normale vengono determinati sulla base delle curve S-N riportate nella Circolare n. 617 dello 02.2.2009 – par. C4.2.4.1.4.4:



I limiti di fatica per elementi soggetti ad azione tangenziale vengono determinati sulla base delle curve S-N riportate nella Circolare n. 617 dello 02.2.2009 – par. C4.2.4.1.4.4:



Per le piattabande e le anime delle travi principali soggette a tensione normale la curva S-N risulta la seguente:



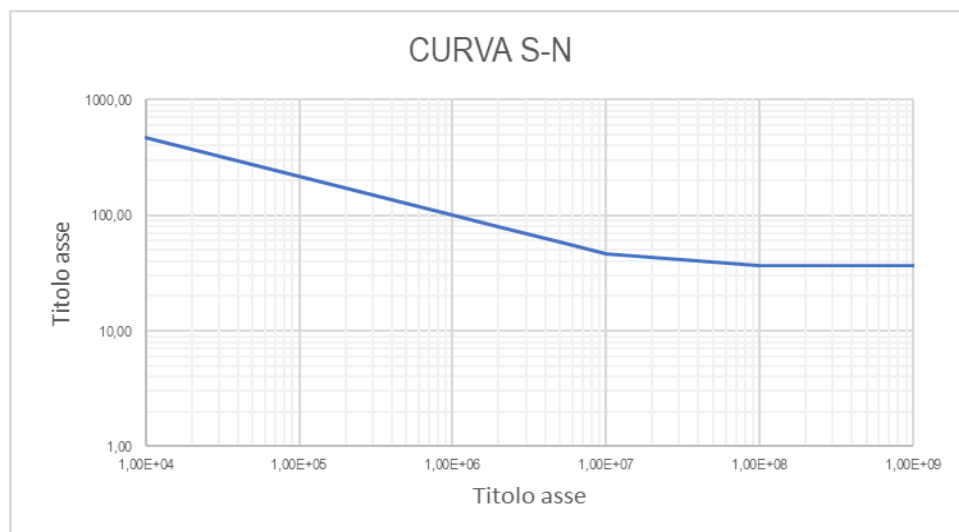
Il valore del limite di fatica ad ampiezza costante utilizzato nelle verifiche delle piattabande delle travi principali è assunto pari a:

$$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf} = 0,737 \times 80,00 / 1,35 = 43,67 \text{ N/mm}^2$$

Il valore del limite di fatica ad ampiezza costante utilizzato nelle verifiche delle piattabande delle travi principali è assunto pari a:

$$\Delta\sigma_D/\gamma_{Mf} = 0,737 \times 80,00 / 1,15 = 51,27 \text{ N/mm}^2$$

Per le anime delle travi principali soggette a tensione tangenziale la curva S-N risulta la seguente:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 141 di 273

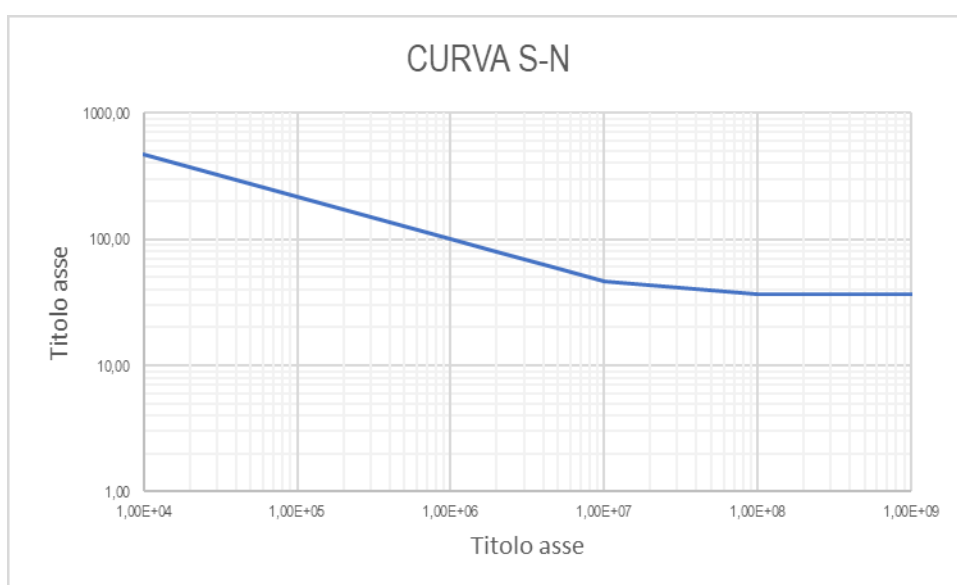
Il valore del limite di fatica ad ampiezza costante utilizzato nelle verifiche a taglio delle anime dei trasversi è assunto pari a:

$$\Delta\tau_L/\gamma_{Mf} = 0,832 \times 80,00 / 1,35 = 49,33 \text{ N/mm}^2$$

Il valore del limite di fatica ad ampiezza costante utilizzato nelle verifiche a taglio delle anime dei trasversi è assunto pari a:

$$\Delta\tau_L/\gamma_{Mf} = 0,832 \times 80,00 / 1,15 = 57,87 \text{ N/mm}^2$$

Per le piolature delle travi principali soggette a tensione tangenziale la curva S-N risulta la seguente:



Il valore del limite di fatica ad ampiezza costante utilizzato nelle verifiche delle anime è assunto pari a:

$$\Delta\tau_L/\gamma_{Mf} = 0,832 \times 80,00 / 1,15 = 57,91 \text{ N/mm}^2$$

15.5. Tabella di riepilogo delle azioni sollecitanti per le verifiche a fatica

15.5.1. Trave principale T1

CONCIO	ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 1 (PESI PROPRI STRUTTURALI)					FASE 2A (CARICHI PERMANENTI PORTATI)				
			N _k [kN]	V _{L,k} [kN]	V _{T,k} [kN]	M _{T,k} [kNm]	M _{L,k} [kNm]	N _k [kN]	V _{L,k} [kN]	V _{T,k} [kN]	M _{T,k} [kNm]	M _{L,k} [kNm]
CONCIO 01	T1-1	0,00	0,00	10,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CONCIO 01	T1-1	0,50	0,00	29,67	0,00	0,00	-9,98	0,00	11,80	0,00	0,00	-2,95
CONCIO 01	T1-2	0,00	0,00	-790,16	0,00	0,00	-9,98	0,00	-376,38	0,00	0,00	-6,90
CONCIO 01	T1-2	0,48	0,00	-771,72	0,00	0,00	360,97	0,00	-365,17	0,00	0,00	169,22
CONCIO 01	T1-2	0,95	0,00	-753,27	0,00	0,00	723,15	0,00	-353,96	0,00	0,00	340,01
CONCIO 01	T1-2	1,43	0,00	-734,82	0,00	0,00	1.076,57	0,00	-342,75	0,00	0,00	505,48
CONCIO 01	T1-2	1,90	0,00	-716,38	0,00	0,00	1.421,23	0,00	-331,54	0,00	0,00	665,63
CONCIO 01	T1-2	2,38	0,00	-697,93	0,00	0,00	1.757,13	0,00	-320,33	0,00	0,00	820,45
CONCIO 01	T1-3	0,00	0,00	-697,93	0,00	0,00	1.757,13	0,00	-322,37	0,00	0,00	794,74
CONCIO 01	T1-3	0,48	0,00	-679,49	0,00	0,00	2.084,27	0,00	-311,16	0,00	0,00	945,20
CONCIO 01	T1-3	0,95	0,00	-661,04	0,00	0,00	2.402,64	0,00	-299,95	0,00	0,00	1.090,33
CONCIO 01	T1-3	1,43	0,00	-642,59	0,00	0,00	2.712,26	0,00	-288,74	0,00	0,00	1.230,15
CONCIO 01	T1-3	1,90	0,00	-624,15	0,00	0,00	3.013,11	0,00	-277,53	0,00	0,00	1.364,63
CONCIO 01	T1-3	2,38	0,00	-605,70	0,00	0,00	3.305,20	0,00	-266,32	0,00	0,00	1.493,80
CONCIO 01	T1-4	0,00	0,00	-595,16	0,00	0,00	3.305,20	0,00	-275,23	0,00	0,00	1.486,93
CONCIO 01	T1-4	0,48	0,00	-576,72	0,00	0,00	3.583,52	0,00	-264,02	0,00	0,00	1.615,01
CONCIO 01	T1-4	0,95	0,00	-558,27	0,00	0,00	3.853,08	0,00	-252,81	0,00	0,00	1.737,76
CONCIO 01	T1-4	1,43	0,00	-539,83	0,00	0,00	4.113,88	0,00	-241,60	0,00	0,00	1.855,18
CONCIO 01	T1-4	1,90	0,00	-521,38	0,00	0,00	4.365,91	0,00	-230,39	0,00	0,00	1.967,28
CONCIO 01	T1-4	2,38	0,00	-502,93	0,00	0,00	4.609,19	0,00	-219,18	0,00	0,00	2.074,05
CONCIO 01	T1-5	0,00	0,00	-502,93	0,00	0,00	4.609,19	0,00	-224,55	0,00	0,00	2.053,24
CONCIO 01	T1-5	0,48	0,00	-484,49	0,00	0,00	4.843,70	0,00	-213,34	0,00	0,00	2.157,24
CONCIO 01	T1-5	0,95	0,00	-466,04	0,00	0,00	5.069,45	0,00	-202,13	0,00	0,00	2.255,91
CONCIO 01	T1-5	1,43	0,00	-447,60	0,00	0,00	5.286,44	0,00	-190,92	0,00	0,00	2.349,26
CONCIO 01	T1-5	1,90	0,00	-429,15	0,00	0,00	5.494,67	0,00	-179,71	0,00	0,00	2.437,29
CONCIO 01	T1-5	2,38	0,00	-410,71	0,00	0,00	5.694,13	0,00	-168,50	0,00	0,00	2.519,99
CONCIO 01	T1-6	0,00	0,00	-396,65	0,00	0,00	5.694,13	0,00	-183,11	0,00	0,00	2.515,01
CONCIO 01	T1-6	0,48	0,00	-378,21	0,00	0,00	5.878,16	0,00	-171,90	0,00	0,00	2.599,32
CONCIO 01	T1-6	0,95	0,00	-359,76	0,00	0,00	6.053,43	0,00	-160,69	0,00	0,00	2.678,31
CONCIO 01	T1-6	1,43	0,00	-341,31	0,00	0,00	6.219,94	0,00	-149,48	0,00	0,00	2.751,98
CONCIO 01	T1-6	1,90	0,00	-322,87	0,00	0,00	6.377,68	0,00	-138,27	0,00	0,00	2.820,32
CONCIO 01	T1-6	2,38	0,00	-304,42	0,00	0,00	6.526,66	0,00	-127,06	0,00	0,00	2.883,33
CONCIO 01	T1-7	0,00	0,00	-304,42	0,00	0,00	6.526,66	0,00	-134,18	0,00	0,00	2.870,18
CONCIO 01	T1-7	0,38	0,00	-289,86	0,00	0,00	6.638,09	0,00	-125,33	0,00	0,00	2.918,84
CONCIO 01	T1-7	0,75	0,00	-275,30	0,00	0,00	6.744,06	0,00	-116,48	0,00	0,00	2.964,17
CONCIO 01	T1-7	1,13	0,00	-260,74	0,00	0,00	6.844,56	0,00	-107,63	0,00	0,00	3.006,19
CONCIO 02	T1-8	0,00	0,00	-260,74	0,00	0,00	6.844,56	0,00	-107,63	0,00	0,00	3.006,19
CONCIO 02	T1-8	0,42	0,00	-244,27	0,00	0,00	6.949,77	0,00	-97,79	0,00	0,00	3.048,99
CONCIO 02	T1-8	0,83	0,00	-227,79	0,00	0,00	7.048,12	0,00	-87,96	0,00	0,00	3.087,69
CONCIO 02	T1-8	1,25	0,00	-211,32	0,00	0,00	7.139,60	0,00	-78,13	0,00	0,00	3.122,29
CONCIO 02	T1-9	0,00	0,00	-195,75	0,00	0,00	7.139,60	0,00	-95,35	0,00	0,00	3.119,73
CONCIO 02	T1-9	0,48	0,00	-176,97	0,00	0,00	7.228,12	0,00	-84,14	0,00	0,00	3.162,35
CONCIO 02	T1-9	0,95	0,00	-158,20	0,00	0,00	7.307,72	0,00	-72,93	0,00	0,00	3.199,66
CONCIO 02	T1-9	1,43	0,00	-139,42	0,00	0,00	7.378,41	0,00	-61,72	0,00	0,00	3.231,63
CONCIO 02	T1-9	1,90	0,00	-120,64	0,00	0,00	7.440,17	0,00	-50,51	0,00	0,00	3.258,29
CONCIO 02	T1-9	2,38	0,00	-101,87	0,00	0,00	7.493,02	0,00	-39,30	0,00	0,00	3.279,61
CONCIO 02	T1-10	0,00	0,00	-101,87	0,00	0,00	7.493,02	0,00	-47,08	0,00	0,00	3.275,13
CONCIO 02	T1-10	0,48	0,00	-83,09	0,00	0,00	7.536,94	0,00	-35,87	0,00	0,00	3.294,83
CONCIO 02	T1-10	0,95	0,00	-64,31	0,00	0,00	7.571,95	0,00	-24,66	0,00	0,00	3.309,21
CONCIO 02	T1-10	1,43	0,00	-45,54	0,00	0,00	7.598,04	0,00	-13,45	0,00	0,00	3.318,26
CONCIO 02	T1-10	1,90	0,00	-26,76	0,00	0,00	7.615,21	0,00	-2,24	0,00	0,00	3.321,99
CONCIO 02	T1-10	2,38	0,00	-7,98	0,00	0,00	7.623,46	0,00	8,97	0,00	0,00	3.320,39

CONCIO	ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MASSIMI)					FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MINIMI)				
			N _k [kN]	V _{L,k} [kN]	V _{T,k} [kN]	M _{T,k} [kNm]	M _{L,k} [kNm]	N _k [kN]	V _{L,k} [kN]	V _{T,k} [kN]	M _{T,k} [kNm]	M _{L,k} [kNm]
CONCIO 01	T1-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CONCIO 01	T1-1	0,50	0,00	214,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-105,80
CONCIO 01	T1-2	0,00	0,00	6,86	0,00	0,00	3,04	0,00	-531,25	0,00	0,00	-108,50
CONCIO 01	T1-2	0,48	0,00	30,20	0,00	0,00	193,08	0,00	-504,29	0,00	0,00	-108,67
CONCIO 01	T1-2	0,95	0,00	53,51	0,00	0,00	382,96	0,00	-477,33	0,00	0,00	-109,12
CONCIO 01	T1-2	1,43	0,00	76,81	0,00	0,00	572,84	0,00	-450,38	0,00	0,00	-109,56
CONCIO 01	T1-2	1,90	0,00	100,12	0,00	0,00	762,72	0,00	-423,43	0,00	0,00	-110,01
CONCIO 01	T1-2	2,38	0,00	123,43	0,00	0,00	952,85	0,00	-396,41	0,00	0,00	-110,46
CONCIO 01	T1-3	0,00	0,00	37,38	0,00	0,00	948,18	0,00	-481,47	0,00	0,00	-109,75
CONCIO 01	T1-3	0,48	0,00	61,92	0,00	0,00	1.101,11	0,00	-456,38	0,00	0,00	-108,60
CONCIO 01	T1-3	0,95	0,00	86,40	0,00	0,00	1.253,56	0,00	-431,30	0,00	0,00	-107,46
CONCIO 01	T1-3	1,43	0,00	110,88	0,00	0,00	1.406,02	0,00	-406,22	0,00	0,00	-106,31
CONCIO 01	T1-3	1,90	0,00	135,37	0,00	0,00	1.558,47	0,00	-381,14	0,00	0,00	-105,16
CONCIO 01	T1-3	2,38	0,00	159,85	0,00	0,00	1.711,11	0,00	-356,01	0,00	0,00	-104,01
CONCIO 01	T1-4	0,00	0,00	34,70	0,00	0,00	1.704,86	0,00	-471,27	0,00	0,00	-103,48
CONCIO 01	T1-4	0,48	0,00	58,32	0,00	0,00	1.848,88	0,00	-444,76	0,00	0,00	-101,74
CONCIO 01	T1-4	0,95	0,00	81,89	0,00	0,00	1.992,43	0,00	-418,27	0,00	0,00	-100,00
CONCIO 01	T1-4	1,43	0,00	105,46	0,00	0,00	2.135,99	0,00	-391,77	0,00	0,00	-98,26
CONCIO 01	T1-4	1,90	0,00	129,03	0,00	0,00	2.279,54	0,00	-365,28	0,00	0,00	-96,52
CONCIO 01	T1-4	2,38	0,00	152,60	0,00	0,00	2.423,19	0,00	-338,72	0,00	0,00	-94,77
CONCIO 01	T1-5	0,00	0,00	66,47	0,00	0,00	2.416,12	0,00	-421,27	0,00	0,00	-94,39
CONCIO 01	T1-5	0,48	0,00	91,55	0,00	0,00	2.523,32	0,00	-396,10	0,00	0,00	-92,65
CONCIO 01	T1-5	0,95	0,00	116,55	0,00	0,00	2.630,10	0,00	-370,93	0,00	0,00	-90,91
CONCIO 01	T1-5	1,43	0,00	141,56	0,00	0,00	2.736,88	0,00	-345,76	0,00	0,00	-89,17
CONCIO 01	T1-5	1,90	0,00	166,57	0,00	0,00	2.843,66	0,00	-320,59	0,00	0,00	-87,44
CONCIO 01	T1-5	2,38	0,00	191,59	0,00	0,00	2.950,47	0,00	-295,36	0,00	0,00	-85,70
CONCIO 01	T1-6	0,00	0,00	70,15	0,00	0,00	2.943,83	0,00	-405,71	0,00	0,00	-85,45
CONCIO 01	T1-6	0,48	0,00	94,24	0,00	0,00	3.036,41	0,00	-379,34	0,00	0,00	-83,82
CONCIO 01	T1-6	0,95	0,00	118,28	0,00	0,00	3.128,61	0,00	-352,98	0,00	0,00	-82,18
CONCIO 01	T1-6	1,43	0,00	142,32	0,00	0,00	3.220,81	0,00	-326,62	0,00	0,00	-80,55
CONCIO 01	T1-6	1,90	0,00	166,37	0,00	0,00	3.313,01	0,00	-300,25	0,00	0,00	-78,91
CONCIO 01	T1-6	2,38	0,00	190,41	0,00	0,00	3.405,25	0,00	-273,82	0,00	0,00	-77,28
CONCIO 01	T1-7	0,00	0,00	104,90	0,00	0,00	3.399,59	0,00	-356,16	0,00	0,00	-77,14
CONCIO 01	T1-7	0,38	0,00	120,94	0,00	0,00	3.459,97	0,00	-331,48	0,00	0,00	-75,69
CONCIO 01	T1-7	0,75	0,00	136,92	0,00	0,00	3.520,06	0,00	-306,81	0,00	0,00	-74,63
CONCIO 01	T1-7	1,13	0,00	152,91	0,00	0,00	3.580,21	0,00	-282,01	0,00	0,00	-73,38
CONCIO 02	T1-8	0,00	0,00	152,91	0,00	0,00	3.580,21	0,00	-282,01	0,00	0,00	-73,38
CONCIO 02	T1-8	0,42	0,00	179,36	0,00	0,00	3.613,57	0,00	-265,19	0,00	0,00	-71,98
CONCIO 02	T1-8	0,83	0,00	205,73	0,00	0,00	3.646,79	0,00	-248,37	0,00	0,00	-70,59
CONCIO 02	T1-8	1,25	0,00	232,11	0,00	0,00	3.679,98	0,00	-231,50	0,00	0,00	-69,19
CONCIO 02	T1-9	0,00	0,00	115,15	0,00	0,00	3.676,23	0,00	-342,21	0,00	0,00	-69,16
CONCIO 02	T1-9	0,48	0,00	139,54	0,00	0,00	3.716,84	0,00	-316,21	0,00	0,00	-67,65
CONCIO 02	T1-9	0,95	0,00	163,88	0,00	0,00	3.757,20	0,00	-290,23	0,00	0,00	-66,14
CONCIO 02	T1-9	1,43	0,00	188,21	0,00	0,00	3.797,57	0,00	-264,24	0,00	0,00	-64,63
CONCIO 02	T1-9	1,90	0,00	212,55	0,00	0,00	3.837,94	0,00	-238,25	0,00	0,00	-63,12
CONCIO 02	T1-9	2,38	0,00	236,89	0,00	0,00	3.878,25	0,00	-212,19	0,00	0,00	-61,61
CONCIO 02	T1-10	0,00	0,00	154,29	0,00	0,00	3.876,43	0,00	-294,61	0,00	0,00	-61,66
CONCIO 02	T1-10	0,48	0,00	180,03	0,00	0,00	3.880,88	0,00	-270,01	0,00	0,00	-60,21
CONCIO 02	T1-10	0,95	0,00	205,71	0,00	0,00	3.885,19	0,00	-245,41	0,00	0,00	-58,76
CONCIO 02	T1-10	1,43	0,00	231,39	0,00	0,00	3.889,50	0,00	-220,82	0,00	0,00	-57,31
CONCIO 02	T1-10	1,90	0,00	257,07	0,00	0,00	3.893,81	0,00	-196,22	0,00	0,00	-55,87
CONCIO 02	T1-10	2,38	0,00	282,75	0,00	0,00	3.898,00	0,00	-171,57	0,00	0,00	-54,42

15.5.2. *Trasversi correnti*

ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 1 (PESI PROPRI STRUTTURALI)					FASE 2A (CARICHI PERMANENTI PORTATI)				
		N_k [kN]	$V_{L,k}$ [kN]	$V_{T,k}$ [kN]	$M_{T,k}$ [kNm]	$M_{L,k}$ [kNm]	N_k [kN]	$V_{L,k}$ [kN]	$V_{T,k}$ [kN]	$M_{T,k}$ [kNm]	$M_{L,k}$ [kNm]
TC-1	0,00	0,00	-9,78	0,00	0,00	-0,02	0,00	8,92	0,00	0,00	1,25
TC-1	0,48	0,00	-8,52	0,00	0,00	4,39	0,00	8,92	0,00	0,00	-3,04
TC-1	0,96	0,00	-7,27	0,00	0,00	8,19	0,00	8,92	0,00	0,00	-7,33
TC-1	1,44	0,00	-6,01	0,00	0,00	11,38	0,00	8,92	0,00	0,00	-11,62
TC-1	1,93	0,00	-4,76	0,00	0,00	13,97	0,00	8,92	0,00	0,00	-15,91
TC-1	2,41	0,00	-3,50	0,00	0,00	15,96	0,00	8,92	0,00	0,00	-20,20
TC-1	2,89	0,00	-2,24	0,00	0,00	17,34	0,00	8,92	0,00	0,00	-24,49
TC-1	3,37	0,00	-0,99	0,00	0,00	18,12	0,00	8,92	0,00	0,00	-28,79
TC-1	3,85	0,00	0,27	0,00	0,00	18,29	0,00	8,92	0,00	0,00	-33,08
TC-2	0,00	0,00	-13,29	0,00	0,00	-0,01	0,00	14,61	0,00	0,00	1,94
TC-2	0,48	0,00	-12,04	0,00	0,00	6,08	0,00	14,61	0,00	0,00	-5,09
TC-2	0,96	0,00	-10,78	0,00	0,00	11,57	0,00	14,61	0,00	0,00	-12,12
TC-2	1,44	0,00	-9,52	0,00	0,00	16,46	0,00	14,61	0,00	0,00	-19,15
TC-2	1,93	0,00	-8,27	0,00	0,00	20,74	0,00	14,61	0,00	0,00	-26,18
TC-2	2,41	0,00	-7,01	0,00	0,00	24,42	0,00	14,61	0,00	0,00	-33,21
TC-2	2,89	0,00	-5,76	0,00	0,00	27,49	0,00	14,61	0,00	0,00	-40,24
TC-2	3,37	0,00	-4,50	0,00	0,00	29,96	0,00	14,61	0,00	0,00	-47,27
TC-2	3,85	0,00	-3,24	0,00	0,00	31,82	0,00	14,61	0,00	0,00	-54,30
TC-3	0,00	0,00	-14,82	0,00	0,00	-0,01	0,00	17,22	0,00	0,00	2,13
TC-3	0,48	0,00	-13,56	0,00	0,00	6,82	0,00	17,22	0,00	0,00	-6,16
TC-3	0,96	0,00	-12,30	0,00	0,00	13,05	0,00	17,22	0,00	0,00	-14,44
TC-3	1,44	0,00	-11,05	0,00	0,00	18,67	0,00	17,22	0,00	0,00	-22,73
TC-3	1,93	0,00	-9,79	0,00	0,00	23,68	0,00	17,22	0,00	0,00	-31,02
TC-3	2,41	0,00	-8,54	0,00	0,00	28,09	0,00	17,22	0,00	0,00	-39,30
TC-3	2,89	0,00	-7,28	0,00	0,00	31,90	0,00	17,22	0,00	0,00	-47,59
TC-3	3,37	0,00	-6,02	0,00	0,00	35,10	0,00	17,22	0,00	0,00	-55,87
TC-3	3,85	0,00	-4,77	0,00	0,00	37,69	0,00	17,22	0,00	0,00	-64,16
TC-4	0,00	0,00	-15,21	0,00	0,00	-0,01	0,00	17,94	0,00	0,00	2,21
TC-4	0,48	0,00	-13,95	0,00	0,00	7,01	0,00	17,94	0,00	0,00	-6,42
TC-4	0,96	0,00	-12,70	0,00	0,00	13,42	0,00	17,94	0,00	0,00	-15,05
TC-4	1,44	0,00	-11,44	0,00	0,00	19,23	0,00	17,94	0,00	0,00	-23,69
TC-4	1,93	0,00	-10,18	0,00	0,00	24,43	0,00	17,94	0,00	0,00	-32,32
TC-4	2,41	0,00	-8,93	0,00	0,00	29,03	0,00	17,94	0,00	0,00	-40,96
TC-4	2,89	0,00	-7,67	0,00	0,00	33,03	0,00	17,94	0,00	0,00	-49,59
TC-4	3,37	0,00	-6,42	0,00	0,00	36,42	0,00	17,94	0,00	0,00	-58,23
TC-4	3,85	0,00	-5,16	0,00	0,00	39,20	0,00	17,94	0,00	0,00	-66,86
TC-5	0,00	0,00	-14,82	0,00	0,00	-0,01	0,00	17,22	0,00	0,00	2,13
TC-5	0,48	0,00	-13,56	0,00	0,00	6,82	0,00	17,22	0,00	0,00	-6,16
TC-5	0,96	0,00	-12,30	0,00	0,00	13,05	0,00	17,22	0,00	0,00	-14,44
TC-5	1,44	0,00	-11,05	0,00	0,00	18,67	0,00	17,22	0,00	0,00	-22,73
TC-5	1,93	0,00	-9,79	0,00	0,00	23,68	0,00	17,22	0,00	0,00	-31,02
TC-5	2,41	0,00	-8,54	0,00	0,00	28,09	0,00	17,22	0,00	0,00	-39,30
TC-5	2,89	0,00	-7,28	0,00	0,00	31,90	0,00	17,22	0,00	0,00	-47,59
TC-5	3,37	0,00	-6,02	0,00	0,00	35,10	0,00	17,22	0,00	0,00	-55,87
TC-5	3,85	0,00	-4,77	0,00	0,00	37,69	0,00	17,22	0,00	0,00	-64,16
TC-6	0,00	0,00	-13,29	0,00	0,00	-0,01	0,00	14,61	0,00	0,00	1,94
TC-6	0,48	0,00	-12,04	0,00	0,00	6,08	0,00	14,61	0,00	0,00	-5,09
TC-6	0,96	0,00	-10,78	0,00	0,00	11,57	0,00	14,61	0,00	0,00	-12,12
TC-6	1,44	0,00	-9,52	0,00	0,00	16,46	0,00	14,61	0,00	0,00	-19,15
TC-6	1,93	0,00	-8,27	0,00	0,00	20,74	0,00	14,61	0,00	0,00	-26,18
TC-6	2,41	0,00	-7,01	0,00	0,00	24,42	0,00	14,61	0,00	0,00	-33,21
TC-6	2,89	0,00	-5,76	0,00	0,00	27,49	0,00	14,61	0,00	0,00	-40,24
TC-6	3,37	0,00	-4,50	0,00	0,00	29,96	0,00	14,61	0,00	0,00	-47,27
TC-6	3,85	0,00	-3,24	0,00	0,00	31,82	0,00	14,61	0,00	0,00	-54,30
TC-7	0,00	0,00	-9,78	0,00	0,00	-0,02	0,00	8,92	0,00	0,00	1,25
TC-7	0,48	0,00	-8,52	0,00	0,00	4,39	0,00	8,92	0,00	0,00	-3,04
TC-7	0,96	0,00	-7,27	0,00	0,00	8,19	0,00	8,92	0,00	0,00	-7,33
TC-7	1,44	0,00	-6,01	0,00	0,00	11,38	0,00	8,92	0,00	0,00	-11,62
TC-7	1,93	0,00	-4,76	0,00	0,00	13,97	0,00	8,92	0,00	0,00	-15,91
TC-7	2,41	0,00	-3,50	0,00	0,00	15,96	0,00	8,92	0,00	0,00	-20,20
TC-7	2,89	0,00	-2,24	0,00	0,00	17,34	0,00	8,92	0,00	0,00	-24,49
TC-7	3,37	0,00	-0,99	0,00	0,00	18,12	0,00	8,92	0,00	0,00	-28,79
TC-7	3,85	0,00	0,27	0,00	0,00	18,29	0,00	8,92	0,00	0,00	-33,08

ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 1 (PESI PROPRI STRUTTURALI)					FASE 2A (CARICHI PERMANENTI PORTATI)				
		N _k [kN]	V _{L,k} [kN]	V _{T,k} [kN]	M _{T,k} [kNm]	M _{L,k} [kNm]	N _k [kN]	V _{L,k} [kN]	V _{T,k} [kN]	M _{T,k} [kNm]	M _{L,k} [kNm]
TC-8	0,00	0,00	-0,27	0,00	0,00	18,29	0,00	-8,23	0,00	0,00	-32,12
TC-8	0,48	0,00	0,99	0,00	0,00	18,12	0,00	-8,23	0,00	0,00	-28,16
TC-8	0,96	0,00	2,24	0,00	0,00	17,34	0,00	-8,23	0,00	0,00	-24,20
TC-8	1,44	0,00	3,50	0,00	0,00	15,96	0,00	-8,23	0,00	0,00	-20,24
TC-8	1,93	0,00	4,76	0,00	0,00	13,97	0,00	-8,23	0,00	0,00	-16,28
TC-8	2,41	0,00	6,01	0,00	0,00	11,38	0,00	-8,23	0,00	0,00	-12,32
TC-8	2,89	0,00	7,27	0,00	0,00	8,19	0,00	-8,23	0,00	0,00	-8,36
TC-8	3,37	0,00	8,52	0,00	0,00	4,39	0,00	-8,23	0,00	0,00	-4,40
TC-8	3,85	0,00	9,78	0,00	0,00	-0,02	0,00	-8,23	0,00	0,00	-0,44
TC-9	0,00	0,00	3,24	0,00	0,00	31,82	0,00	-13,43	0,00	0,00	-52,68
TC-9	0,48	0,00	4,50	0,00	0,00	29,96	0,00	-13,43	0,00	0,00	-46,22
TC-9	0,96	0,00	5,76	0,00	0,00	27,49	0,00	-13,43	0,00	0,00	-39,76
TC-9	1,44	0,00	7,01	0,00	0,00	24,42	0,00	-13,43	0,00	0,00	-33,30
TC-9	1,93	0,00	8,27	0,00	0,00	20,74	0,00	-13,43	0,00	0,00	-26,83
TC-9	2,41	0,00	9,53	0,00	0,00	16,46	0,00	-13,43	0,00	0,00	-20,37
TC-9	2,89	0,00	10,78	0,00	0,00	11,57	0,00	-13,43	0,00	0,00	-13,91
TC-9	3,37	0,00	12,04	0,00	0,00	6,08	0,00	-13,43	0,00	0,00	-7,45
TC-9	3,85	0,00	13,29	0,00	0,00	-0,01	0,00	-13,43	0,00	0,00	-0,98
TC-10	0,00	0,00	4,77	0,00	0,00	37,69	0,00	-15,83	0,00	0,00	-62,24
TC-10	0,48	0,00	6,02	0,00	0,00	35,10	0,00	-15,83	0,00	0,00	-54,63
TC-10	0,96	0,00	7,28	0,00	0,00	31,90	0,00	-15,83	0,00	0,00	-47,01
TC-10	1,44	0,00	8,54	0,00	0,00	28,09	0,00	-15,83	0,00	0,00	-39,39
TC-10	1,93	0,00	9,79	0,00	0,00	23,68	0,00	-15,83	0,00	0,00	-31,78
TC-10	2,41	0,00	11,05	0,00	0,00	18,67	0,00	-15,83	0,00	0,00	-24,16
TC-10	2,89	0,00	12,31	0,00	0,00	13,05	0,00	-15,83	0,00	0,00	-16,55
TC-10	3,37	0,00	13,56	0,00	0,00	6,82	0,00	-15,83	0,00	0,00	-8,93
TC-10	3,85	0,00	14,82	0,00	0,00	-0,01	0,00	-15,83	0,00	0,00	-1,32
TC-11	0,00	0,00	5,16	0,00	0,00	39,20	0,00	-16,45	0,00	0,00	-64,81
TC-11	0,48	0,00	6,42	0,00	0,00	36,42	0,00	-16,45	0,00	0,00	-56,89
TC-11	0,96	0,00	7,67	0,00	0,00	33,03	0,00	-16,45	0,00	0,00	-48,97
TC-11	1,44	0,00	8,93	0,00	0,00	29,03	0,00	-16,45	0,00	0,00	-41,05
TC-11	1,93	0,00	10,18	0,00	0,00	24,43	0,00	-16,45	0,00	0,00	-33,13
TC-11	2,41	0,00	11,44	0,00	0,00	19,23	0,00	-16,45	0,00	0,00	-25,22
TC-11	2,89	0,00	12,70	0,00	0,00	13,42	0,00	-16,45	0,00	0,00	-17,30
TC-11	3,37	0,00	13,95	0,00	0,00	7,01	0,00	-16,45	0,00	0,00	-9,38
TC-11	3,85	0,00	15,21	0,00	0,00	-0,01	0,00	-16,45	0,00	0,00	-1,46
TC-12	0,00	0,00	4,77	0,00	0,00	37,69	0,00	-15,83	0,00	0,00	-62,24
TC-12	0,48	0,00	6,02	0,00	0,00	35,10	0,00	-15,83	0,00	0,00	-54,63
TC-12	0,96	0,00	7,28	0,00	0,00	31,90	0,00	-15,83	0,00	0,00	-47,01
TC-12	1,44	0,00	8,54	0,00	0,00	28,09	0,00	-15,83	0,00	0,00	-39,39
TC-12	1,93	0,00	9,79	0,00	0,00	23,68	0,00	-15,83	0,00	0,00	-31,78
TC-12	2,41	0,00	11,05	0,00	0,00	18,67	0,00	-15,83	0,00	0,00	-24,16
TC-12	2,89	0,00	12,31	0,00	0,00	13,05	0,00	-15,83	0,00	0,00	-16,55
TC-12	3,37	0,00	13,56	0,00	0,00	6,82	0,00	-15,83	0,00	0,00	-8,93
TC-12	3,85	0,00	14,82	0,00	0,00	-0,01	0,00	-15,83	0,00	0,00	-1,32
TC-13	0,00	0,00	3,24	0,00	0,00	31,82	0,00	-13,43	0,00	0,00	-52,68
TC-13	0,48	0,00	4,50	0,00	0,00	29,96	0,00	-13,43	0,00	0,00	-46,22
TC-13	0,96	0,00	5,76	0,00	0,00	27,49	0,00	-13,43	0,00	0,00	-39,76
TC-13	1,44	0,00	7,01	0,00	0,00	24,42	0,00	-13,43	0,00	0,00	-33,30
TC-13	1,93	0,00	8,27	0,00	0,00	20,74	0,00	-13,43	0,00	0,00	-26,83
TC-13	2,41	0,00	9,53	0,00	0,00	16,46	0,00	-13,43	0,00	0,00	-20,37
TC-13	2,89	0,00	10,78	0,00	0,00	11,57	0,00	-13,43	0,00	0,00	-13,91
TC-13	3,37	0,00	12,04	0,00	0,00	6,08	0,00	-13,43	0,00	0,00	-7,45
TC-13	3,85	0,00	13,29	0,00	0,00	-0,01	0,00	-13,43	0,00	0,00	-0,98
TC-14	0,00	0,00	-0,27	0,00	0,00	18,29	0,00	-8,23	0,00	0,00	-32,12
TC-14	0,48	0,00	0,99	0,00	0,00	18,12	0,00	-8,23	0,00	0,00	-28,16
TC-14	0,96	0,00	2,24	0,00	0,00	17,34	0,00	-8,23	0,00	0,00	-24,20
TC-14	1,44	0,00	3,50	0,00	0,00	15,96	0,00	-8,23	0,00	0,00	-20,24
TC-14	1,93	0,00	4,76	0,00	0,00	13,97	0,00	-8,23	0,00	0,00	-16,28
TC-14	2,41	0,00	6,01	0,00	0,00	11,38	0,00	-8,23	0,00	0,00	-12,32
TC-14	2,89	0,00	7,27	0,00	0,00	8,19	0,00	-8,23	0,00	0,00	-8,36
TC-14	3,37	0,00	8,52	0,00	0,00	4,39	0,00	-8,23	0,00	0,00	-4,40
TC-14	3,85	0,00	9,78	0,00	0,00	-0,02	0,00	-8,23	0,00	0,00	-0,44

ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MASSIMI)					FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MINIMI)				
		N _k [kN]	V _{L,k} [kN]	V _{T,k} [kN]	M _{T,k} [kNm]	M _{L,k} [kNm]	N _k [kN]	V _{L,k} [kN]	V _{T,k} [kN]	M _{T,k} [kNm]	M _{L,k} [kNm]
TC-1	0,00	0,00	131,58	0,00	0,00	408,11	0,00	-16,79	0,00	0,00	-6,52
TC-1	0,48	0,00	131,58	0,00	0,00	365,66	0,00	-16,79	0,00	0,00	-18,24
TC-1	0,96	0,00	131,58	0,00	0,00	323,21	0,00	-16,79	0,00	0,00	-29,95
TC-1	1,44	0,00	131,58	0,00	0,00	280,76	0,00	-16,79	0,00	0,00	-41,67
TC-1	1,93	0,00	131,58	0,00	0,00	238,31	0,00	-16,79	0,00	0,00	-53,39
TC-1	2,41	0,00	131,58	0,00	0,00	195,86	0,00	-16,79	0,00	0,00	-65,11
TC-1	2,89	0,00	131,58	0,00	0,00	153,41	0,00	-16,79	0,00	0,00	-76,82
TC-1	3,37	0,00	131,58	0,00	0,00	110,96	0,00	-16,79	0,00	0,00	-88,54
TC-1	3,85	0,00	131,58	0,00	0,00	68,51	0,00	-16,79	0,00	0,00	-100,26
TC-2	0,00	0,00	126,74	0,00	0,00	410,99	0,00	-23,08	0,00	0,00	-6,87
TC-2	0,48	0,00	126,74	0,00	0,00	371,59	0,00	-23,08	0,00	0,00	-16,12
TC-2	0,96	0,00	126,74	0,00	0,00	332,19	0,00	-23,08	0,00	0,00	-25,37
TC-2	1,44	0,00	126,74	0,00	0,00	292,79	0,00	-23,08	0,00	0,00	-34,61
TC-2	1,93	0,00	126,74	0,00	0,00	253,39	0,00	-23,08	0,00	0,00	-43,86
TC-2	2,41	0,00	126,74	0,00	0,00	214,00	0,00	-23,08	0,00	0,00	-53,11
TC-2	2,89	0,00	126,74	0,00	0,00	174,60	0,00	-23,08	0,00	0,00	-62,35
TC-2	3,37	0,00	126,74	0,00	0,00	135,20	0,00	-23,08	0,00	0,00	-71,60
TC-2	3,85	0,00	126,74	0,00	0,00	95,80	0,00	-23,08	0,00	0,00	-80,85
TC-3	0,00	0,00	126,33	0,00	0,00	412,62	0,00	-23,88	0,00	0,00	-6,51
TC-3	0,48	0,00	126,33	0,00	0,00	373,48	0,00	-23,88	0,00	0,00	-15,48
TC-3	0,96	0,00	126,33	0,00	0,00	334,35	0,00	-23,88	0,00	0,00	-24,44
TC-3	1,44	0,00	126,33	0,00	0,00	295,22	0,00	-23,88	0,00	0,00	-33,41
TC-3	1,93	0,00	126,33	0,00	0,00	256,09	0,00	-23,88	0,00	0,00	-42,38
TC-3	2,41	0,00	126,33	0,00	0,00	216,96	0,00	-23,88	0,00	0,00	-51,34
TC-3	2,89	0,00	126,33	0,00	0,00	177,83	0,00	-23,88	0,00	0,00	-60,31
TC-3	3,37	0,00	126,33	0,00	0,00	138,69	0,00	-23,88	0,00	0,00	-69,28
TC-3	3,85	0,00	126,33	0,00	0,00	99,56	0,00	-23,88	0,00	0,00	-78,24
TC-4	0,00	0,00	126,13	0,00	0,00	412,87	0,00	-23,81	0,00	0,00	-6,28
TC-4	0,48	0,00	126,13	0,00	0,00	373,71	0,00	-23,81	0,00	0,00	-15,16
TC-4	0,96	0,00	126,13	0,00	0,00	334,55	0,00	-23,81	0,00	0,00	-24,04
TC-4	1,44	0,00	126,13	0,00	0,00	295,40	0,00	-23,81	0,00	0,00	-32,92
TC-4	1,93	0,00	126,13	0,00	0,00	256,24	0,00	-23,81	0,00	0,00	-41,80
TC-4	2,41	0,00	126,13	0,00	0,00	217,08	0,00	-23,81	0,00	0,00	-50,68
TC-4	2,89	0,00	126,13	0,00	0,00	177,92	0,00	-23,81	0,00	0,00	-59,56
TC-4	3,37	0,00	126,13	0,00	0,00	138,76	0,00	-23,81	0,00	0,00	-68,45
TC-4	3,85	0,00	126,13	0,00	0,00	99,61	0,00	-23,81	0,00	0,00	-77,33
TC-5	0,00	0,00	126,33	0,00	0,00	412,62	0,00	-23,88	0,00	0,00	-6,51
TC-5	0,48	0,00	126,33	0,00	0,00	373,48	0,00	-23,88	0,00	0,00	-15,48
TC-5	0,96	0,00	126,33	0,00	0,00	334,35	0,00	-23,88	0,00	0,00	-24,44
TC-5	1,44	0,00	126,33	0,00	0,00	295,22	0,00	-23,88	0,00	0,00	-33,41
TC-5	1,93	0,00	126,33	0,00	0,00	256,09	0,00	-23,88	0,00	0,00	-42,38
TC-5	2,41	0,00	126,33	0,00	0,00	216,96	0,00	-23,88	0,00	0,00	-51,34
TC-5	2,89	0,00	126,33	0,00	0,00	177,82	0,00	-23,88	0,00	0,00	-60,31
TC-5	3,37	0,00	126,33	0,00	0,00	138,69	0,00	-23,88	0,00	0,00	-69,27
TC-5	3,85	0,00	126,33	0,00	0,00	99,56	0,00	-23,88	0,00	0,00	-78,24
TC-6	0,00	0,00	126,74	0,00	0,00	410,99	0,00	-23,08	0,00	0,00	-6,87
TC-6	0,48	0,00	126,74	0,00	0,00	371,59	0,00	-23,08	0,00	0,00	-16,12
TC-6	0,96	0,00	126,74	0,00	0,00	332,19	0,00	-23,08	0,00	0,00	-25,37
TC-6	1,44	0,00	126,74	0,00	0,00	292,79	0,00	-23,08	0,00	0,00	-34,61
TC-6	1,93	0,00	126,74	0,00	0,00	253,39	0,00	-23,08	0,00	0,00	-43,86
TC-6	2,41	0,00	126,74	0,00	0,00	214,00	0,00	-23,08	0,00	0,00	-53,11
TC-6	2,89	0,00	126,74	0,00	0,00	174,60	0,00	-23,08	0,00	0,00	-62,35
TC-6	3,37	0,00	126,74	0,00	0,00	135,20	0,00	-23,08	0,00	0,00	-71,60
TC-6	3,85	0,00	126,74	0,00	0,00	95,80	0,00	-23,08	0,00	0,00	-80,85
TC-7	0,00	0,00	131,58	0,00	0,00	408,11	0,00	-16,79	0,00	0,00	-6,52
TC-7	0,48	0,00	131,58	0,00	0,00	365,66	0,00	-16,79	0,00	0,00	-18,24
TC-7	0,96	0,00	131,58	0,00	0,00	323,21	0,00	-16,79	0,00	0,00	-29,95
TC-7	1,44	0,00	131,58	0,00	0,00	280,76	0,00	-16,79	0,00	0,00	-41,67
TC-7	1,93	0,00	131,58	0,00	0,00	238,31	0,00	-16,79	0,00	0,00	-53,39
TC-7	2,41	0,00	131,58	0,00	0,00	195,86	0,00	-16,79	0,00	0,00	-65,11
TC-7	2,89	0,00	131,58	0,00	0,00	153,41	0,00	-16,79	0,00	0,00	-76,82
TC-7	3,37	0,00	131,58	0,00	0,00	110,96	0,00	-16,79	0,00	0,00	-88,54
TC-7	3,85	0,00	131,58	0,00	0,00	68,51	0,00	-16,79	0,00	0,00	-100,26

ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MASSIMI)					FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MINIMI)				
		N _k [kN]	V _{L,k} [kN]	V _{T,k} [kN]	M _{T,k} [kNm]	M _{L,k} [kNm]	N _k [kN]	V _{L,k} [kN]	V _{T,k} [kN]	M _{T,k} [kNm]	M _{L,k} [kNm]
TC-8	0,00	0,00	33,44	0,00	0,00	119,94	0,00	-21,09	0,00	0,00	-78,96
TC-8	0,48	0,00	33,44	0,00	0,00	105,47	0,00	-21,09	0,00	0,00	-70,51
TC-8	0,96	0,00	33,44	0,00	0,00	90,99	0,00	-21,09	0,00	0,00	-62,05
TC-8	1,44	0,00	33,44	0,00	0,00	76,51	0,00	-21,09	0,00	0,00	-53,60
TC-8	1,93	0,00	33,44	0,00	0,00	62,03	0,00	-21,09	0,00	0,00	-45,14
TC-8	2,41	0,00	33,44	0,00	0,00	47,55	0,00	-21,09	0,00	0,00	-36,69
TC-8	2,89	0,00	33,44	0,00	0,00	33,07	0,00	-21,09	0,00	0,00	-28,23
TC-8	3,37	0,00	33,44	0,00	0,00	18,59	0,00	-21,09	0,00	0,00	-19,78
TC-8	3,85	0,00	33,44	0,00	0,00	4,11	0,00	-21,09	0,00	0,00	-11,32
TC-9	0,00	0,00	43,91	0,00	0,00	158,44	0,00	-16,34	0,00	0,00	-62,81
TC-9	0,48	0,00	43,91	0,00	0,00	139,06	0,00	-16,34	0,00	0,00	-56,58
TC-9	0,96	0,00	43,91	0,00	0,00	119,67	0,00	-16,34	0,00	0,00	-50,35
TC-9	1,44	0,00	43,91	0,00	0,00	100,28	0,00	-16,34	0,00	0,00	-44,12
TC-9	1,93	0,00	43,91	0,00	0,00	80,90	0,00	-16,34	0,00	0,00	-37,89
TC-9	2,41	0,00	43,91	0,00	0,00	61,51	0,00	-16,34	0,00	0,00	-31,66
TC-9	2,89	0,00	43,91	0,00	0,00	42,12	0,00	-16,34	0,00	0,00	-25,44
TC-9	3,37	0,00	43,91	0,00	0,00	22,73	0,00	-16,34	0,00	0,00	-19,21
TC-9	3,85	0,00	43,91	0,00	0,00	3,35	0,00	-16,34	0,00	0,00	-12,98
TC-10	0,00	0,00	45,69	0,00	0,00	165,28	0,00	-15,24	0,00	0,00	-59,10
TC-10	0,48	0,00	45,69	0,00	0,00	145,06	0,00	-15,24	0,00	0,00	-53,34
TC-10	0,96	0,00	45,69	0,00	0,00	124,84	0,00	-15,24	0,00	0,00	-47,57
TC-10	1,44	0,00	45,69	0,00	0,00	104,62	0,00	-15,24	0,00	0,00	-41,81
TC-10	1,93	0,00	45,69	0,00	0,00	84,41	0,00	-15,24	0,00	0,00	-36,04
TC-10	2,41	0,00	45,69	0,00	0,00	64,19	0,00	-15,24	0,00	0,00	-30,28
TC-10	2,89	0,00	45,69	0,00	0,00	43,97	0,00	-15,24	0,00	0,00	-24,51
TC-10	3,37	0,00	45,69	0,00	0,00	23,75	0,00	-15,24	0,00	0,00	-18,75
TC-10	3,85	0,00	45,69	0,00	0,00	3,53	0,00	-15,24	0,00	0,00	-12,98
TC-11	0,00	0,00	45,46	0,00	0,00	164,62	0,00	-14,86	0,00	0,00	-57,87
TC-11	0,48	0,00	45,46	0,00	0,00	144,49	0,00	-14,86	0,00	0,00	-52,25
TC-11	0,96	0,00	45,46	0,00	0,00	124,35	0,00	-14,86	0,00	0,00	-46,62
TC-11	1,44	0,00	45,46	0,00	0,00	104,21	0,00	-14,86	0,00	0,00	-41,00
TC-11	1,93	0,00	45,46	0,00	0,00	84,07	0,00	-14,86	0,00	0,00	-35,37
TC-11	2,41	0,00	45,46	0,00	0,00	63,93	0,00	-14,86	0,00	0,00	-29,75
TC-11	2,89	0,00	45,46	0,00	0,00	43,79	0,00	-14,86	0,00	0,00	-24,13
TC-11	3,37	0,00	45,46	0,00	0,00	23,65	0,00	-14,86	0,00	0,00	-18,50
TC-11	3,85	0,00	45,46	0,00	0,00	3,52	0,00	-14,86	0,00	0,00	-12,88
TC-12	0,00	0,00	45,69	0,00	0,00	165,28	0,00	-15,24	0,00	0,00	-59,10
TC-12	0,48	0,00	45,69	0,00	0,00	145,06	0,00	-15,24	0,00	0,00	-53,34
TC-12	0,96	0,00	45,69	0,00	0,00	124,84	0,00	-15,24	0,00	0,00	-47,57
TC-12	1,44	0,00	45,69	0,00	0,00	104,62	0,00	-15,24	0,00	0,00	-41,81
TC-12	1,93	0,00	45,69	0,00	0,00	84,41	0,00	-15,24	0,00	0,00	-36,04
TC-12	2,41	0,00	45,69	0,00	0,00	64,19	0,00	-15,24	0,00	0,00	-30,28
TC-12	2,89	0,00	45,69	0,00	0,00	43,97	0,00	-15,24	0,00	0,00	-24,51
TC-12	3,37	0,00	45,69	0,00	0,00	23,75	0,00	-15,24	0,00	0,00	-18,75
TC-12	3,85	0,00	45,69	0,00	0,00	3,53	0,00	-15,24	0,00	0,00	-12,98
TC-13	0,00	0,00	43,91	0,00	0,00	158,44	0,00	-16,34	0,00	0,00	-62,81
TC-13	0,48	0,00	43,91	0,00	0,00	139,06	0,00	-16,34	0,00	0,00	-56,58
TC-13	0,96	0,00	43,91	0,00	0,00	119,67	0,00	-16,34	0,00	0,00	-50,35
TC-13	1,44	0,00	43,91	0,00	0,00	100,28	0,00	-16,34	0,00	0,00	-44,12
TC-13	1,93	0,00	43,91	0,00	0,00	80,90	0,00	-16,34	0,00	0,00	-37,89
TC-13	2,41	0,00	43,91	0,00	0,00	61,51	0,00	-16,34	0,00	0,00	-31,66
TC-13	2,89	0,00	43,91	0,00	0,00	42,12	0,00	-16,34	0,00	0,00	-25,44
TC-13	3,37	0,00	43,91	0,00	0,00	22,73	0,00	-16,34	0,00	0,00	-19,21
TC-13	3,85	0,00	43,91	0,00	0,00	3,35	0,00	-16,34	0,00	0,00	-12,98
TC-14	0,00	0,00	33,44	0,00	0,00	119,94	0,00	-21,09	0,00	0,00	-78,96
TC-14	0,48	0,00	33,44	0,00	0,00	105,47	0,00	-21,09	0,00	0,00	-70,51
TC-14	0,96	0,00	33,44	0,00	0,00	90,99	0,00	-21,09	0,00	0,00	-62,05
TC-14	1,44	0,00	33,44	0,00	0,00	76,51	0,00	-21,09	0,00	0,00	-53,60
TC-14	1,93	0,00	33,44	0,00	0,00	62,03	0,00	-21,09	0,00	0,00	-45,14
TC-14	2,41	0,00	33,44	0,00	0,00	47,55	0,00	-21,09	0,00	0,00	-36,69
TC-14	2,89	0,00	33,44	0,00	0,00	33,07	0,00	-21,09	0,00	0,00	-28,23
TC-14	3,37	0,00	33,44	0,00	0,00	18,59	0,00	-21,09	0,00	0,00	-19,78
TC-14	3,85	0,00	33,44	0,00	0,00	4,11	0,00	-21,09	0,00	0,00	-11,32

15.5.3. *Trasversi di testata*

ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 1 (PESI PROPRI STRUTTURALI)					FASE 2A (CARICHI PERMANENTI PORTATI)				
		N _k [kN]	V _{L,k} [kN]	V _{T,k} [kN]	M _{T,k} [kNm]	M _{L,k} [kNm]	N _k [kN]	V _{L,k} [kN]	V _{T,k} [kN]	M _{T,k} [kNm]	M _{L,k} [kNm]
TT-1	0,00	0,00	-5,02	0,00	0,00	0,04	0,00	-4,71	0,00	0,00	-11,50
TT-1	0,48	0,00	-3,40	0,00	0,00	2,07	0,00	-4,71	0,00	0,00	-9,23
TT-1	0,96	0,00	-1,77	0,00	0,00	3,31	0,00	-4,71	0,00	0,00	-6,97
TT-1	1,44	0,00	-0,15	0,00	0,00	3,78	0,00	-4,71	0,00	0,00	-4,70
TT-1	1,93	0,00	1,47	0,00	0,00	3,46	0,00	-4,71	0,00	0,00	-2,43
TT-1	2,41	0,00	3,09	0,00	0,00	2,36	0,00	-4,71	0,00	0,00	-0,17
TT-1	2,89	0,00	4,72	0,00	0,00	0,48	0,00	-4,71	0,00	0,00	2,10
TT-1	3,37	0,00	6,34	0,00	0,00	-2,18	0,00	-4,71	0,00	0,00	4,37
TT-1	3,85	0,00	7,96	0,00	0,00	-5,62	0,00	-4,71	0,00	0,00	6,63
TT-2	0,00	0,00	-5,02	0,00	0,00	0,04	0,00	-4,71	0,00	0,00	-11,50
TT-2	0,48	0,00	-3,40	0,00	0,00	2,07	0,00	-4,71	0,00	0,00	-9,23
TT-2	0,96	0,00	-1,77	0,00	0,00	3,31	0,00	-4,71	0,00	0,00	-6,97
TT-2	1,44	0,00	-0,15	0,00	0,00	3,78	0,00	-4,71	0,00	0,00	-4,70
TT-2	1,93	0,00	1,47	0,00	0,00	3,46	0,00	-4,71	0,00	0,00	-2,43
TT-2	2,41	0,00	3,09	0,00	0,00	2,36	0,00	-4,71	0,00	0,00	-0,17
TT-2	2,89	0,00	4,72	0,00	0,00	0,48	0,00	-4,71	0,00	0,00	2,10
TT-2	3,37	0,00	6,34	0,00	0,00	-2,18	0,00	-4,71	0,00	0,00	4,37
TT-2	3,85	0,00	7,96	0,00	0,00	-5,62	0,00	-4,71	0,00	0,00	6,63
TT-3	0,00	0,00	-7,96	0,00	0,00	-5,62	0,00	-2,77	0,00	0,00	-4,16
TT-3	0,48	0,00	-6,34	0,00	0,00	-2,18	0,00	-2,77	0,00	0,00	-2,82
TT-3	0,96	0,00	-4,72	0,00	0,00	0,48	0,00	-2,77	0,00	0,00	-1,49
TT-3	1,44	0,00	-3,09	0,00	0,00	2,36	0,00	-2,77	0,00	0,00	-0,16
TT-3	1,93	0,00	-1,47	0,00	0,00	3,46	0,00	-2,77	0,00	0,00	1,18
TT-3	2,41	0,00	0,15	0,00	0,00	3,78	0,00	-2,77	0,00	0,00	2,51
TT-3	2,89	0,00	1,77	0,00	0,00	3,31	0,00	-2,77	0,00	0,00	3,84
TT-3	3,37	0,00	3,40	0,00	0,00	2,07	0,00	-2,77	0,00	0,00	5,17
TT-3	3,85	0,00	5,02	0,00	0,00	0,04	0,00	-2,77	0,00	0,00	6,51
TT-4	0,00	0,00	-7,96	0,00	0,00	-5,62	0,00	-2,77	0,00	0,00	-4,16
TT-4	0,48	0,00	-6,34	0,00	0,00	-2,18	0,00	-2,77	0,00	0,00	-2,82
TT-4	0,96	0,00	-4,72	0,00	0,00	0,48	0,00	-2,77	0,00	0,00	-1,49
TT-4	1,44	0,00	-3,09	0,00	0,00	2,36	0,00	-2,77	0,00	0,00	-0,16
TT-4	1,93	0,00	-1,47	0,00	0,00	3,46	0,00	-2,77	0,00	0,00	1,18
TT-4	2,41	0,00	0,15	0,00	0,00	3,78	0,00	-2,77	0,00	0,00	2,51
TT-4	2,89	0,00	1,77	0,00	0,00	3,31	0,00	-2,77	0,00	0,00	3,84
TT-4	3,37	0,00	3,40	0,00	0,00	2,07	0,00	-2,77	0,00	0,00	5,17
TT-4	3,85	0,00	5,02	0,00	0,00	0,04	0,00	-2,77	0,00	0,00	6,51

ELEMENTO	ASCISSA ELEMENTO	FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MASSIMI)					FASE 3 (TRAFFICO - INVILUPPO DEI MINIMI)				
		N _k [kN]	V _{L,k} [kN]	V _{T,k} [kN]	M _{T,k} [kNm]	M _{L,k} [kNm]	N _k [kN]	V _{L,k} [kN]	V _{T,k} [kN]	M _{T,k} [kNm]	M _{L,k} [kNm]
TT-1	0,00	0,00	175,97	0,00	0,00	499,13	0,00	-9,41	0,00	0,00	-22,72
TT-1	0,48	0,00	175,97	0,00	0,00	438,51	0,00	-9,41	0,00	0,00	-42,98
TT-1	0,96	0,00	175,97	0,00	0,00	377,89	0,00	-9,41	0,00	0,00	-63,25
TT-1	1,44	0,00	175,97	0,00	0,00	317,26	0,00	-9,41	0,00	0,00	-83,52
TT-1	1,93	0,00	175,97	0,00	0,00	256,64	0,00	-9,41	0,00	0,00	-103,79
TT-1	2,41	0,00	175,97	0,00	0,00	196,02	0,00	-9,41	0,00	0,00	-124,05
TT-1	2,89	0,00	175,97	0,00	0,00	135,39	0,00	-9,41	0,00	0,00	-144,32
TT-1	3,37	0,00	175,97	0,00	0,00	74,77	0,00	-9,41	0,00	0,00	-164,59
TT-1	3,85	0,00	175,97	0,00	0,00	14,15	0,00	-9,41	0,00	0,00	-184,86
TT-2	0,00	0,00	175,97	0,00	0,00	499,13	0,00	-9,41	0,00	0,00	-22,72
TT-2	0,48	0,00	175,97	0,00	0,00	438,51	0,00	-9,41	0,00	0,00	-42,98
TT-2	0,96	0,00	175,97	0,00	0,00	377,88	0,00	-9,41	0,00	0,00	-63,25
TT-2	1,44	0,00	175,97	0,00	0,00	317,26	0,00	-9,41	0,00	0,00	-83,52
TT-2	1,93	0,00	175,97	0,00	0,00	256,64	0,00	-9,41	0,00	0,00	-103,79
TT-2	2,41	0,00	175,97	0,00	0,00	196,02	0,00	-9,41	0,00	0,00	-124,05
TT-2	2,89	0,00	175,97	0,00	0,00	135,39	0,00	-9,41	0,00	0,00	-144,32
TT-2	3,37	0,00	175,97	0,00	0,00	74,77	0,00	-9,41	0,00	0,00	-164,59
TT-2	3,85	0,00	175,97	0,00	0,00	14,15	0,00	-9,41	0,00	0,00	-184,86
TT-3	0,00	0,00	15,90	0,00	0,00	59,79	0,00	-36,22	0,00	0,00	-126,01
TT-3	0,48	0,00	15,90	0,00	0,00	55,89	0,00	-36,22	0,00	0,00	-110,51
TT-3	0,96	0,00	15,90	0,00	0,00	51,99	0,00	-36,22	0,00	0,00	-95,01
TT-3	1,44	0,00	15,90	0,00	0,00	48,09	0,00	-36,22	0,00	0,00	-79,51
TT-3	1,93	0,00	15,90	0,00	0,00	44,19	0,00	-36,22	0,00	0,00	-64,01
TT-3	2,41	0,00	15,90	0,00	0,00	40,29	0,00	-36,22	0,00	0,00	-48,51
TT-3	2,89	0,00	15,90	0,00	0,00	36,39	0,00	-36,22	0,00	0,00	-33,00
TT-3	3,37	0,00	15,90	0,00	0,00	32,49	0,00	-36,22	0,00	0,00	-17,50
TT-3	3,85	0,00	15,90	0,00	0,00	28,59	0,00	-36,22	0,00	0,00	-2,00
TT-4	0,00	0,00	15,90	0,00	0,00	59,79	0,00	-36,22	0,00	0,00	-126,01
TT-4	0,48	0,00	15,90	0,00	0,00	55,89	0,00	-36,22	0,00	0,00	-110,51
TT-4	0,96	0,00	15,90	0,00	0,00	51,99	0,00	-36,22	0,00	0,00	-95,01
TT-4	1,44	0,00	15,90	0,00	0,00	48,09	0,00	-36,22	0,00	0,00	-79,51
TT-4	1,93	0,00	15,90	0,00	0,00	44,19	0,00	-36,22	0,00	0,00	-64,01
TT-4	2,41	0,00	15,90	0,00	0,00	40,29	0,00	-36,22	0,00	0,00	-48,51
TT-4	2,89	0,00	15,90	0,00	0,00	36,39	0,00	-36,22	0,00	0,00	-33,00
TT-4	3,37	0,00	15,90	0,00	0,00	32,49	0,00	-36,22	0,00	0,00	-17,50
TT-4	3,85	0,00	15,90	0,00	0,00	28,58	0,00	-36,22	0,00	0,00	-2,00

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 152 di 273

15.6. Verifica a fatica delle piattabande e delle anime delle travi principali

15.6.1. Elementi soggetti a tensione normale

CONCIO	ELEMENTO	σ_{max} [N/mm ²]	σ_{min} [N/mm ²]	$\Delta\sigma$ [N/mm ²]	$\Delta\sigma_{lim}$ [N/mm ²]	VERIFICA
CONCIO 01 TESTATA	IMPATTAMENTO SUPERIORE	-	-	-	-	-
	PIATTABANDA SUPERIORE	37,40	37,27	0,13	43,67	POSITIVA
	ANIMA - LEMBO SUPERIORE	36,79	36,68	0,11	43,67	POSITIVA
	ANIMA - LEMBO INFERIORE	-5,29	-4,15	1,14	43,67	POSITIVA
	PIATTABANDA INFERIORE	-6,17	-4,99	1,18	43,67	POSITIVA
	IMPIATTAMENTO INFERIORE	-	-	-	-	-
CONCIO 01 GIUNTO	IMPATTAMENTO SUPERIORE	-	-	-	-	-
	PIATTABANDA SUPERIORE	181,05	174,24	6,81	43,67	POSITIVA
	ANIMA - LEMBO SUPERIORE	176,22	170,01	6,21	43,67	POSITIVA
	ANIMA - LEMBO INFERIORE	-157,00	-122,06	34,94	43,67	POSITIVA
	PIATTABANDA INFERIORE	-163,89	-128,11	35,78	43,67	POSITIVA
	IMPIATTAMENTO INFERIORE	-	-	-	-	-
CONCIO 02 MEZZERIA	IMPATTAMENTO SUPERIORE	-	-	-	-	-
	PIATTABANDA SUPERIORE	183,92	176,39	7,53	43,67	POSITIVA
	ANIMA - LEMBO SUPERIORE	178,30	171,47	6,83	43,67	POSITIVA
	ANIMA - LEMBO INFERIORE	-159,73	-124,50	35,23	43,67	POSITIVA
	PIATTABANDA INFERIORE	-167,46	-131,27	36,19	43,67	POSITIVA
	IMPIATTAMENTO INFERIORE	-	-	-	-	-

15.6.2. Elementi soggetti a tensione tangenziale

CONCIO	τ_{max} [N/mm ²]	τ_{min} [N/mm ²]	$\Delta\tau$ [N/mm ²]	$\Delta\tau_{lim}$ [N/mm ²]	VERIFICA
CONCIO 01 TESTATA	-55,51	-81,73	26,22	49,33	POSITIVA
CONCIO 01 GIUNTO	-7,68	-22,46	14,78	49,33	POSITIVA
CONCIO 02 MEZZERIA	9,61	-5,72	15,33	49,33	POSITIVA

15.7. Verifica a fatica delle piolature delle travi principali

CONCIO	SCORRIMENTO UNITARIO MAX	SCORRIMENTO UNITARIO MIN [kN]	τ_{max} [N/mm ²]	τ_{min} [N/mm ²]	$\Delta\tau$ [N/mm ²]	$\Delta\tau_{lim}$ [N/mm ²]	VERIFICA
CONCIO 1 TESTATA	47,26	32,65	166,69	115,16	51,53	57,91	POSITIVA
CONCIO 1 GIUNTO	18,19	6,25	64,16	22,04	42,11	57,91	POSITIVA
CONCIO 2 MEZZERIA	7,55	4,50	26,63	15,87	10,76	57,91	POSITIVA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 153 di 273

15.8. Verifica a fatica delle piattabande e delle anime dei trasversi

15.8.1. Elementi soggetti a tensione normale

CONCIO	ELEMENTO	σ_{max} [N/mm ²]	σ_{min} [N/mm ²]	$\Delta\sigma$ [N/mm ²]	$\Delta\sigma_{lim}$ [N/mm ²]	VERIFICA
TRASVERSO CORRENTE	PIATTABANDA SUPERIORE	23,35	-13,88	37,23	51,27	POSITIVA
	PIATTABANDA INFERIORE	-23,35	13,88	37,23	51,27	POSITIVA
TRASVERSO DI TESTATA	PIATTABANDA SUPERIORE	45,97	-3,92	49,89	51,27	POSITIVA
	PIATTABANDA INFERIORE	-45,97	3,92	49,89	51,27	POSITIVA

15.8.2. Elementi soggetti a tensione tangenziale

CONCIO	τ_{max} [N/mm ²]	τ_{min} [N/mm ²]	$\Delta\tau$ [N/mm ²]	$\Delta\tau_{lim}$ [N/mm ²]	VERIFICA
TRASVERSO CORRENTE	2,61	-2,00	4,61	57,87	POSITIVA
TRASVERSO DI TESTATA	8,31	-0,96	9,27	57,87	POSITIVA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 154 di 273

16. TRAVI PRINCIPALI – CALCOLO DELLA CONTROMONTA

Nella tabella successiva sono riportati i valori della freccia massima calcolata sulle travi esterne e sulla trave interna per le differenti fasi costruttive:

FRECCE MASSIME IN ESERCIZIO			
CARICO	TRAVE T1 (esterna) [mm]	TRAVE T2 (interna) [mm]	TRAVE T3 (esterna) [mm]
PESI PROPRI STRUTTURALI - FASE I	83,50	84,00	83,50
CARICHI PERMANENTI PORTATI - FASE II-A	19,10	12,00	6,00
CARICHI MOBILI - FASE III	29,90	21,90	11,40

Viene prevista una contromonta di valore pari alla deformazione indotta dai carichi permanenti di fase I e fase II-A oltre il 25% della deformazione indotta dai carichi accidentali.

Nella tabella successiva viene considerato il valore massimo della contromonta per le diverse campate, considerando i valori massimi delle frecce calcolate per le diverse travate:

CALCOLO DELLA CONTROMONTA			
CARICO	TRAVE T1 (esterna) [mm]	TRAVE T2 (interna) [mm]	TRAVE T3 (esterna) [mm]
PESI PROPRI STRUTTURALI - FASE I	83,50	84,00	83,50
CARICHI PERMANENTI PORTATI - FASE II-A	19,10	12,00	6,00
CARICHI MOBILI - FASE III	7,48	7,48	7,48
CONTROMONTA	110,08	103,48	96,98

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 155 di 273

17. SPALLA FISSA

17.1. Azioni sollecitanti agenti alla base del paraghiaia

17.1.1. Determinazione delle azioni sollecitanti

AZIONI VERTICALI PROVENIENTI DALLA SPALLA

PARAGHIAIA

spessore	b_{Lo}	0,50	[m]
altezza	h_o	2,71	[m]
lunghezza	b_{To}	1,00	[m]
peso	W_o	33,88	[kN]

TERRENO DI RINTERRO

peso per unità di volume	γ	20,00	[kN/m ³]
larghezza porzione superiore	$b_{Lr.s}$	20,80	[m]
lunghezza porzione superiore	$b_{Tr.s}$	1,00	[m]
altezza porzione superiore	$h_{z.s}$	2,71	[m]
peso	W_r	1.127,36	[kN]

SOVRACCARICHI ESTERNI

SOVRACCARICHI PERMANENTI PORTATI

peso della pavimentazione per unità di superficie	s_{oo}	2,20	[kN/m ²]
---	----------	------	----------------------

SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

carico concentrato da traffico	Q_{1a}	600,00	[kN]
carico distribuito da traffico	q_{1a}	0,00	[kN/m ²]
lunghezza dell'area di impronta del carico concentrato	a_0	3,30	[m]
larghezza dell'area di impronta del carico concentrato	b_0	2,30	[m]
angolo di ripartizione verticale del carico concentrato	α	30,00	[°]
lunghezza dell'area di impronta ripartita alla base del paraghiaia	a_1	6,43	[m]
larghezza dell'area di impronta ripartita alla base del paraghiaia	b_1	3,86	[m]
pressione verticale esercitata dal sovraccarico concentrato in testa al paraghiaia	σ_0	79,05	[kN/m ²]
pressione verticale esercitata dal sovraccarico concentrato alla base del paraghiaia	σ_1	24,15	[kN/m ²]
larghezza efficace di ripartizione dei sovraccarichi accidentali:	b_{eff}	7,57	[m]

FRENATURA SUL PARAGHIAIA

larghezza della corsia convenzionale	w_1	3,00	[m]
lunghezza dell'impalcato	L	40,00	[m]
azione orizzontale della frenatura	F	180,00	[kN]
azione orizzontale di frenatura ripartita alla base del paraghiaia (45°)	$H_{F,rip}$	21,38	[kN]
momento flettente di frenatura ripartito alla base del paraghiaia (45°)	$M_{F,rip}$	57,93	[kNm]

AZIONI ORIZZONTALI PROVENIENTI DALLA SPALLA

SPINTA DEL CUNEO DI TERRENO

angolo di attrito del terreno - valore caratteristico	φ'_k	35,00	[°]
angolo di attrito terreno - parete	δ	23,33	[°]
coefficiente di spinta a riposo	k_0	0,426	
componente orizzontale del coefficiente di spinta a riposo	k_{0h}	0,392	
altezza di terreno non spingente	h	0,00	[m]
spinta orizzontale terreno	S_z	28,76	[kN]
momento terreno base paraghiaia	M_L	25,98	[kNm]

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 156 di 273
--	--	--	----------------------

SOVRACCARICHI PERMANENTI PORTATI

carico uniformemente distribuito per unità di superficie	q	2,20	[kN/m ²]
spinta orizzontale carichi permanenti portati	S _z	2,33	[kN]
momento carichi permanenti portati base paraghiaia	M _L	3,16	[kNm]

SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

spinta orizzontale carichi permanenti portati	S _z	33,16	[kN]
momento carichi permanenti portati base paraghiaia	M _{Tz}	48,27	[kNm]

AZIONE SISMICA

PARAMETRI DI ANALISI

coefficiente sismico orizzontale	k _h	0,169	
coefficiente sismico verticale	k _v	0,085	

PARAGHIAIA

peso	W _p	33,88	[kN]
azione sismica	F _L	5,72	[kN]
momento base paraghiaia	M _L	7,76	[kNm]

TERRENO DI RINTERRO

peso	W _m	0,00	[kN]
azione sismica	F _L	0,00	[kN]
momento base paraghiaia	M _L	0,00	[kNm]

CUNEO DI TERRENO

metodo di analisi		WOOD	
coefficiente sismico orizzontale	k _h	0,169	
altezza del terreno spingente	h _s	2,71	
peso per unità di volume del terreno	γ	20,00	
sovraspinta dinamica del terreno	S _z	24,82	[kN]
eccentricità rispetto alla base del paraghiaia	e _{vz}	1,36	[m]
momento base paraghiaia	M _L	33,64	[kNm]

17.1.2. Riepilogo delle azioni sollecitanti caratteristiche

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori caratteristici delle azioni sollecitanti relativamente ai diversi casi di carico considerati:

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI - VALORI CARATTERISTICI

AZIONE		N [kN]	V _L [kN]	M _L [kNm]
peso proprio paraghiaia	g ₁	33,88	0,00	0,00
spinta del terreno	g ₂	0,00	28,76	25,98
spinta dei sovraccarichi permanenti	g ₃	0,00	0,00	0,00
spinta sovraccarichi variabili	q ₁	0,00	33,16	48,27
frenatura/accelerazione	f	0,00	21,38	57,93
sisma longitudinale	e _L	0,00	30,55	41,39

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 157 di 273

17.1.3. Definizione delle azioni sollecitanti di calcolo

Nelle tabelle successive vengono determinati i valori di calcolo delle azioni sollecitanti relativamente alle combinazioni di carico adottate:

SLE - QUASI PERMANENTE 01				
	ψ	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,00	33,88	0,00	0,00
g_2	1,00	0,00	28,76	25,98
g_3	1,00	0,00	0,00	0,00
q_1	0,00	0,00	0,00	0,00
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e_L	0,00	0,00	0,00	0,00
		33,88	28,76	25,98

SLE - FREQUENTE 01				
	ψ	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,00	33,88	0,00	0,00
g_2	1,00	0,00	28,76	25,98
g_3	1,00	0,00	0,00	0,00
q_1	0,75	0,00	24,87	36,20
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e_L	0,00	0,00	0,00	0,00
		33,88	53,62	62,18

SLE - CARATTERISTICA 01				
	ψ	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,00	33,88	0,00	0,00
g_2	1,00	0,00	28,76	25,98
g_3	1,00	0,00	0,00	0,00
q_1	1,00	0,00	33,16	48,27
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e_L	0,00	0,00	0,00	0,00
		33,88	61,91	74,25

SLE - CARATTERISTICA 02				
	ψ	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,00	33,88	0,00	0,00
g_2	1,00	0,00	28,76	25,98
g_3	1,00	0,00	0,00	0,00
q_1	0,75	0,00	24,87	36,20
f	1,00	0,00	21,38	57,93
e_L	0,00	0,00	0,00	0,00
		33,88	75,00	120,11

SLU - STR 01				
	$\gamma \cdot \psi$	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,35	45,73	0,00	0,00
g_2	1,50	0,00	43,13	38,96
g_3	1,50	0,00	0,00	0,00
q_1	1,35	0,00	44,76	65,16
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e_L	0,00	0,00	0,00	0,00
		45,73	87,90	104,13

SLU - STR 02				
	$\gamma \cdot \psi$	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,35	45,73	0,00	0,00
g_2	1,50	0,00	43,13	38,96
g_3	1,50	0,00	0,00	0,00
q_1	1,01	0,00	33,57	48,87
f	1,50	0,00	32,07	86,90
e_L	0,00	0,00	0,00	0,00
		45,73	108,77	174,74

SLV 01				
	ψ	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,00	33,88	0,00	0,00
g_2	1,00	0,00	28,76	25,98
g_3	1,00	0,00	0,00	0,00
q_1	0,00	0,00	0,00	0,00
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e_L	1,00	0,00	30,55	41,39
		33,88	59,30	67,37

17.1.4. Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori di calcolo delle azioni sollecitanti relativamente alle combinazioni di carico adottate:

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI - COMBINAZIONI DI CARICO			
COMBINAZIONE	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
SLE - QUASI PERMANENTE 01	33,88	28,76	25,98
SLE - FREQUENTE 01	33,88	53,62	62,18
SLE - CARATTERISTICA 01	33,88	61,91	74,25
SLE - CARATTERISTICA 02	33,88	75,00	120,11
SLU - STR 01	45,73	87,90	104,13
SLU - STR 02	45,73	108,77	174,74
SLV 01	33,88	59,30	67,37

17.2. Verifiche di resistenza della sezione di spiccatto del paraghiaia

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 158 di 273

17.2.1. Sezione resistente e armatura di verifica

La sezione resistente è rettangolare con base pari a **100 cm** e altezza pari a **50 cm**.

L'armatura longitudinale è costituita da:

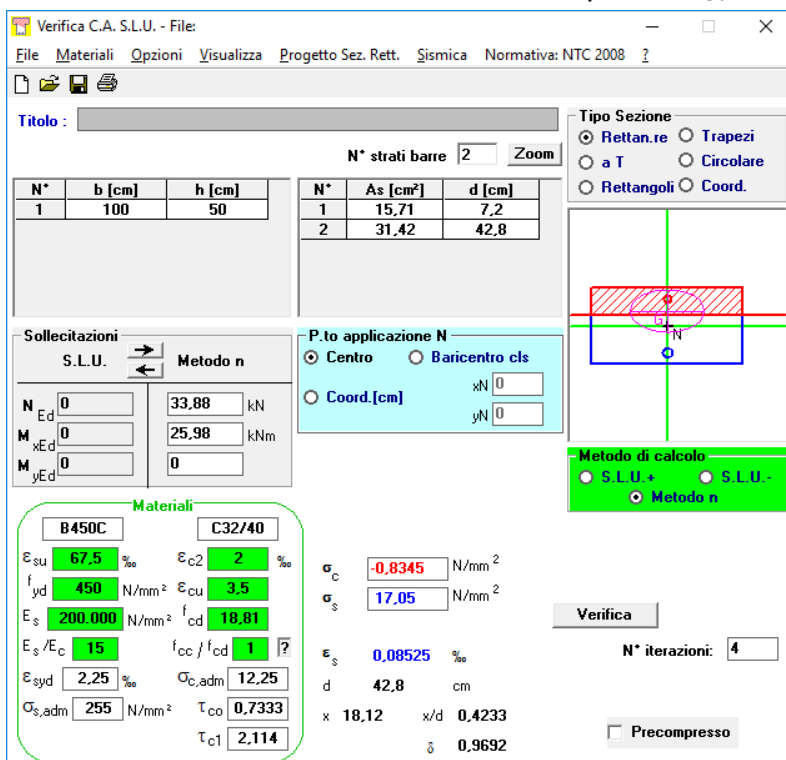
- **Ø20/10** tesi (lato rilevato)
- **Ø20/20** compressi (lato impalcato)

L'armatura a taglio è costituita da spille **Ø12/40x40 (706,25 mm²/m)**. Il copriferro minimo è assunto pari a **50 mm**.

17.2.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Quasi Permanente

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **N_{Sd} = 33,88 kN**.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a **M_{Sd} = 25,98 kNm**.



The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. Key parameters and material properties are as follows:

Titolo			N° strati barre		
N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	50	1	15,71	7,2
			2	31,42	42,8

Sollecitazioni		Metodo n	
N _{Ed}	0	33,88	kN
M _{Ed}	0	25,98	kNm
M _{yEd}	0	0	

Materiali	
B450C	C32/40
ε _{su}	67,5 ‰
f _{yd}	450 N/mm²
E _s	200.000 N/mm²
ε _s /ε _c	15
ε _{syd}	2,25 ‰
σ _{s,adm}	255 N/mm²
ε _{c2}	2 ‰
ε _{cu}	3,5 ‰
f _{cd}	18,81
f _{cc} /f _{cd}	1
σ _{c,adm}	12,25
τ _{co}	0,7333
τ _{c1}	2,114

σ _c	-0,8345 N/mm²
σ _s	17,05 N/mm²
ε _s	0,08525 ‰
d	42,8 cm
x	18,12
x/d	0,4233
δ	0,9692

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- **σ_c = 0,83 N/mm² < 0,45 · f_{ck} = 14,94 N/mm²**
- **σ_s = 17,05 N/mm² < 0,80 · f_{yk} = 360,00 N/mm²**

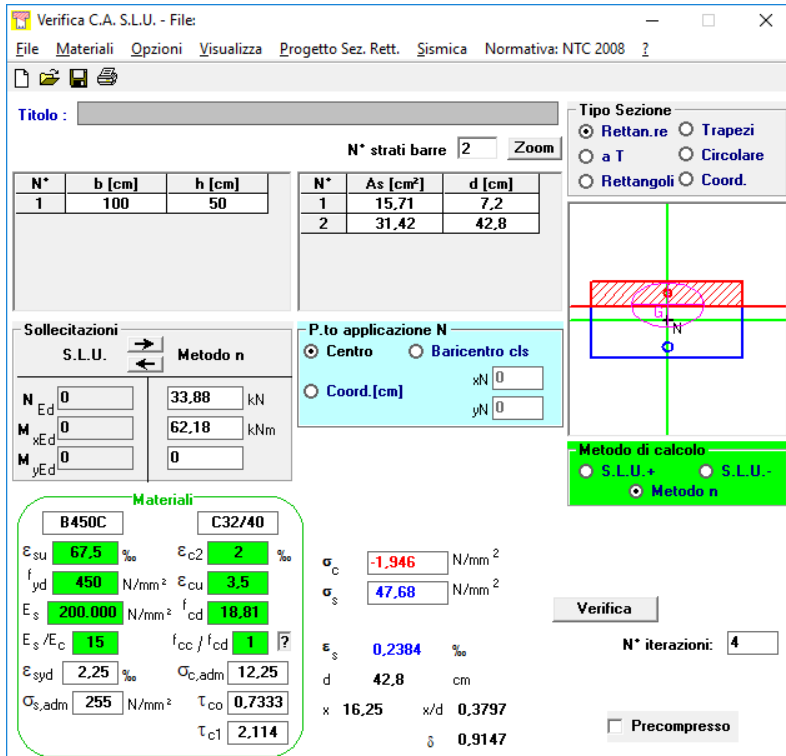
La verifica risulta pertanto soddisfatta.

17.2.3. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Frequente

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **N_{Sd} = 33,88 kN**.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 159 di 273

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 62,18 \text{ kNm}$.



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	50	1	15,71	7,2
			2	31,42	42,8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma della sezione rettangolare con barre e centro di gravità.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 0 33,88 kN
 M_{Ed} 0 62,18 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 450 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
 ε_{syd} 2,25 ‰ σ_{c,adm} 12,25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{cl} 2,114

σ_c -1,946 N/mm²
 σ_s 47,68 N/mm²

Verifica
 N° iterazioni: 4

Precompresso

ε_s 0,2384 ‰
 d 42,8 cm
 x 16,25 x/d 0,3797
 δ 0,9147

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 1,94 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \cdot f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 47,68 \text{ N/mm}^2 < 0,80 \cdot f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

17.2.4. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Caratteristica

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 33,88 \text{ kN}$.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 120,11 \text{ kNm}$.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	50	1	15,71	7,2
			2	31,42	42,8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 33,88 kN
 M_{xEd} 0 120,11 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C		C32/40	
ε _{su}	67,5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	450 N/mm²	ε _{cu}	3,5 ‰
E _s	200.000 N/mm²	f _{cd}	18,81
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	1
ε _{syd}	2,25 ‰	σ _{c,adm}	12,25
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0,7333
		τ _{c1}	2,114

σ_c -3,718 N/mm²
 σ_s 96,83 N/mm²

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

ε_s 0,4841 ‰
 d 42,8 cm
 x 15,64 x/d 0,3655
 δ 0,8969

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 3,71 \text{ N/mm}^2 < 0,60 \cdot f_{ck} = 19,92 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 96,83 \text{ N/mm}^2 < 0,80 \cdot f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 161 di 273

17.2.5. Verifica allo Stato Limite di fessurazione

La verifica semplificata allo SL di fessurazione viene condotta secondo quanto previsto dalla Circolare C.S.LL.PP. n.617 del 02.02.2009, par. C4.1.2.2.4.6, tab. C4.1.II e C4.1.III.

TABELLA C4.1.II - Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione			
Tensione nell'acciaio σ_s [N/mm ²]	Diametro massimo \varnothing delle barre [mm]		
	$w_3 = 0,40$ mm	$w_2 = 0,30$ mm	$w_1 = 0,20$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	0

TABELLA C4.1.III - Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione			
Tensione nell'acciaio σ_s [N/mm ²]	Spaziatura massima s delle barre delle barre [mm]		
	$w_3 = 0,40$ mm	$w_2 = 0,30$ mm	$w_1 = 0,20$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	0
360	100	50	0

CRITERI DI SCELTA DELLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

I criteri di scelta dello Stato Limite di fessurazione sono definiti secondo quanto riportato dal D.M. 14.01.2008, par. 4.1.2.2.4.5, tab. 4.1.IV.

Condizioni ambientali: Amatura:

COMBINAZIONE ALLO S.L.E. QUASI PERMANENTE

Stato limite:	apertura fessure	
Ampiezza massima delle fessure:	$w_d \leq$	w1
Tensione massima nell'acciaio calcolata:	$\sigma_{s,max}$	17,05 [N/mm ²]
Diametro massimo delle barre di armature poste in opera:	\varnothing_{max}	20 [mm]
Spaziatura massima delle barre di armatura poste in opera:	s_{max}	100,00 [mm]
Diametro massimo delle barre di armatura consentito:	\varnothing_{max}	25,00 [mm]
Spaziatura massima delle barre di armatura consentita:	s_{max}	200,00 [mm]

VERIFICA POSITIVA

COMBINAZIONE ALLO S.L.E. FREQUENTE

Stato limite:	apertura fessure	
Ampiezza massima delle fessure:	$w_d \leq$	w2
Tensione massima nell'acciaio calcolata:	$\sigma_{s,max}$	47,68 [N/mm ²]
Diametro massimo delle barre di armature poste in opera:	\varnothing_{max}	20 [mm]
Spaziatura massima delle barre di armatura poste in opera:	s_{max}	100,00 [mm]
Diametro massimo delle barre di armatura consentito:	\varnothing_{max}	32,00 [mm]
Spaziatura massima delle barre di armatura consentita:	s_{max}	300,00 [mm]

VERIFICA POSITIVA

17.2.6. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione retta

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 45,73$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 174,74$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	50	1	15,71	7,2
			2	31,42	42,8

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 45,73 0 kN
 M_{Ed} 174,74 0 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 450 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1 ?
 ε_{syd} 2,25 ‰ σ_{c,adm} 12,25 ‰
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 558,9 kNm
 σ_c -18,81 N/mm²
 σ_s 450 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 14,15 ‰
 d 42,8 cm
 x 8,486 x/d 0,1983
 δ 0,7

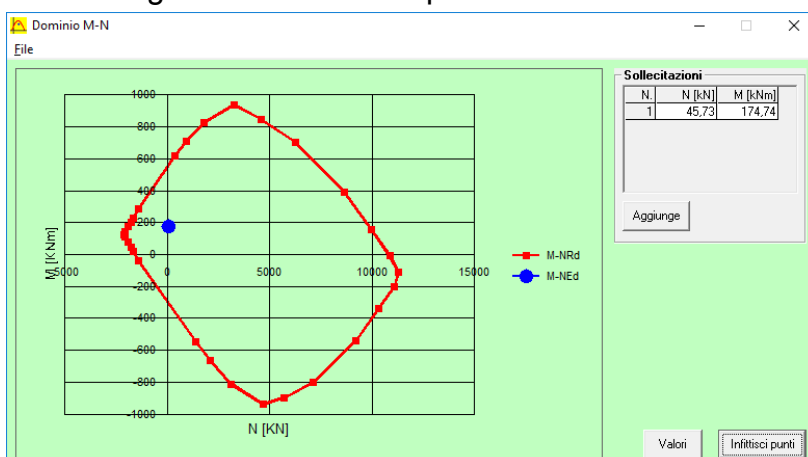
Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Il momento resistente risulta pari a:

$$M_{Sd} = 558,90 \text{ kNm} > M_{Sd} = 174,74 \text{ kNm}$$

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC	
Relazione di calcolo	
	Foglio 163 di 273

17.2.7. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = 108,77$ kN.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	100,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	50,00	[cm]
Copriferro netto:	c	5,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	45,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	108,77	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	2,50	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	40,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trav}	12,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	1,13	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	7,06	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	100,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,000	[N/mm ²]
Coefficiente moltiplicativo α_c :	α_c	1,0000	

RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	111,93	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	1.904,85	[kN]

AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	111,93	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_S = V_{R,d} / V_{S,d}$	1,03	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 164 di 273

17.3. Azioni sollecitanti agenti alla base del muro frontale

17.3.1. Determinazione delle azioni sollecitanti

AZIONI VERTICALI PROVENIENTI DALLA SPALLA

PARAGHIAIA

spessore	b_{Lp}	0,50	[m]
altezza	h_p	2,71	[m]
lunghezza	b_{Tp}	20,80	[m]
peso	W_p	704,60	[kN]
eccentricità rispetto all'asse del muro frontale:	e_L	-1,75	[m]
momento flettente rispetto all'asse del muro frontale	M_L	-1.233,05	[kNm]

MURO FRONTALE

spessore	b_{Lm}	1,80	[m]
altezza	h_m	10,20	[m]
lunghezza	b_{Tm}	20,80	[m]
peso	W_m	9.547,20	[kN]

MURI ANDATORI

spessore porzione superiore	$b_{Ta,s}$	1,00	[m]
altezza porzione superiore	$h_{a,s}$	7,41	[m]
lunghezza porzione superiore	$b_{La,s}$	6,10	[m]
spessore porzione inferiore	$b_{Ta,i}$	1,90	[m]
altezza porzione inferiore	$h_{a,i}$	5,50	[m]
lunghezza porzione inferiore	$b_{La,i}$	6,10	[m]
numero muri andatori	n	2,00	
peso	W_a	5.447,30	[kN]

ORECCHIE

spessore		1,00	[m]
superficie		6,53	[m ²]
numero di orecchie		1	
peso		163,36	[kN]
ordinata del baricentro rispetto alla base del muro		11,12	[m]

SETTO CENTRALE

spessore	b_{Ts}	0,80	[m]
altezza	h_s	12,91	[m]
lunghezza	b_{Ls}	6,10	[m]
peso	W_s	1.575,02	[kNm]

ZATTERA DI FONDAZIONE

spessore	h_z	2,00	[m]
larghezza (dimensione parallela all'asse del viadotto)	b_{Lz}	11,40	[m]
lunghezza (dimensione perpendicolare all'asse del viadotto)	b_{Tz}	20,80	[m]
aggetto del piede di valle	A_v	3,50	[m]
aggetto del piede di monte	A_m	6,10	[m]

TERRENO DI RINTERRO

peso per unità di volume	γ	20,00	[kN/m ³]
larghezza porzione superiore (dimensione parallela all'asse del viadotto)	$b_{Lr,s}$	6,10	[m]
lunghezza porzione superiore (dimensione perpendicolare all'asse del viadotto)	$b_{Tr,s}$	18,80	[m]
altezza porzione superiore	$h_{z,s}$	7,41	[m]
larghezza porzione inferiore (dimensione parallela all'asse del viadotto)	$b_{Lr,i}$	6,10	[m]
lunghezza porzione inferiore (dimensione perpendicolare all'asse del viadotto)	$b_{Tr,i}$	17,00	[m]
altezza porzione inferiore	$h_{z,i}$	5,50	[m]
peso	W_r	28.402,58	[kN]

SOVRACCARICHI PERMANENTI PORTATI

peso della pavimentazione per unità di superficie	S_{pp}	2,20	[kN/m ²]
larghezza (dimensione parallela all'asse del viadotto)	b_L	6,10	[m]
lunghezza (dimensione perpendicolare all'asse del viadotto)	b_T	20,80	[m]
peso	W_{pp}	279,14	[kN]

SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

carichi accidentali	S_a	20,00	[kN/m ²]
larghezza (dimensione parallela all'asse del viadotto)	b_L	6,10	[m]
lunghezza (dimensione perpendicolare all'asse del viadotto)	b_T	20,80	[m]
peso	W_{acc}	2.537,60	[kN]

AZIONI VERTICALI PROVENIENTI DALL'IMPALCATO**GEOMETRIA IMPALCATO**

numero travi	n_t	6	
luce di calcolo campata	L	38,00	[m]
eccentricità rispetto all'asse del muro frontale	e_L	0,30	[m]

CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (peso proprio carpenteria metallica + peso proprio soletta)

Scarico sull'appoggio B1 (da modello di calcolo)	$p_{p,1}$	829,23	[kN]
Scarico sull'appoggio B2 (da modello di calcolo)	$p_{p,2}$	866,63	[kN]
Scarico sull'appoggio B3 (da modello di calcolo)	$p_{p,3}$	829,23	[kN]
Scarico sull'appoggio B4 (da modello di calcolo)	$p_{p,4}$	829,23	[kN]
Scarico sull'appoggio B5 (da modello di calcolo)	$p_{p,5}$	866,63	[kN]
Scarico sull'appoggio B6 (da modello di calcolo)	$p_{p,6}$	829,23	[kN]
reazione totale	W_{pp}	5.050,18	[kN]
momento flettente rispetto all'asse del muro frontale	M_L	1.515,05	[kNm]

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Scarico sull'appoggio B1 (da modello di calcolo)	$p_{perm,1}$	392,89	[kN]
Scarico sull'appoggio B2 (da modello di calcolo)	$p_{perm,2}$	194,67	[kN]
Scarico sull'appoggio B3 (da modello di calcolo)	$p_{perm,3}$	112,09	[kN]
Scarico sull'appoggio B4 (da modello di calcolo)	$p_{perm,4}$	112,09	[kN]
Scarico sull'appoggio B5 (da modello di calcolo)	$p_{perm,5}$	194,67	[kN]
Scarico sull'appoggio B6 (da modello di calcolo)	$p_{perm,6}$	392,89	[kN]
reazione totale	W_{perm}	1.399,30	[kN]
momento flettente rispetto all'asse del muro	M_L	419,79	[kNm]

CARICHI MOBILI (Q_{ik} e q_{ik})

larghezza carreggiata	w	8,00	[m]
eccentricità asse carreggiata	e_T	0,00	[m]
numero corsie convenzionali	n_L	2,00	
larghezza di una corsia convenzionale	w_c	3,00	[m]
larghezza zona rimanente	w_R	2,00	[m]
numero di appoggi	n_{app}	6	
interasse trasversale appoggi	i_{app}	3,85	[m]

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 166 di 273

SCARICHI SUGLI APPOGGI (da modello di calcolo)

CARICO	APP.	N_{max}	
Stesa 1	B1	678,28	[kN]
	B2	501,90	[kN]
	B3	-59,02	[kN]
	B4	-59,02	[kN]
	B5	501,90	[kN]
	B6	678,28	[kN]
Stesa 2	B1	91,69	[kN]
	B2	472,85	[kN]
	B3	144,08	[kN]
	B4	144,08	[kN]
	B5	472,85	[kN]
	B6	91,69	[kN]
Carreggiata rimanente	B1	-6,35	[kN]
	B2	34,22	[kN]
	B3	69,64	[kN]
	B4	69,64	[kN]
	B5	34,22	[kN]
	B6	-6,35	[kN]
Folla SX	B1	53,48	[kN]
	B2	9,57	[kN]
	B3	-10,50	[kN]
	B4	-10,50	[kN]
	B5	9,57	[kN]
	B6	53,48	[kN]
Scarico sull'appoggio B1	N_1	817,10	[kN]
Scarico sull'appoggio B2	N_2	1.018,54	[kN]
Scarico sull'appoggio B3	N_3	144,20	[kN]
Scarico sull'appoggio B4	N_4	144,20	[kN]
Scarico sull'appoggio B5	N_5	1.018,54	[kN]
Scarico sull'appoggio B6	N_6	817,10	[kN]
Azione normale totale	N	3.959,68	[kN]
Momento flettente longitudinale totale base muro:	M_L	1.187,90	[kNm]

AZIONI ORIZZONTALI PROVENIENTI DALLA SPALLA
SPINTA DEL CUNEO DI TERRENO

angolo di attrito del terreno - valore caratteristico	φ'_k	35,00	[°]
angolo di attrito terreno - parete	δ	23,33	[°]
coefficiente di spinta a riposo	k_0	0,426	
componente orizzontale del coefficiente di spinta a riposo	k_{0h}	0,392	
altezza di terreno non spingente	h	0,00	[m]
spinta orizzontale terreno	S_z	13.573,81	[kN]
momento terreno base muro	M_L	58.412,65	[kNm]

SOVRACCARICHI PERMANENTI PORTATI

carico uniformemente distribuito per unità di superficie	q	2,20	[kN/m ²]
spinta orizzontale carichi permanenti portati	S_z	231,31	[kN]
momento carichi permanenti portati base muro	M_L	1.493,12	[kNm]

SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

carico uniformemente distribuito per unità di superficie	q	20,00	[kN/m ²]
spinta orizzontale carichi permanenti portati	S_z	2.102,84	[kN]
momento carichi permanenti portati base muro	M_L	13.573,81	[kNm]

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 167 di 273

AZIONI ORIZZONTALI PROVENIENTI DALL'IMPALCATO

ATTRITO DEI VINCOLI

tipologia appoggio longitudinale		APPOGGI	
sforzo normale permanente	N_{pp}	5.050,18	[kN]
sforzo normale permanente non strutturale	N_{perm}	1.399,30	[kN]
coefficiente d'attrito	μ	0,03	
attrito carichi permanenti	$V_{L,pp}$	151,51	[kN]
attrito carichi permanenti non strutturali	$V_{L,perm}$	41,98	[kN]
altezza media baggiolo	h_b	0,20	[m]
eccentricità rispetto alla base del muro frontale	e_{vz}	10,40	[m]
momento alla base del muro frontale dovuto ai pesi propri strutturali	$M_{L,pp}$	1.575,66	[kNm]
momento alla base del muro frontale dovuto ai carichi permanenti non strutturali	$M_{L,perm}$	436,58	[kNm]

FRENATURA/ACCELERAZIONE

lunghezza totale dell'impalcato	L_{tot}	40,00	[m]
azione di frenatura/accelerazione per singola carreggiata	$V_{L,c}$	468,00	[kN]
numero di carreggiate (separate)		2	
azione di frenatura/accelerazione totale	V_L	936,00	[kN]
coefficiente di influenza longitudinale	α_h	1,00	
eccentricità rispetto alla base del muro frontale	e_{vz}	10,40	[m]
momento alla base del muro frontale	M_L	9.734,40	[kNm]

AZIONE SISMICA

PARAMETRI DI ANALISI

coefficiente sismico orizzontale	k_h	0,169
coefficiente sismico verticale	k_v	0,338

IMPALCATO

peso proprio dell'impalcato	W_{pp}	10.100,36	[kN]
carichi permanenti portati	W_{spp}	2.798,60	[kN]
peso sismico totale impalcato scaricato sulla spalla	W_{tot}	12.898,96	[kN]
forza sismica longitudinale totale	F_L	2.179,92	[kN]
eccentricità rispetto alla base della fondazione	e_{vz}	10,40	[m]
momento base muro	M_L	22.671,21	[kNm]

PARAGHIAIA

peso	W_p	704,60	[kN]
azione sismica	F_L	119,08	[kN]
eccentricità rispetto alla base del muro	e_{vz}	11,56	[m]
momento base muro	M_L	1.375,94	[kNm]

MURO FRONTALE

peso	W_m	9.547,20	[kN]
azione sismica	F_L	1.613,48	[kN]
eccentricità rispetto alla base del muro	e_{vz}	5,10	[m]
momento base muro	M_L	8.228,73	[kNm]

MURI ANDATORI

peso	W_m	5.447,30	[kN]
azione sismica	F_L	920,59	[kN]
eccentricità rispetto alla base del muro	e_{vz}	5,43	[m]
momento base muro	M_L	4.997,11	[kNm]

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 168 di 273

ORECCHIE

peso	W_m	163,36	[kN]
azione sismica	F_L	27,61	[kN]
eccentricità rispetto alla base del muro	e_{vz}	11,12	[m]
momento base zattera	M_{Tz}	307,00	[kNm]

SETTO CENTRALE

peso	W_s	1.575,02	[m]
azione sismica	F_L	266,18	[m]
eccentricità rispetto alla base del muro	W_s	6,46	[m]
momento base zattera	M_L	1.718,18	[kNm]

TERRENO DI RINTERRO

peso	W_m	28.402,58	[kN]
azione sismica	F_L	4.800,04	[kN]
eccentricità rispetto alla base del muro	e_{vz}	6,61	[m]
momento base muro	M_L	31.740,49	[kNm]

CUNEO DI TERRENO

metodo di analisi		WOOD	
coefficiente sismico orizzontale	k_h	0,169	
altezza del terreno spingente	h_s	12,91	
peso per unità di volume del terreno	γ	20,00	
sovrappinta dinamica del terreno	S_z	11.717,43	[kN]
eccentricità rispetto alla base del muro	e_{vz}	6,46	[m]
momento base paraghiaia	M_L	75.636,04	[kNm]

17.3.2. Riepilogo delle azioni sollecitanti caratteristiche

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori caratteristici delle azioni sollecitanti relativamente ai diversi casi di carico considerati:

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI - VALORI CARATTERISTICI

AZIONE		N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
peso proprio spalla	g_1	10.251,80	0,00	-1.233,05
spinta del terreno	g_2	0,00	13.573,81	58.412,65
spinta dei sovraccarichi permanenti	g_3	0,00	231,31	1.493,12
spinta sovraccarichi variabili	q_1	0,00	2.102,84	13.573,81
carichi permanenti strutturali impalcato	r_1	5.050,18	0,00	1.515,05
carichi permanenti non strutturali impalcato	r_2	1.399,30	0,00	419,79
attrito dei vincoli carichi permanenti	r_3	0,00	193,48	2.012,24
carichi mobili impalcato	r_4	3.959,68	0,00	1.187,90
frenatura/accelerazione	f	0,00	468,00	9.734,40
sisma longitudinale	e_L	0,00	21.378,15	144.956,52

17.3.3. Definizione delle azioni sollecitanti di calcolo

Nelle tabelle successive vengono determinati i valori di calcolo delle azioni sollecitanti relativamente alle combinazioni di carico adottate:

SLE - QUASI PERMANENTE 01				
	ψ	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,00	10.251,80	0,00	-1.233,05
g_2	1,00	0,00	13.573,81	58.412,65
g_3	1,00	0,00	231,31	1.493,12
q_1	0,00	0,00	0,00	0,00
r_1	1,00	5.050,18	0,00	1.515,05
r_2	1,00	1.399,30	0,00	419,79
r_3	1,00	0,00	193,48	2.012,24
r_4	0,00	0,00	0,00	0,00
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e_L	0,00	0,00	0,00	0,00
		16.701,28	13.998,61	62.619,80

SLE - FREQUENTE 01				
	ψ	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,00	10.251,80	0,00	-1.233,05
g_2	1,00	0,00	13.573,81	58.412,65
g_3	1,00	0,00	231,31	1.493,12
q_1	0,00	0,00	0,00	0,00
r_1	1,00	5.050,18	0,00	1.515,05
r_2	1,00	1.399,30	0,00	419,79
r_3	1,00	0,00	193,48	2.012,24
r_4	0,75	2.969,76	0,00	890,93
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e_L	0,00	0,00	0,00	0,00
		19.671,04	13.998,61	63.510,73

SLE - FREQUENTE 02				
	ψ	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,00	10.251,80	0,00	-1.233,05
g_2	1,00	0,00	13.573,81	58.412,65
g_3	1,00	0,00	231,31	1.493,12
q_1	0,75	0,00	1.577,13	10.180,36
r_1	1,00	5.050,18	0,00	1.515,05
r_2	1,00	1.399,30	0,00	419,79
r_3	1,00	0,00	193,48	2.012,24
r_4	0,75	2.969,76	0,00	890,93
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e_L	0,00	0,00	0,00	0,00
		19.671,04	15.575,74	73.691,09

SLE - FREQUENTE 03				
	ψ	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,00	10.251,80	0,00	-1.233,05
g_2	1,00	0,00	13.573,81	58.412,65
g_3	1,00	0,00	231,31	1.493,12
q_1	0,75	0,00	1.577,13	10.180,36
r_1	1,00	5.050,18	0,00	1.515,05
r_2	1,00	1.399,30	0,00	419,79
r_3	1,00	0,00	193,48	2.012,24
r_4	0,00	0,00	0,00	0,00
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e_L	0,00	0,00	0,00	0,00
		16.701,28	15.575,74	72.800,16

SLE - CARATTERISTICA 01				
	ψ	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,00	10.251,80	0,00	-1.233,05
g_2	1,00	0,00	13.573,81	58.412,65
g_3	1,00	0,00	231,31	1.493,12
q_1	0,00	0,00	0,00	0,00
r_1	1,00	5.050,18	0,00	1.515,05
r_2	1,00	1.399,30	0,00	419,79
r_3	1,00	0,00	193,48	2.012,24
r_4	1,00	3.959,68	0,00	1.187,90
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e_L	0,00	0,00	0,00	0,00
		20.660,96	13.998,61	63.807,71

SLE - CARATTERISTICA 02				
	ψ	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,00	10.251,80	0,00	-1.233,05
g_2	1,00	0,00	13.573,81	58.412,65
g_3	1,00	0,00	231,31	1.493,12
q_1	1,00	0,00	2.102,84	13.573,81
r_1	1,00	5.050,18	0,00	1.515,05
r_2	1,00	1.399,30	0,00	419,79
r_3	1,00	0,00	193,48	2.012,24
r_4	1,00	3.959,68	0,00	1.187,90
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e_L	0,00	0,00	0,00	0,00
		20.660,96	16.101,45	77.381,52

SLE - CARATTERISTICA 03				
	ψ	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,00	10.251,80	0,00	-1.233,05
g_2	1,00	0,00	13.573,81	58.412,65
g_3	1,00	0,00	231,31	1.493,12
q_1	1,00	0,00	2.102,84	13.573,81
r_1	1,00	5.050,18	0,00	1.515,05
r_2	1,00	1.399,30	0,00	419,79
r_3	1,00	0,00	193,48	2.012,24
r_4	0,00	0,00	0,00	0,00
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e_L	0,00	0,00	0,00	0,00
		16.701,28	16.101,45	76.193,62

SLE - CARATTERISTICA 04				
	ψ	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g_1	1,00	10.251,80	0,00	-1.233,05
g_2	1,00	0,00	13.573,81	58.412,65
g_3	1,00	0,00	231,31	1.493,12
q_1	0,00	0,00	0,00	0,00
r_1	1,00	5.050,18	0,00	1.515,05
r_2	1,00	1.399,30	0,00	419,79
r_3	0,00	0,00	0,00	0,00
r_4	0,75	2.969,76	0,00	890,93
f	1,00	0,00	468,00	9.734,40
e_L	0,00	0,00	0,00	0,00
		19.671,04	14.273,13	71.232,89

Relazione di calcolo

SLE - CARATTERISTICA 05

	$\gamma \cdot \psi$	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g ₁	1,00	10.251,80	0,00	-1.233,05
g ₂	1,00	0,00	13.573,81	58.412,65
g ₃	1,00	0,00	231,31	1.493,12
q ₁	0,75	0,00	1.577,13	10.180,36
r ₁	1,00	5.050,18	0,00	1.515,05
r ₂	1,00	1.399,30	0,00	419,79
r ₃	0,00	0,00	0,00	0,00
r ₄	0,75	2.969,76	0,00	890,93
f	1,00	0,00	468,00	9.734,40
e _L	0,00	0,00	0,00	0,00
		19.671,04	15.850,25	81.413,25

SLU - STR 01

	$\gamma \cdot \psi$	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g ₁	1,35	13.839,93	0,00	-1.664,62
g ₂	1,50	0,00	20.360,72	87.618,97
g ₃	1,50	0,00	346,97	2.239,68
q ₁	0,00	0,00	0,00	0,00
r ₁	1,35	6.817,74	0,00	2.045,32
r ₂	1,50	2.098,95	0,00	629,69
r ₃	1,50	0,00	290,23	3.018,36
r ₄	1,35	5.345,57	0,00	1.603,67
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e _L	0,00	0,00	0,00	0,00
		28.102,19	20.997,92	95.491,07

SLU - STR 02

	$\gamma \cdot \psi$	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g ₁	1,35	13.839,93	0,00	-1.664,62
g ₂	1,50	0,00	20.360,72	87.618,97
g ₃	1,50	0,00	346,97	2.239,68
q ₁	1,35	0,00	2.838,83	18.324,65
r ₁	1,35	6.817,74	0,00	2.045,32
r ₂	1,50	2.098,95	0,00	629,69
r ₃	1,50	0,00	290,23	3.018,36
r ₄	1,35	5.345,57	0,00	1.603,67
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e _L	0,00	0,00	0,00	0,00
		28.102,19	23.836,75	113.815,72

SLU - STR 03

	$\gamma \cdot \psi$	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g ₁	1,35	13.839,93	0,00	-1.664,62
g ₂	1,50	0,00	20.360,72	87.618,97
g ₃	1,50	0,00	346,97	2.239,68
q ₁	1,35	0,00	2.838,83	18.324,65
r ₁	1,35	6.817,74	0,00	2.045,32
r ₂	1,50	2.098,95	0,00	629,69
r ₃	1,50	0,00	290,23	3.018,36
r ₄	0,00	0,00	0,00	0,00
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e _L	0,00	0,00	0,00	0,00
		22.756,62	23.836,75	112.212,05

SLU - STR 04

	$\gamma \cdot \psi$	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g ₁	1,35	13.839,93	0,00	-1.664,62
g ₂	1,50	0,00	20.360,72	87.618,97
g ₃	1,50	0,00	346,97	2.239,68
q ₁	0,00	0,00	0,00	0,00
r ₁	1,35	6.817,74	0,00	2.045,32
r ₂	1,50	2.098,95	0,00	629,69
r ₃	1,50	0,00	290,23	3.018,36
r ₄	1,01	4.009,18	0,00	1.202,75
f	1,50	0,00	702,00	14.601,60
e _L	0,00	0,00	0,00	0,00
		26.765,80	21.699,92	109.691,75

SLU - STR 05

	$\gamma \cdot \psi$	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g ₁	1,35	13.839,93	0,00	-1.664,62
g ₂	1,50	0,00	20.360,72	87.618,97
g ₃	1,50	0,00	346,97	2.239,68
q ₁	1,01	0,00	2.129,12	13.743,49
r ₁	1,35	6.817,74	0,00	2.045,32
r ₂	1,50	2.098,95	0,00	629,69
r ₃	1,50	0,00	290,23	3.018,36
r ₄	1,01	4.009,18	0,00	1.202,75
f	1,50	0,00	702,00	14.601,60
e _L	0,00	0,00	0,00	0,00
		26.765,80	23.829,04	123.435,24

SLV 01

	$\gamma \cdot \psi$	N [kN]	V_L [kN]	M_L [kNm]
g ₁	1,00	10.251,80	0,00	-1.233,05
g ₂	1,00	0,00	13.573,81	58.412,65
g ₃	1,00	0,00	231,31	1.493,12
q ₁	0,00	0,00	0,00	0,00
r ₁	1,00	5.050,18	0,00	1.515,05
r ₂	1,00	1.399,30	0,00	419,79
r ₃	1,00	0,00	193,48	2.012,24
r ₄	0,00	0,00	0,00	0,00
f	0,00	0,00	0,00	0,00
e _L	1,00	0,00	21.378,15	144.956,52
		16.701,28	35.376,76	207.576,32

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 171 di 273

17.3.4. Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori di calcolo delle azioni sollecitanti relativamente alle combinazioni di carico adottate:

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI - COMBINAZIONI DI CARICO			
COMBINAZIONE	N [kN]	V _L [kN]	M _L [kNm]
SLE - QUASI PERMANENTE 01	16.701,28	13.998,61	62.619,80
SLE - FREQUENTE 01	19.671,04	13.998,61	63.510,73
SLE - FREQUENTE 02	19.671,04	15.575,74	73.691,09
SLE - FREQUENTE 03	16.701,28	15.575,74	72.800,16
SLE - CARATTERISTICA 01	20.660,96	13.998,61	63.807,71
SLE - CARATTERISTICA 02	20.660,96	16.101,45	77.381,52
SLE - CARATTERISTICA 03	16.701,28	16.101,45	76.193,62
SLE - CARATTERISTICA 04	19.671,04	14.273,13	71.232,89
SLE - CARATTERISTICA 05	19.671,04	15.850,25	81.413,25
SLU - STR 01	28.102,19	20.997,92	95.491,07
SLU - STR 02	28.102,19	23.836,75	113.815,72
SLU - STR 03	22.756,62	23.836,75	112.212,05
SLU - STR 04	26.765,80	21.699,92	109.691,75
SLU - STR 05	26.765,80	23.829,04	123.435,24
SLV 01	16.701,28	35.376,76	207.576,32

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori di calcolo delle azioni sollecitanti relativamente alle combinazioni di carico adottate riferiti ad una striscia di larghezza unitaria di muro frontale:

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI UNITARIE - COMBINAZIONI DI CARICO			
COMBINAZIONE	N [kN]	V _L [kN]	M _L [kNm]
SLE - QUASI PERMANENTE 01	802,95	673,01	3.010,57
SLE - FREQUENTE 01	945,72	673,01	3.053,40
SLE - FREQUENTE 02	945,72	748,83	3.542,84
SLE - FREQUENTE 03	802,95	748,83	3.500,01
SLE - CARATTERISTICA 01	993,32	673,01	3.067,68
SLE - CARATTERISTICA 02	993,32	774,11	3.720,27
SLE - CARATTERISTICA 03	802,95	774,11	3.663,15
SLE - CARATTERISTICA 04	945,72	686,21	3.424,66
SLE - CARATTERISTICA 05	945,72	762,03	3.914,10
SLU - STR 01	1.351,07	1.009,52	4.590,92
SLU - STR 02	1.351,07	1.146,00	5.471,91
SLU - STR 03	1.094,07	1.146,00	5.394,81
SLU - STR 04	1.286,82	1.043,27	5.273,64
SLU - STR 05	1.286,82	1.145,63	5.934,39
SLV 01	802,95	1.700,81	9.979,63

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 172 di 273

17.4. Verifiche di resistenza della sezione di spiccato del muro frontale

17.4.1. Sezione resistente e armatura di verifica

La sezione resistente è rettangolare con base pari a 100 cm e altezza pari a 180 cm.

L'armatura longitudinale è costituita da:

- Ø26/10 tesi – I strato (lato rilevato)
- Ø26/10 tesi – II strato (lato rilevato)
- Ø26/10 tesi – III strato (lato rilevato)
- Ø26/20 compressi (lato impalcato)

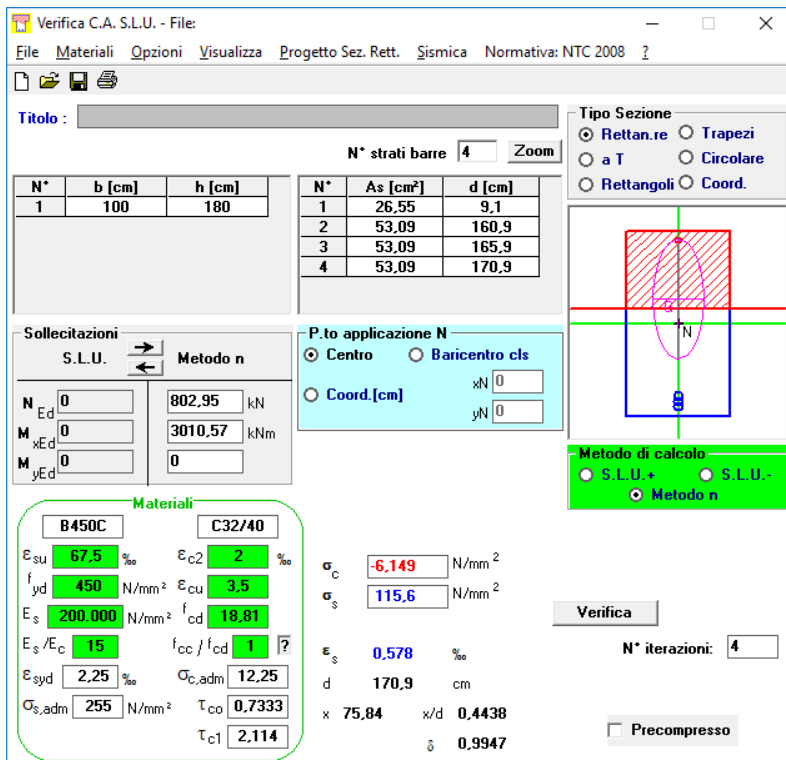
L'armatura a taglio è costituita da spille Ø12/20x20 (2.825,00 mm²/m).

Il copriferro minimo è assunto pari a 50 mm.

17.4.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Quasi Permanente

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{sd} = 802,95$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{sd} = 3.010,57$ kNm.



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 4 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	180	1	26,55	9,1
			2	53,09	160,9
			3	53,09	165,9
			4	53,09	170,9

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Solecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 802,95 kN
M_{Ed} 0 3010,57 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali:
B450C C32/40
ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 450 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
ε_{syd} 2,25 ‰ σ_{c,adm} 12,25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
τ_{c1} 2,114

σ_c -6,149 N/mm²
σ_s 115,6 N/mm²
ε_s 0,578 ‰
d 170,9 cm
x 75,84 x/d 0,4438
δ 0,9947

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 6,14 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \cdot f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 115,60 \text{ N/mm}^2 < 0,80 \cdot f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

17.4.3. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Frequente

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 945,72$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 3.542,84$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	180	1	26,55	9,1
			2	53,09	160,9
			3	53,09	165,9
			4	53,09	170,9

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C		C32/40	
ϵ_{su}	67,5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	450 N/mm²	ϵ_{cu}	3,5 ‰
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	18,81
E_s / E_c	15	f_{cc} / f_{cd}	1
ϵ_{syd}	2,25 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12,25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0,7333
		τ_{c1}	2,114

σ_c -7,236 N/mm²
 σ_s 136 N/mm²

Verifica

ϵ_s 0,6801 ‰
 d 170,9 cm
 x 75,85 x/d 0,4438
 δ 0,9948

N° iterazioni:

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 7,23 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \cdot f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 136,00 \text{ N/mm}^2 < 0,80 \cdot f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

17.4.4. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Caratteristica

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 945,72$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 3.914,10$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	180	1	26,55	9,1
			2	53,09	160,9
			3	53,09	165,9
			4	53,09	170,9

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C		C32/40	
ϵ_{su}	67,5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	450 N/mm²	ϵ_{cu}	3,5 ‰
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	18,81
E_s / E_c	15	f_{cc} / f_{cd}	1
ϵ_{syd}	2,25 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12,25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0,7333
		τ_{c1}	2,114

σ_c -7,944 N/mm²
 σ_s 152,8 N/mm²

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

ϵ_s 0,7639 ‰
 d 170,9 cm
 x 74,89 x/d 0,4382
 δ 0,9877

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 7,94 \text{ N/mm}^2 < 0,60 \cdot f_{ck} = 19,92 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 152,80 \text{ N/mm}^2 < 0,80 \cdot f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

17.4.5. Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione SLE – Quasi Permanente

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

		Armatura tesa nell'area di cls efficace:			Armatura compressa:			
H	180	cm	A_s	159,28	cm ²	A_s'	26,55	cm ²
b	100	cm	$y_{G A_s} (*)$	14,10	cm	$y_{G A_s'} (*)$	170,90	cm
$c_{f\text{effettivo}}$	5	cm	x (cm) (*)	n_{ferri}	Φ (mm)	x (cm) (*)	n_{ferri}	Φ (mm)
$c_{f\text{norma}}$	5	cm	9,1	10	26	170,9	5	26
d	165,90	cm	14,1	10	26			
			19,1	10	26			
R_{ck}	40	MPa						
f_{ctm}	3,16	MPa						
f_{ctk}	2,21	MPa						
E_s	210000	MPa						
n	15		Φ_{medio}	26	mm	Φ_{staffe}	28	mm

Sezione interam. reagente

y_G	82,83	cm
A_{ideale}	20787	cm ²
I_{ideale}	63899949	cm ⁴

Fessurazione indotta da:

carichi

Caratteristiche ambiente:

molto o moderatamente aggressivo

β_1	1	
β_2	0,5	
k_1	0,8	
k_2	0,5	
k	-	
$h_{A\text{ cls eff}}$	35,25	cm
$A_{\text{cls eff}}$	3525,00	cm ²
ρ_r	0,0452	
σ_s	109,65	MPa
σ_{sr}	97,78	MPa
ϵ_{sm}	0,00031	
s_{rm}	107,5	mm
w_m	0,034	mm
β	1,7	
χ	1	
w_k	0,058	mm
$w_k \text{ limite}$	0,1	mm
w_k	<	$w_k \text{ limite}$

Calcolo delle tensioni nella sezione fessurata

N	802,95	kN	carico assiale agente
M	3010,57	kN m	momento agente
e	374,94	cm	eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ
en	31,63	cm	estremità nocciolo d'inerzia
d_G	143,50	cm	baricentro armature
u	284,94	cm	distanza centro di pressione - lembo compresso
p	-171916,89	cm ²	
q	-15065855	cm ³	
y_p	360,77	cm	distanza asse neutro - centro di pressione
y_c	75,83	cm	asse neutro
A^*	10371	cm ²	area ideale
S_n^*	98929	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro
I_n^*	35690967	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro
σ_c	6,15	MPa	massima tensione di compressione nel cls
σ_s	109,65	MPa	tensione di trazione nell'acciaio

Calcolo delle tensioni nella condizione di carico di prima fessurazione

N	803	kN	carico assiale agente
M_F	2.734	kN m	momento di prima fessurazione
e	340,54	cm	eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ
u	250,54	cm	distanza centro di pressione - lembo compresso
p	-122405,65	cm ²	
q	-4981185,3	cm ³	
y_p	327,40	cm	distanza asse neutro - centro di pressione
y_c	76,86	cm	asse neutro
A^*	10474	cm ²	area ideale
S_n^*	109670	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro
I_n^*	35905913	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro
σ_{cr}	5,63	MPa	massima tensione di compressione nel cls
σ_{sr}	97,78	MPa	tensione di trazione nell'acciaio

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC	
Relazione di calcolo	
Foglio 176 di 273	

17.4.6. Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione SLE – Frequente

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE											
H	180	cm	Armatura tesa nell'area di cls efficace:			Armatura compressa:					
b	100	cm	A_s	159,28	cm ²	A_s'	26,55	cm ²			
$c_{f\text{effettivo}}$	5	cm	$y_{G A_s} (*)$	14,10	cm	(*) da lembo teso	$y_{G A_s'} (*)$	170,90	cm		
$c_{f\text{norma}}$	5	cm	x (cm) (*)	$n_{f\text{erri}}$	Φ (mm)	x (cm) (*)	$n_{f\text{erri}}$	Φ (mm)			
d	165,90	cm	9,1	10	26	170,9	5	26			
			14,1	10	26						
			19,1	10	26						
R_{ck}	40	MPa									
f_{ctm}	3,16	MPa									
f_{ctk}	2,21	MPa									
E_s	210000	MPa									
n	15		Φ_{medio}	26	mm	Φ_{staffe}	28	mm			
Sezione interam. reagente			Calcolo delle tensioni nella sezione fessurata								
y_G	82,83	cm	N	945,72	kN	carico assiale agente					
A_{ideale}	20787	cm ²	M	3542,84	kN m	momento agente					
I_{ideale}	63899949	cm ⁴	e	374,62	cm	eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ					
Fessurazione indotta da:			en	31,63	cm	estremità nocciolo d'inerzia					
carichi			d_G	143,50	cm	baricentro armature					
Caratteristiche ambiente:			u	284,62	cm	distanza centro di pressione - lembo compresso					
molto o moderatamente aggressivo			p	-171423,05	cm ²						
β_1	1		q	-14955854	cm ³						
β_2	0,5		y_p	360,46	cm	distanza asse neutro - centro di pressione					
k_1	0,8		y_c	75,84	cm	asse neutro					
k_2	0,5		A^*	10372	cm ²	area ideale					
k	-		S_n^*	99020	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro					
$h_{A\text{ cls eff}}$	35,25	cm	I_n^*	35692691	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro					
$A_{\text{cls eff}}$	3525,00	cm ²	σ_c	7,24	MPa	massima tensione di compressione nel cls					
ρ_r	0,0452		σ_s	129,02	MPa	tensione di trazione nell'acciaio					
σ_s	129,02	MPa	Calcolo delle tensioni nella condizione di carico di prima fessurazione								
σ_{sr}	96,59	MPa	N	946	kN	carico assiale agente					
ϵ_{sm}	0,00044		M_F	2.787	kN m	momento di prima fessurazione					
s_{rm}	107,5	mm	e	294,73	cm	eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ					
w_m	0,048	mm	u	204,73	cm	distanza centro di pressione - lembo compresso					
β	1,7		p	-67504,525	cm ²						
χ	1		q	3621732,6	cm ³						
w_k	0,081	mm	y_p	283,35	cm	distanza asse neutro - centro di pressione					
$w_k\text{ limite}$	0,2	mm	y_c	78,62	cm	asse neutro					
w_k	<	$w_k\text{ limite}$	A^*	10649	cm ²	area ideale					
			S_n^*	128192	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro					
			I_n^*	36322972	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro					
			σ_{cr}	5,80	MPa	massima tensione di compressione nel cls					
			σ_{sr}	96,59	MPa	tensione di trazione nell'acciaio					

17.4.7. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione retta

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 802,95$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 9.979,63$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: _____

N° strati barre 4 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	180	1	26,55	9,1
			2	53,09	160,9
			3	53,09	165,9
			4	53,09	170,9

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 802,95 0 kN
 M_{Ed} 9979,63 0 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

Materiali	B450C	C32/40
ε _{su}	67,5 ‰	ε _{c2} 2 ‰
f _{yd}	450 N/mm²	ε _{cu} 3,5 ‰
E _s	200.000 N/mm²	f _{cd} 18,81
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd} 1
ε _{syd}	2,25 ‰	σ _{c,adm} 12,25
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co} 0,7333
		τ _{c1} 2,114

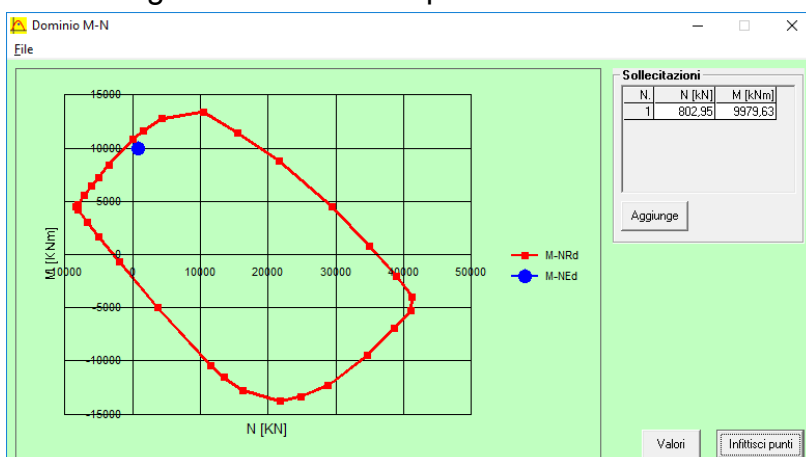
M_{xRd} 11.250 kNm

σ_c -18,81 N/mm²
 σ_s 450 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 9,947 ‰
 d 170,9 cm
 x 44,48 x/d 0,2603
 δ 0,7654

Il momento resistente risulta pari a:

$$M_{Sd} = 11.250,00 \text{ kNm} > M_{Sd} = 9.979,63 \text{ kNm}$$

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 178 di 273

17.4.8. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = 1.700,81$ kN.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	100,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	50,00	[cm]
Copriferro netto:	c	5,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	45,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	108,77	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	2,50	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	40,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trav}	12,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	1,13	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	7,06	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
 La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	100,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,000	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,0000	

RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	111,93	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	1.904,85	[kN]

AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	111,93	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_S = V_{R,d} / V_{S,d}$	1,03	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 179 di 273

17.5. Azioni sollecitanti alla base della zattera di fondazione

17.5.1. Determinazione delle azioni sollecitanti

AZIONI VERTICALI PROVENIENTI DALLA SPALLA

PARAGHIAIA

spessore	b_{Lp}	0,50	[m]
altezza	h_p	2,71	[m]
lunghezza	b_{Tp}	20,80	[m]
peso	W_p	704,60	[kN]
eccentricità rispetto all'asse della zattera di fondazione	e_L	-0,13	[m]
momento flettente rispetto all'asse della zattera	M_L	-91,60	[kNm]

MURO FRONTALE

spessore	b_{Lm}	1,80	[m]
altezza	h_m	10,20	[m]
lunghezza	b_{Tm}	20,80	[m]
peso	W_m	9.547,20	[kN]
eccentricità rispetto all'asse della zattera di fondazione	e_L	1,30	[m]
momento flettente rispetto all'asse della zattera	M_L	12.411,36	[kNm]

MURI ANDATORI

spessore porzione superiore	$b_{Ta,s}$	1,00	[m]
altezza porzione superiore	$h_{a,s}$	7,41	[m]
lunghezza porzione superiore	$b_{La,s}$	6,10	[m]
spessore porzione inferiore	$b_{Ta,i}$	1,90	[m]
altezza porzione inferiore	$h_{a,i}$	5,50	[m]
lunghezza porzione inferiore	$b_{La,i}$	6,10	[m]
numero muri andatori	n	2,00	
peso	W_a	5.447,30	[kN]
eccentricità rispetto all'asse della zattera di fondazione	e_L	-2,65	[m]
momento flettente rispetto all'asse della zattera	M_L	-14.435,35	[kNm]

ORECCHIE

spessore	b_{To}	1,00	[m]
superficie	A_o	6,53	[m ²]
numero di orecchie		1	
peso		163,36	[kN]
ascissa del baricentro rispetto all'asse della zattera	e_L	-6,62	[m]
ordinata del baricentro rispetto all'asse della zattera	e_z	0,00	[m]
momento flettente longitudinale rispetto all'asse della zattera	M_L	-1.081,46	[kNm]
momento flettente trasversale rispetto all'asse della zattera	M_T	1.617,29	[kNm]

SETTO CENTRALE

spessore	b_{Ts}	0,80	[m]
altezza	h_s	12,91	[m]
lunghezza	b_{Ls}	6,10	[m]
peso	W_s	1.575,02	[kNm]
eccentricità rispetto all'asse della zattera di fondazione	e_L	-2,65	[m]
momento flettente rispetto all'asse della zattera	M_L	-4.173,80	[kNm]

ZATTERA DI FONDAZIONE

spessore	h_z	2,00	[m]
larghezza	b_{Lz}	11,40	[m]
lunghezza	b_{Tz}	20,80	[m]
peso	W_z	11.856,00	[kN]
aggetto del piede di valle	A_v	3,50	[m]
aggetto del piede di monte	A_m	6,10	[m]

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 180 di 273

TERRENO DI RINTERRO

peso per unità di volume	γ	20,00	[kN/m ³]
larghezza porzione superiore	$b_{L,s}$	6,10	[m]
lunghezza porzione superiore	$b_{T,s}$	18,00	[m]
altezza porzione superiore	$h_{z,s}$	7,41	[m]
larghezza porzione inferiore	$b_{L,i}$	6,10	[m]
lunghezza porzione inferiore	$b_{T,i}$	16,20	[m]
altezza porzione inferiore	$h_{z,i}$	5,50	[m]
peso	W_r	27.142,56	[kN]
eccentricità rispetto all'asse della zattera di fondazione	e_L	-2,65	[m]
momento flettente rispetto all'asse della zattera	M_L	-71.927,78	[kNm]

SOVRACCARICHI PERMANENTI PORTATI

peso della pavimentazione per unità di superficie	s_{pp}	2,20	[kN/m ²]
larghezza	b_L	6,10	[m]
lunghezza	b_T	20,80	[m]
peso	W_{pp}	279,14	[kN]
eccentricità rispetto all'asse della zattera di fondazione	e_L	-2,65	[m]
momento flettente rispetto all'asse della zattera	M_L	-739,71	[kNm]

SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

carichi accidentali	s_a	20,00	[kN/m ²]
larghezza	b_L	6,10	[m]
lunghezza	b_T	20,80	[m]
peso	W_{acc}	2.537,60	[kN]
eccentricità rispetto all'asse della zattera di fondazione	e_L	-2,65	[m]
momento flettente rispetto all'asse della zattera	M_L	-6.724,64	[kNm]

AZIONI VERTICALI PROVENIENTI DALL'IMPALCATO
GEOMETRIA IMPALCATO

numero travi	n_t	6	
luce di calcolo campata	L	39,00	[m]
coefficiente di influenza verticale	α_v	0,50	
eccentricità rispetto all'asse della zattera di fondazione	e_L	1,60	[m]

CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Scarico sull'appoggio B1 (da modello di calcolo)	$p_{p,1}$	829,23	[kN]
Scarico sull'appoggio B2 (da modello di calcolo)	$p_{p,2}$	866,63	[kN]
Scarico sull'appoggio B3 (da modello di calcolo)	$p_{p,3}$	829,23	[kN]
Scarico sull'appoggio B4 (da modello di calcolo)	$p_{p,4}$	829,23	[kN]
Scarico sull'appoggio B5 (da modello di calcolo)	$p_{p,5}$	866,63	[kN]
Scarico sull'appoggio B6 (da modello di calcolo)	$p_{p,6}$	829,23	[kN]
reazione totale	W_{pp}	5.050,18	[kN]
momento flettente rispetto all'asse della zattera	M_L	8.080,29	[kNm]

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Scarico sull'appoggio B1 (da modello di calcolo)	$p_{perm,1}$	392,89	[kN]
Scarico sull'appoggio B2 (da modello di calcolo)	$p_{perm,2}$	194,67	[kN]
Scarico sull'appoggio B3 (da modello di calcolo)	$p_{perm,3}$	112,09	[kN]
Scarico sull'appoggio B4 (da modello di calcolo)	$p_{perm,4}$	112,09	[kN]
Scarico sull'appoggio B5 (da modello di calcolo)	$p_{perm,5}$	194,67	[kN]
Scarico sull'appoggio B6 (da modello di calcolo)	$p_{perm,6}$	392,89	[kN]
reazione totale	W_{perm}	1.399,30	[kN]
momento flettente rispetto all'asse della zattera	M_L	2.238,88	[kNm]

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 181 di 273

CARICHI MOBILI (Q_{ik} e q_{ik})

larghezza carreggiata	w	8,00	[m]
eccentricità asse carreggiata	e_T	0,00	[m]
numero corsie convenzionali	n_L	2,00	
larghezza di una corsia convenzionale	w_c	3,00	[m]
larghezza zona rimanente	w_R	2,00	[m]
Lunghezza campata	L	39,00	[m]
numero di appoggi	n_{app}	6	
interasse trasversale appoggi	i_{app}	3,85	[m]

SCARICHI SUGLI APPOGGI (da modello di calcolo)

CARICO	APP.	N_{max}	N_{min}	e_T
Stesa 1	B1	678,28	0,00	8,75
	B2	501,90	0,00	4,90
	B3	-59,02	0,00	1,05
	B4	-59,02	0,00	-1,05
	B5	501,90	0,00	-4,90
	B6	678,28	0,00	-8,75
Stesa 2	B1	91,69	0,00	8,75
	B2	472,85	0,00	4,90
	B3	144,08	0,00	1,05
	B4	144,08	0,00	-1,05
	B5	472,85	0,00	-4,90
	B6	91,69	0,00	-8,75
Carreggiata rimanente	B1	-6,35	0,00	8,75
	B2	34,22	0,00	4,90
	B3	69,64	0,00	1,05
	B4	69,64	0,00	-1,05
	B5	34,22	0,00	-4,90
	B6	-6,35	0,00	-8,75
Folla SX	B1	53,48	0,00	8,75
	B2	9,57	0,00	4,90
	B3	-10,50	0,00	1,05
	B4	-10,50	0,00	-1,05
	B5	9,57	0,00	-4,90
	B6	53,48	0,00	-8,75

CONFIGURAZIONE 1 - $r_4 (N_{max} + Mt_{max} + MI)$

Appoggio B1	N_1	817,10	[kN]
Appoggio B2	N_2	1.018,54	[kN]
Appoggio B3	N_3	144,20	[kN]
Appoggio B4	N_4	144,20	[kN]
Appoggio B5	N_5	1.018,54	[kN]
Appoggio B6	N_6	817,10	[kN]
Azione normale totale	N	3.959,68	[kN]
Momento flettente longitudinale totale fondazione:	M_L	6.335,49	[kNm]
Momento flettente trasversale totale fondazione:	M_T	0,00	[kNm]

CONFIGURAZIONE 2 - $r_5 (N + Mt + MI_{max})$

Appoggio B1	N_1	817,10	[kN]
Appoggio B2	N_2	1.018,54	[kN]
Appoggio B3	N_3	144,20	[kN]
Appoggio B4	N_4	0,00	[kN]
Appoggio B5	N_5	0,00	[kN]
Appoggio B6	N_6	0,00	[kN]
Azione normale totale	N	1.979,84	[kN]
Momento flettente longitudinale totale fondazione:	M_L	3.167,74	[kNm]
Momento flettente trasversale totale fondazione:	M_T	12.291,88	[kNm]

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 182 di 273

AZIONI ORIZZONTALI PROVENIENTI DALLA SPALLA

SPINTA DEL CUNEO DI TERRENO

angolo di attrito del terreno - valore caratteristico	φ'_k	35,00	[°]
angolo di attrito terreno - parete	δ	23,33	[°]
coefficiente di spinta a riposo	k_0	0,426	
componente orizzontale del coefficiente di spinta a riposo	k_{0h}	0,392	
altezza di terreno non spingente	h	0,00	[m]
spinta orizzontale terreno	S_z	18.105,26	[kN]
momento terreno base zattera	M_L	89.983,13	[kNm]

SOVRACCARICHI PERMANENTI PORTATI

carico uniformemente distribuito per unità di superficie	q	2,20	[kN/m ²]
spinta orizzontale carichi permanenti portati	S_z	267,15	[kN]
momento carichi permanenti portati base zattera	M_L	1.991,58	[kNm]

SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

carico uniformemente distribuito per unità di superficie	q	20,00	[kN/m ²]
spinta orizzontale carichi permanenti portati	S_z	2.428,61	[kN]
momento carichi permanenti portati base zattera	M_L	18.105,26	[kNm]

AZIONI ORIZZONTALI PROVENIENTI DALL'IMPALCATO

ATTRITO DEI VINCOLI

tipologia appoggio longitudinale		APPOGGI	
sforzo normale permanente	N_{pp}	5.050,18	[kN]
sforzo normale permanente non strutturale	N_{spp}	1.399,30	[kN]
coefficiente d'attrito	μ	0,03	
attrito carichi permanenti	$V_{L,pp}$	151,51	[kN]
attrito carichi permanenti non strutturali	$V_{L,perm}$	41,98	[kN]
altezza media baggiolo	h_b	0,20	[m]
eccentricità rispetto alla base della fondazione	e_{vz}	12,40	[m]
momento base zattera carichi permanenti	$M_{L,pp}$	1.878,67	[kNm]
momento base zattera carichi permanenti non strutturali	$M_{L,perm}$	520,54	[kNm]

FRENATURA/ACCELERAZIONE

Numero di carreggiate	n	2,00	
lunghezza totale dell'impalcato	L_{tot}	40,00	[m]
azione di frenatura/accelerazione	V_L	936,00	[kN]
coefficiente di influenza longitudinale	α_h	1,00	
eccentricità rispetto alla base della fondazione	e_{vz}	12,40	[m]
momento base zattera	M_L	11.606,40	[kNm]

VENTO TRASVERSALE

pressione del vento	q_w	0,85	[kN/m ²]
altezza superficie inv esita	h_w	5,49	[m]
lunghezza totale impalcato	L_{tot}	40,00	[m]
coefficiente di influenza trasversale	α_h	0,50	
azione trasversale del vento	V_T	187,15	[kN]
eccentricità rispetto alla base della fondazione	e_{vz}	12,40	[m]
momento base zattera	M_T	2.320,64	[kNm]

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 183 di 273

AZIONE SISMICA

PARAMETRI DI ANALISI

coefficiente sismico orizzontale	k_h	0,169
coefficiente sismico verticale	k_v	0,085

IMPALCATO

peso proprio dell'impalcato	W_{pp}	5.050,18	[kN]
carichi permanenti portati	W_{spp}	1.399,30	[kN]
peso sismico totale impalcato scaricato sulla spalla	W_{tot}	6.449,48	[kN]
forza sismica longitudinale totale	F_L	2.179,92	[kN]
forza sismica trasversale totale	F_T	1.089,96	[kN]
eccentricità rispetto alla base della fondazione	e_{vz}	12,40	[m]
momento longitudinale alla base zattera	M_L	27.031,06	[kNm]
momento trasversale alla base zattera	M_T	13.515,53	[kNm]

PARAGHIAIA

peso	W_p	704,60	[kN]
azione sismica	$F_L=F_T$	119,08	[kN]
eccentricità rispetto alla base della fondazione	e_{vz}	13,56	[m]
momento base zattera	$M_L=M_T$	1.614,09	[kNm]

MURO FRONTALE

peso	W_m	9.547,20	[kN]
azione sismica	$F_L=F_T$	1.613,48	[kN]
eccentricità rispetto alla base della fondazione	e_{vz}	7,10	[m]
momento base zattera	$M_L=M_T$	11.455,69	[kNm]

MURI ANDATORI

peso	W_m	5.447,30	[kN]
azione sismica	$F_L=F_T$	920,59	[kN]
eccentricità rispetto alla base della fondazione	e_{vz}	7,43	[m]
momento base zattera	$M_L=M_T$	6.838,30	[kNm]

ORECCHIE

peso	W_m	163,36	[kN]
azione sismica	$F_L=F_T$	27,61	[kN]
eccentricità rispetto alla base della fondazione	e_{vz}	0,00	[m]
momento base zattera	$M_L=M_T$	0,00	[kNm]

SETTO CENTRALE

peso	W_s	1.575,02	[m]
azione sismica	$F_L=F_T$	266,18	[m]
eccentricità rispetto alla base della fondazione	W_s	8,46	[m]
momento base zattera	$M_L=M_T$	2.250,54	[kNm]

ZATTERA DI FONDAZIONE

peso	W_m	11.856,00	[kN]
azione sismica	$F_L=F_T$	2.003,66	[kN]
eccentricità rispetto alla base della fondazione	e_{vz}	1,00	[m]
momento base zattera	$M_L=M_T$	2.003,66	[kNm]

TERRENO DI RINTERRO

peso	W_m	27.142,56	[kN]
azione sismica	$F_L=F_T$	4.587,09	[kN]
eccentricità rispetto alla base della fondazione	e_{vz}	8,62	[m]
momento base zattera	$M_L=M_T$	39.540,13	[kNm]

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 184 di 273

CUNEO DI TERRENO

metodo di analisi		WOOD	
coefficiente sismico orizzontale	k_h	0,169	
altezza del terreno spingente	h_s	14,91	
peso per unità di volume del terreno	γ	20,00	
sovraspinta dinamica del terreno	S_z	15.629,15	[kN]
eccentricità rispetto alla base della fondazione	e_{vz}	7,46	[m]
momento base zattera	M_L	116.515,30	[kNm]

17.5.2. Riepilogo delle azioni sollecitanti caratteristiche

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori caratteristici delle azioni sollecitanti relativamente ai diversi casi di carico considerati:

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI - VALORI CARATTERISTICI

AZIONE		N [kN]	V_L [kN]	V_T [kN]	M_T [kNm]	M_L [kNm]
peso proprio spalla	g_1	29.293,48	0,00	0,00	1.617,29	-7.370,85
peso proprio terreno di rinterro	g_2	27.142,56	0,00	0,00	0,00	-71.927,78
sovaccarichi permanenti	g_3	279,14	0,00	0,00	0,00	-739,71
spinta del terreno	g_4	0,00	18.105,26	0,00	0,00	89.983,13
spinta dei sovaccarichi permanenti	g_5	0,00	267,15	0,00	0,00	1.991,58
sovaccarichi variabili	q_1	2.537,60	0,00	0,00	0,00	-6.724,64
spinta sovaccarichi variabili	q_2	0,00	2.428,61	0,00	0,00	18.105,26
carichi permanenti strutturali impalcato	r_1	5.050,18	0,00	0,00	0,00	8.080,29
carichi permanenti non strutturali impalcato	r_2	1.399,30	0,00	0,00	0,00	2.238,88
attrito dei vincoli carichi permanenti	r_3	0,00	193,48	0,00	0,00	2.399,21
carichi mobili impalcato - max N e M_L	r_4	3.959,68	0,00	0,00	0,00	6.335,49
carichi mobili impalcato - max M_T	r_5	1.979,84	0,00	0,00	12.291,88	3.167,74
frenatura/accelerazione	f	0,00	936,00	0,00	0,00	11.606,40
vento trasversale	w	0,00	0,00	187,15	2.320,64	0,00
sisma longitudinale	e_L	0,00	27.346,76	0,00	0,00	207.248,77
sisma trasversale	e_T	0,00	0,00	10.627,65	77.217,94	0,00

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 189 di 273

17.5.4. Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori di calcolo delle azioni sollecitanti relativamente alle combinazioni di carico adottate:

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI - COMBINAZIONI DI CARICO					
COMBINAZIONE	N [kN]	V _L [kN]	V _T [kN]	M _T [kNm]	M _L [kNm]
SLE - QUASI PERMANENTE 01	63.164,66	18.565,89	187,15	3.937,93	24.654,75
SLE - FREQUENTE 01	66.134,42	18.565,89	0,00	1.617,29	29.406,36
SLE - FREQUENTE 02	64.649,54	18.565,89	0,00	10.836,20	27.030,55
SLE - FREQUENTE 03	68.037,62	20.387,34	0,00	1.617,29	37.941,83
SLE - FREQUENTE 04	66.552,74	20.387,34	0,00	10.836,20	35.566,02
SLE - FREQUENTE 05	63.164,66	18.565,89	37,43	2.081,42	24.654,75
SLE - CARATTERISTICA 01	67.124,34	18.565,89	112,29	3.009,67	30.990,23
SLE - CARATTERISTICA 02	65.144,50	18.565,89	112,29	15.301,55	27.822,49
SLE - CARATTERISTICA 03	69.661,94	20.994,50	112,29	3.009,67	42.370,85
SLE - CARATTERISTICA 04	67.682,10	20.994,50	112,29	15.301,55	39.203,11
SLE - CARATTERISTICA 05	66.134,42	19.501,89	112,29	3.009,67	41.012,76
SLE - CARATTERISTICA 06	64.649,54	19.501,89	112,29	12.228,58	38.636,95
SLE - CARATTERISTICA 07	68.037,62	21.323,34	112,29	3.009,67	49.548,23
SLE - CARATTERISTICA 08	66.552,74	21.323,34	112,29	12.228,58	47.172,42
SLE - CARATTERISTICA 09	66.134,42	18.565,89	187,15	3.937,93	29.406,36
SLE - CARATTERISTICA 10	64.649,54	18.565,89	187,15	13.156,84	27.030,55
SLE - CARATTERISTICA 11	68.037,62	20.387,34	187,15	3.937,93	37.941,83
SLE - CARATTERISTICA 12	66.552,74	20.387,34	187,15	13.156,84	35.566,02
SLU - STR 01	90.869,62	27.848,83	168,43	4.271,91	56.217,78
SLU - STR 02	88.196,84	27.848,83	168,43	20.865,95	51.941,33
SLU - STR 03	94.295,38	31.127,45	168,43	4.271,91	71.581,61
SLU - STR 04	91.622,60	31.127,45	168,43	20.865,95	67.305,16
SLU - STR 05	89.533,23	29.252,83	168,43	4.271,91	71.489,15
SLU - STR 06	87.528,64	29.252,83	168,43	16.717,44	68.281,81
SLU - STR 07	92.102,55	31.711,80	168,43	4.271,91	83.012,03
SLU - STR 08	90.097,96	31.711,80	168,43	16.717,44	79.804,69
SLU - STR 09	89.533,23	27.848,83	280,72	5.664,30	54.079,55
SLU - STR 10	87.528,64	27.848,83	280,72	18.109,83	50.872,21
SLU - STR 11	92.102,55	30.307,80	280,72	5.664,30	65.602,43
SLU - STR 12	90.097,96	30.307,80	280,72	18.109,83	62.395,09
SLV 01	63.164,66	45.912,65	3.188,30	24.782,67	231.903,52
SLV 02	63.164,66	26.769,92	10.627,65	78.835,22	86.829,38

GENERAL CONTRACTOR  Censorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 190 di 273

17.6. Valutazione dell'azione normale sui pali di fondazione

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori di calcolo delle azioni sollecitanti relativamente alle combinazioni di carico adottate:

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI - COMBINAZIONI DI CARICO					
COMBINAZIONE	N [kN]	V _L [kN]	V _T [kN]	M _T [kNm]	M _L [kNm]
SLE - QUASI PERMANENTE 01	63.164,66	18.565,89	187,15	3.937,93	24.654,75
SLE - FREQUENTE 01	66.134,42	18.565,89	0,00	1.617,29	29.406,36
SLE - FREQUENTE 02	64.649,54	18.565,89	0,00	10.836,20	27.030,55
SLE - FREQUENTE 03	68.037,62	20.387,34	0,00	1.617,29	37.941,83
SLE - FREQUENTE 04	66.552,74	20.387,34	0,00	10.836,20	35.566,02
SLE - FREQUENTE 05	63.164,66	18.565,89	37,43	2.081,42	24.654,75
SLE - CARATTERISTICA 01	67.124,34	18.565,89	112,29	3.009,67	30.990,23
SLE - CARATTERISTICA 02	65.144,50	18.565,89	112,29	15.301,55	27.822,49
SLE - CARATTERISTICA 03	69.661,94	20.994,50	112,29	3.009,67	42.370,85
SLE - CARATTERISTICA 04	67.682,10	20.994,50	112,29	15.301,55	39.203,11
SLE - CARATTERISTICA 05	66.134,42	19.501,89	112,29	3.009,67	41.012,76
SLE - CARATTERISTICA 06	64.649,54	19.501,89	112,29	12.228,58	38.636,95
SLE - CARATTERISTICA 07	68.037,62	21.323,34	112,29	3.009,67	49.548,23
SLE - CARATTERISTICA 08	66.552,74	21.323,34	112,29	12.228,58	47.172,42
SLE - CARATTERISTICA 09	66.134,42	18.565,89	187,15	3.937,93	29.406,36
SLE - CARATTERISTICA 10	64.649,54	18.565,89	187,15	13.156,84	27.030,55
SLE - CARATTERISTICA 11	68.037,62	20.387,34	187,15	3.937,93	37.941,83
SLE - CARATTERISTICA 12	66.552,74	20.387,34	187,15	13.156,84	35.566,02
SLU - STR 01	90.869,62	27.848,83	168,43	4.271,91	56.217,78
SLU - STR 02	88.196,84	27.848,83	168,43	20.865,95	51.941,33
SLU - STR 03	94.295,38	31.127,45	168,43	4.271,91	71.581,61
SLU - STR 04	91.622,60	31.127,45	168,43	20.865,95	67.305,16
SLU - STR 05	89.533,23	29.252,83	168,43	4.271,91	71.489,15
SLU - STR 06	87.528,64	29.252,83	168,43	16.717,44	68.281,81
SLU - STR 07	92.102,55	31.711,80	168,43	4.271,91	83.012,03
SLU - STR 08	90.097,96	31.711,80	168,43	16.717,44	79.804,69
SLU - STR 09	89.533,23	27.848,83	280,72	5.664,30	54.079,55
SLU - STR 10	87.528,64	27.848,83	280,72	18.109,83	50.872,21
SLU - STR 11	92.102,55	30.307,80	280,72	5.664,30	65.602,43
SLU - STR 12	90.097,96	30.307,80	280,72	18.109,83	62.395,09
SLV 01	63.164,66	45.912,65	3.188,30	24.782,67	231.903,52
SLV 02	63.164,66	26.769,92	10.627,65	78.835,22	86.829,38

Nelle tabelle successive sono riportati i valori dell'azione normale sui singoli pali di fondazione per le differenti combinazioni di carico adottate:

Numero totale di pali di fondazione

24

PALO	x [m]	y [m]	x ²	y ²	SLE - Q.P.01	SLE - FREQ. 01	SLE - FREQ. 02	SLE - FREQ. 03	SLE - FREQ. 04	SLE - FREQ. 05
					N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]
1	-4,50	9,20	20,25	84,64	2.299,15	2.321,18	2.388,37	2.258,22	2.325,42	2.281,14
2	-1,50	9,20	2,25	84,64	2.546,44	2.621,26	2.662,05	2.653,14	2.693,94	2.528,42
3	1,50	9,20	2,25	84,64	2.793,72	2.921,34	2.935,74	3.048,06	3.062,46	2.775,70
4	4,50	9,20	20,25	84,64	3.041,00	3.221,42	3.209,42	3.442,97	3.430,98	3.022,99
5	-4,50	5,52	20,25	30,47	2.283,87	2.314,90	2.346,31	2.251,94	2.283,35	2.273,06
6	-1,50	5,52	2,25	30,47	2.531,15	2.614,98	2.619,99	2.646,86	2.651,87	2.520,34
7	1,50	5,52	2,25	30,47	2.778,43	2.915,06	2.893,67	3.041,78	3.020,39	2.767,62
8	4,50	5,52	20,25	30,47	3.025,72	3.215,14	3.167,35	3.436,70	3.388,91	3.014,91
9	-4,50	1,84	20,25	3,39	2.268,58	2.308,62	2.304,24	2.245,66	2.241,28	2.264,98
10	-1,50	1,84	2,25	3,39	2.515,86	2.608,70	2.577,92	2.640,58	2.609,80	2.512,26
11	1,50	1,84	2,25	3,39	2.763,15	2.908,78	2.851,60	3.035,50	2.978,32	2.759,54
12	4,50	1,84	20,25	3,39	3.010,43	3.208,86	3.125,29	3.430,42	3.346,84	3.006,83
13	-4,50	-1,84	20,25	3,39	2.253,29	2.302,34	2.262,18	2.239,38	2.199,22	2.256,90
14	-1,50	-1,84	2,25	3,39	2.500,58	2.602,42	2.535,86	2.634,30	2.567,74	2.504,18
15	1,50	-1,84	2,25	3,39	2.747,86	2.902,50	2.809,54	3.029,22	2.936,26	2.751,46
16	4,50	-1,84	20,25	3,39	2.995,14	3.202,58	3.083,22	3.424,14	3.304,78	2.998,75
17	-4,50	-5,52	20,25	30,47	2.238,00	2.296,06	2.220,11	2.233,11	2.157,15	2.248,82
18	-1,50	-5,52	2,25	30,47	2.485,29	2.596,14	2.493,79	2.628,02	2.525,67	2.496,10
19	1,50	-5,52	2,25	30,47	2.732,57	2.896,22	2.767,47	3.022,94	2.884,19	2.743,38
20	4,50	-5,52	20,25	30,47	2.979,86	3.196,30	3.041,15	3.417,86	3.262,71	2.990,67
21	-4,50	-9,20	20,25	84,64	2.222,72	2.289,79	2.176,04	2.226,83	2.115,09	2.240,74
22	-1,50	-9,20	2,25	84,64	2.470,00	2.589,87	2.451,72	2.621,75	2.483,61	2.488,02
23	1,50	-9,20	2,25	84,64	2.717,29	2.889,94	2.725,41	3.016,66	2.852,13	2.735,30
24	4,50	-9,20	20,25	84,64	2.964,57	3.190,02	2.999,09	3.411,58	3.220,65	2.982,59
			270,00	947,97						

PALO	x [m]	y [m]	x ²	y ²	SLE - CAR.01	SLE - CAR.02	SLE - CAR.03	SLE - CAR.04	SLE - CAR.05	SLE - CAR.06
					N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]
1	-4,50	9,20	20,25	84,64	2.349,54	2.439,13	2.265,60	2.355,19	2.141,25	2.208,45
2	-1,50	9,20	2,25	84,64	2.667,22	2.721,61	2.709,72	2.764,12	2.570,29	2.611,09
3	1,50	9,20	2,25	84,64	2.984,90	3.004,10	3.153,85	3.173,05	2.999,33	3.013,73
4	4,50	9,20	20,25	84,64	3.302,57	3.286,58	3.597,98	3.581,99	3.428,37	3.416,37
5	-4,50	5,52	20,25	30,47	2.337,86	2.379,73	2.253,91	2.295,79	2.129,57	2.160,98
6	-1,50	5,52	2,25	30,47	2.655,53	2.662,21	2.698,04	2.704,72	2.558,61	2.563,62
7	1,50	5,52	2,25	30,47	2.973,21	2.944,70	3.142,17	3.113,65	2.987,65	2.966,26
8	4,50	5,52	20,25	30,47	3.290,89	3.227,18	3.586,30	3.522,59	3.416,69	3.368,90
9	-4,50	1,84	20,25	3,39	2.326,17	2.320,33	2.242,23	2.236,39	2.117,88	2.113,50
10	-1,50	1,84	2,25	3,39	2.643,85	2.602,81	2.686,36	2.645,32	2.546,92	2.516,15
11	1,50	1,84	2,25	3,39	2.961,53	2.885,29	3.130,49	3.054,25	2.975,96	2.918,79
12	4,50	1,84	20,25	3,39	3.279,21	3.167,78	3.574,62	3.463,19	3.405,00	3.321,43
13	-4,50	-1,84	20,25	3,39	2.314,49	2.260,93	2.230,54	2.176,99	2.160,20	2.066,03
14	-1,50	-1,84	2,25	3,39	2.632,17	2.543,41	2.674,67	2.585,92	2.535,24	2.468,67
15	1,50	-1,84	2,25	3,39	2.949,84	2.825,89	3.118,80	2.994,85	2.964,28	2.871,32
16	4,50	-1,84	20,25	3,39	3.267,52	3.108,38	3.562,93	3.403,79	3.393,32	3.273,96
17	-4,50	-5,52	20,25	30,47	2.302,81	2.201,53	2.218,86	2.117,59	2.094,52	2.018,56
18	-1,50	-5,52	2,25	30,47	2.620,48	2.484,01	2.662,99	2.526,52	2.523,56	2.421,20
19	1,50	-5,52	2,25	30,47	2.938,16	2.766,49	3.107,12	2.935,45	2.952,60	2.823,84
20	4,50	-5,52	20,25	30,47	3.255,84	3.048,97	3.551,25	3.344,39	3.381,63	3.226,49
21	-4,50	-9,20	20,25	84,64	2.291,12	2.142,13	2.207,18	2.058,19	2.082,83	1.971,09
22	-1,50	-9,20	2,25	84,64	2.608,80	2.424,61	2.651,31	2.467,12	2.511,87	2.373,73
23	1,50	-9,20	2,25	84,64	2.926,48	2.707,09	3.095,44	2.876,05	2.940,91	2.776,37
24	4,50	-9,20	20,25	84,64	3.244,16	2.989,57	3.539,57	3.284,98	3.369,95	3.179,02
			270,00	947,97						

PALO	x [m]	y [m]	x ²	y ²	SLE - CAR.07	SLE - CAR.08	SLE - CAR.09	SLE - CAR.10	SLE - CAR.11	SLE - CAR.12
					N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]	N _{palo} [kN]
1	-4,50	9,20	20,25	84,64	2.078,29	2.145,49	2.343,70	2.410,90	2.280,74	2.347,94
2	-1,50	9,20	2,25	84,64	2.602,17	2.642,97	2.643,78	2.684,58	2.675,66	2.716,46
3	1,50	9,20	2,25	84,64	3.126,05	3.140,45	2.943,86	2.958,26	3.070,58	3.084,98
4	4,50	9,20	20,25	84,64	3.649,93	3.637,93	3.243,94	3.231,94	3.465,50	3.453,50
5	-4,50	5,52	20,25	30,47	2.066,61	2.098,02	2.328,41	2.359,82	2.265,45	2.296,86
6	-1,50	5,52	2,25	30,47	2.590,49	2.595,50	2.628,49	2.633,50	2.660,37	2.665,38
7	1,50	5,52	2,25	30,47	3.114,37	3.092,98	2.928,57	2.907,18	3.055,29	3.033,90
8	4,50	5,52	20,25	30,47	3.638,24	3.590,46	3.228,65	3.180,87	3.450,21	3.402,42
9	-4,50	1,84	20,25	3,39	2.054,93	2.050,55	2.313,12	2.308,75	2.250,17	2.245,79
10	-1,50	1,84	2,25	3,39	2.578,80	2.548,03	2.613,20	2.582,43	2.645,09	2.614,31
11	1,50	1,84	2,25	3,39	3.102,68	3.045,51	2.913,28	2.856,11	3.040,00	2.982,83
12	4,50	1,84	20,25	3,39	3.626,56	3.542,99	3.213,36	3.129,79	3.434,92	3.351,35
13	-4,50	-1,84	20,25	3,39	2.043,24	2.003,07	2.297,84	2.257,67	2.234,88	2.194,71
14	-1,50	-1,84	2,25	3,39	2.567,12	2.500,56	2.597,92	2.531,35	2.629,80	2.563,23
15	1,50	-1,84	2,25	3,39	3.091,00	2.998,04	2.898,00	2.805,03	3.024,72	2.931,75
16	4,50	-1,84	20,25	3,39	3.614,88	3.495,52	3.198,08	3.078,72	3.419,63	3.300,27
17	-4,50	-5,52	20,25	30,47	2.031,56	1.955,60	2.282,55	2.206,60	2.219,59	2.143,64
18	-1,50	-5,52	2,25	30,47	2.555,44	2.453,08	2.582,63	2.480,28	2.614,51	2.512,16
19	1,50	-5,52	2,25	30,47	3.079,31	2.950,56	2.882,71	2.753,96	3.009,43	2.880,68
20	4,50	-5,52	20,25	30,47	3.603,19	3.448,04	3.182,79	3.027,64	3.404,35	3.249,20
21	-4,50	-9,20	20,25	84,64	2.019,88	1.908,13	2.267,26	2.155,52	2.204,31	2.092,56
22	-1,50	-9,20	2,25	84,64	2.543,75	2.405,61	2.567,34	2.429,20	2.599,22	2.461,08
23	1,50	-9,20	2,25	84,64	3.067,63	2.903,09	2.867,42	2.702,88	2.994,14	2.829,60
24	4,50	-9,20	20,25	84,64	3.591,51	3.400,57	3.167,50	2.976,57	3.389,06	3.198,12
			270,00	947,97						

Numero totale di pali di fondazione

24

PALO	x [m]	y [m]	x ²	y ²	SLU - STR.01 N _{paio} [kN]	SLU - STR.02 N _{paio} [kN]	SLU - STR.03 N _{paio} [kN]	SLU - STR.04 N _{paio} [kN]	SLU - STR.05 N _{paio} [kN]	SLU - STR.06 N _{paio} [kN]
1	-4,50	9,20	20,25	84,64	2.950,71	3.071,66	2.837,39	2.958,34	2.640,50	2.731,22
2	-1,50	9,20	2,25	84,64	3.535,37	3.608,80	3.592,75	3.666,19	3.394,84	3.449,92
3	1,50	9,20	2,25	84,64	4.120,02	4.145,94	4.348,12	4.374,04	4.149,18	4.168,62
4	4,50	9,20	20,25	84,64	4.704,68	4.683,08	5.103,48	5.081,88	4.903,52	4.887,32
5	-4,50	5,52	20,25	30,47	2.934,13	2.990,66	2.820,80	2.877,34	2.623,92	2.666,32
6	-1,50	5,52	2,25	30,47	3.518,78	3.527,80	3.576,17	3.585,19	3.378,26	3.385,02
7	1,50	5,52	2,25	30,47	4.103,44	4.064,94	4.331,53	4.293,03	4.132,60	4.103,72
8	4,50	5,52	20,25	30,47	4.688,09	4.602,08	5.086,90	5.000,88	4.886,93	4.822,42
9	-4,50	1,84	20,25	3,39	2.917,54	2.909,66	2.804,22	2.796,34	2.607,34	2.601,43
10	-1,50	1,84	2,25	3,39	3.502,20	3.446,80	3.559,58	3.504,18	3.361,67	3.320,13
11	1,50	1,84	2,25	3,39	4.086,85	3.983,94	4.314,95	4.212,03	4.116,01	4.038,83
12	4,50	1,84	20,25	3,39	4.671,51	4.521,08	5.070,31	4.919,88	4.870,35	4.757,53
13	-4,50	-1,84	20,25	3,39	2.900,96	2.828,66	2.787,64	2.715,34	2.590,75	2.536,53
14	-1,50	-1,84	2,25	3,39	3.485,61	3.365,80	3.543,00	3.423,18	3.345,09	3.255,23
15	1,50	-1,84	2,25	3,39	4.070,27	3.902,94	4.298,36	4.131,03	4.099,43	3.973,93
16	4,50	-1,84	20,25	3,39	4.654,93	4.440,08	5.053,73	4.838,88	4.853,77	4.692,63
17	-4,50	-5,52	20,25	30,47	2.884,38	2.747,66	2.771,05	2.634,33	2.574,17	2.471,63
18	-1,50	-5,52	2,25	30,47	3.469,03	3.284,80	3.526,42	3.342,18	3.328,51	3.190,33
19	1,50	-5,52	2,25	30,47	4.053,69	3.821,94	4.281,78	4.050,03	4.082,84	3.909,03
20	4,50	-5,52	20,25	30,47	4.638,34	4.359,07	5.037,15	4.757,88	4.837,18	4.627,73
21	-4,50	-9,20	20,25	84,64	2.867,79	2.666,66	2.754,47	2.553,33	2.557,59	2.406,73
22	-1,50	-9,20	2,25	84,64	3.452,45	3.203,80	3.509,83	3.261,18	3.311,92	3.125,43
23	1,50	-9,20	2,25	84,64	4.037,10	3.740,93	4.265,20	3.969,03	4.066,26	3.844,13
24	4,50	-9,20	20,25	84,64	4.621,76	4.278,07	5.020,56	4.676,88	4.820,60	4.562,83
			270,00	947,97						

PALO	x [m]	y [m]	x ²	y ²	SLU - STR.07 N _{paio} [kN]	SLU - STR.08 N _{paio} [kN]	SLU - STR.09 N _{paio} [kN]	SLU - STR.10 N _{paio} [kN]	SLU - STR.11 N _{paio} [kN]	SLU - STR.12 N _{paio} [kN]
1	-4,50	9,20	20,25	84,64	2.555,51	2.646,23	2.944,18	3.034,89	2.859,18	2.949,90
2	-1,50	9,20	2,25	84,64	3.437,88	3.492,96	3.505,07	3.560,15	3.548,11	3.603,19
3	1,50	9,20	2,25	84,64	4.320,25	4.339,69	4.065,97	4.085,41	4.237,04	4.256,48
4	4,50	9,20	20,25	84,64	5.202,62	5.186,42	4.626,87	4.610,67	4.925,97	4.909,78
5	-4,50	5,52	20,25	30,47	2.538,93	2.581,33	2.922,19	2.964,59	2.837,20	2.879,60
6	-1,50	5,52	2,25	30,47	3.421,30	3.428,06	3.483,09	3.489,85	3.526,12	3.532,89
7	1,50	5,52	2,25	30,47	4.303,67	4.274,79	4.043,98	4.015,11	4.215,05	4.186,18
8	4,50	5,52	20,25	30,47	5.186,04	5.121,53	4.604,88	4.540,37	4.903,98	4.839,47
9	-4,50	1,84	20,25	3,39	2.522,34	2.516,43	2.900,20	2.894,29	2.815,21	2.809,29
10	-1,50	1,84	2,25	3,39	3.404,71	3.363,16	3.461,10	3.419,55	3.504,14	3.462,59
11	1,50	1,84	2,25	3,39	4.287,08	4.209,90	4.021,99	3.944,81	4.193,07	4.115,88
12	4,50	1,84	20,25	3,39	5.169,45	5.056,63	4.582,89	4.470,07	4.881,99	4.769,17
13	-4,50	-1,84	20,25	3,39	2.505,76	2.451,54	2.878,21	2.823,99	2.793,22	2.738,99
14	-1,50	-1,84	2,25	3,39	3.388,13	3.298,27	3.439,11	3.349,25	3.482,15	3.392,28
15	1,50	-1,84	2,25	3,39	4.270,50	4.145,00	4.000,01	3.874,51	4.171,08	4.045,58
16	4,50	-1,84	20,25	3,39	5.152,87	4.991,73	4.560,90	4.399,77	4.860,01	4.698,87
17	-4,50	-5,52	20,25	30,47	2.489,18	2.386,64	2.856,22	2.753,68	2.771,23	2.668,69
18	-1,50	-5,52	2,25	30,47	3.371,55	3.233,37	3.417,12	3.278,94	3.460,16	3.321,98
19	1,50	-5,52	2,25	30,47	4.253,92	4.080,10	3.978,02	3.804,20	4.149,09	3.975,27
20	4,50	-5,52	20,25	30,47	5.136,28	4.926,83	4.538,91	4.329,46	4.838,02	4.628,57
21	-4,50	-9,20	20,25	84,64	2.472,59	2.321,74	2.834,23	2.683,38	2.749,24	2.598,39
22	-1,50	-9,20	2,25	84,64	3.354,96	3.168,47	3.395,13	3.208,64	3.438,17	3.251,68
23	1,50	-9,20	2,25	84,64	4.237,33	4.015,21	3.956,03	3.733,90	4.127,10	3.904,97
24	4,50	-9,20	20,25	84,64	5.119,70	4.861,94	4.516,93	4.259,16	4.816,03	4.558,26
			270,00	947,97						

PALO	x [m]	y [m]	x ²	y ²	SLV 01 N _{paio} [kN]	SLV 02 N _{paio} [kN]
1	-4,50	9,20	20,25	84,64	-952,70	1.989,78
2	-1,50	9,20	2,25	84,64	1.597,35	2.927,90
3	1,50	9,20	2,25	84,64	4.147,40	3.866,01
4	4,50	9,20	20,25	84,64	6.697,45	4.804,12
5	-4,50	5,52	20,25	30,47	-1.048,90	1.683,75
6	-1,50	5,52	2,25	30,47	1.501,15	2.621,86
7	1,50	5,52	2,25	30,47	4.051,19	3.559,97
8	4,50	5,52	20,25	30,47	6.601,24	4.498,09
9	-4,50	1,84	20,25	3,39	-1.145,11	1.377,71
10	-1,50	1,84	2,25	3,39	1.404,94	2.315,82
11	1,50	1,84	2,25	3,39	3.954,99	3.253,94
12	4,50	1,84	20,25	3,39	6.505,04	4.192,05
13	-4,50	-1,84	20,25	3,39	-1.241,31	1.071,67
14	-1,50	-1,84	2,25	3,39	1.308,73	2.009,79
15	1,50	-1,84	2,25	3,39	3.858,78	2.947,90
16	4,50	-1,84	20,25	3,39	6.408,83	3.886,01
17	-4,50	-5,52	20,25	30,47	-1.337,52	765,64
18	-1,50	-5,52	2,25	30,47	1.212,53	1.703,75
19	1,50	-5,52	2,25	30,47	3.762,58	2.641,86
20	4,50	-5,52	20,25	30,47	6.312,62	3.579,97
21	-4,50	-9,20	20,25	84,64	-1.433,73	459,60
22	-1,50	-9,20	2,25	84,64	1.116,32	1.397,71
23	1,50	-9,20	2,25	84,64	3.666,37	2.335,82
24	4,50	-9,20	20,25	84,64	6.216,42	3.273,94
			270,00	947,97		

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori di calcolo massimi e minimi dell'azione normale sui pali di fondazione per le differenti combinazioni di carico adottate:

AZIONI NORMALI MASSIME SUI PALI

COMBINAZIONE	N _{MAX} [kN]	N _{MIN} [kN]
SLE - Q.P. 01	3.041,00	2.222,72
SLE - FREQ.01	3.221,42	2.178,04
SLE - FREQ.02	3.209,42	2.178,04
SLE - FREQ.03	3.442,97	2.226,83
SLE - FREQ.04	3.430,98	2.115,09
SLE - FREQ.05	3.022,99	2.240,74
SLE - CAR.01	3.302,57	2.291,12
SLE - CAR.02	3.286,58	2.142,13
SLE - CAR.03	3.597,98	2.207,18
SLE - CAR.04	3.581,99	2.058,19
SLE - CAR.05	3.428,37	2.082,83
SLE - CAR.06	3.416,37	1.971,09
SLE - CAR.07	3.649,93	2.019,88
SLE - CAR.08	3.637,93	1.908,13
SLE - CAR.09	3.243,94	2.267,26
SLE - CAR.10	3.231,94	2.155,52
SLE - CAR.11	3.465,50	2.204,31
SLE - CAR.12	3.453,50	2.092,56
SLU - STR.01	4.704,68	2.867,79
SLU - STR.02	4.683,08	2.666,66
SLU - STR.03	5.103,48	2.754,47
SLU - STR.04	5.081,88	2.553,33
SLU - STR.05	4.903,52	2.557,59
SLU - STR.06	4.887,32	2.406,73
SLU - STR.07	5.202,62	2.472,59
SLU - STR.08	5.186,42	2.321,74
SLU - STR.09	4.626,87	2.834,23
SLU - STR.10	4.610,67	2.683,38
SLU - STR.11	4.925,97	2.749,24
SLU - STR.12	4.909,78	2.598,39
SLV 01	6.697,45	-1.433,73
SLV 02	4.804,12	459,60

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 194 di 273

17.7. Valutazione delle azioni sollecitanti sui pali di fondazione

Nella tabella successiva sono riportati i valori dell'azione tagliante in testa palo per singolo palo in relazione alle diverse combinazioni di carico adottate:

RISULTANTI DI TAGLIO SUL SINGOLO PALO			
COMBINAZIONE	V _L [kN]	V _T [kN]	R [kN]
SLE - Q.P. 01	765,52	7,80	765,56
SLE - FREQ.01	765,52	0,00	765,52
SLE - FREQ.02	765,52	0,00	765,52
SLE - FREQ.03	841,41	0,00	841,41
SLE - FREQ.04	841,41	0,00	841,41
SLE - FREQ.05	765,52	1,56	765,52
SLE - CAR.01	765,52	4,68	765,53
SLE - CAR.02	765,52	4,68	765,53
SLE - CAR.03	866,71	4,68	866,72
SLE - CAR.04	866,71	4,68	866,72
SLE - CAR.05	804,52	4,68	804,53
SLE - CAR.06	804,52	4,68	804,53
SLE - CAR.07	880,41	4,68	880,42
SLE - CAR.08	880,41	4,68	880,42
SLE - CAR.09	765,52	7,80	765,56
SLE - CAR.10	765,52	7,80	765,56
SLE - CAR.11	841,41	7,80	841,45
SLE - CAR.12	841,41	7,80	841,45
SLU - STR.01	1.148,28	7,02	1.148,30
SLU - STR.02	1.148,28	7,02	1.148,30
SLU - STR.03	1.284,88	7,02	1.284,90
SLU - STR.04	1.284,88	7,02	1.284,90
SLU - STR.05	1.206,78	7,02	1.206,80
SLU - STR.06	1.206,78	7,02	1.206,80
SLU - STR.07	1.309,23	7,02	1.309,25
SLU - STR.08	1.309,23	7,02	1.309,25
SLU - STR.09	1.148,28	11,70	1.148,33
SLU - STR.10	1.148,28	11,70	1.148,33
SLU - STR.11	1.250,73	11,70	1.250,79
SLU - STR.12	1.250,73	11,70	1.250,79
SLV 01	1.904,97	132,85	1.909,59
SLV 02	1.107,35	442,82	1.192,61

Per la valutazione dell'azione flettente in testa palo è stato utilizzato il metodo di Matlock & Reese. Il valore del modulo di reazione orizzontale, desunto dalla relazione geotecnica, è stato assunto pari a **219.900,00 kN/m²**.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 195 di 273

17.7.1. Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti

Calcolo della deformata e delle sollecitazioni agenti in un palo soggetto a forza orizzontale

Metodo di Matlock & Reese

Caso di terreno con modulo costante con la profondità

Caratteristiche palo

tipologia (p=palo;m=micropalo)		p
diametro (m)		1,20
		0,00
lunghezza (m)	L	19,00
modulo elastico cls (kPa)	E_c	31220186
modulo elastico acciaio (kPa)		210000
modulo elastico di calcolo (kPa)	E	31220186
momento d'inerzia (m ⁴)	I	0,102
resist. caratt. Cls (MPa)	Rck	30
tratto scalzato (m)	l	0

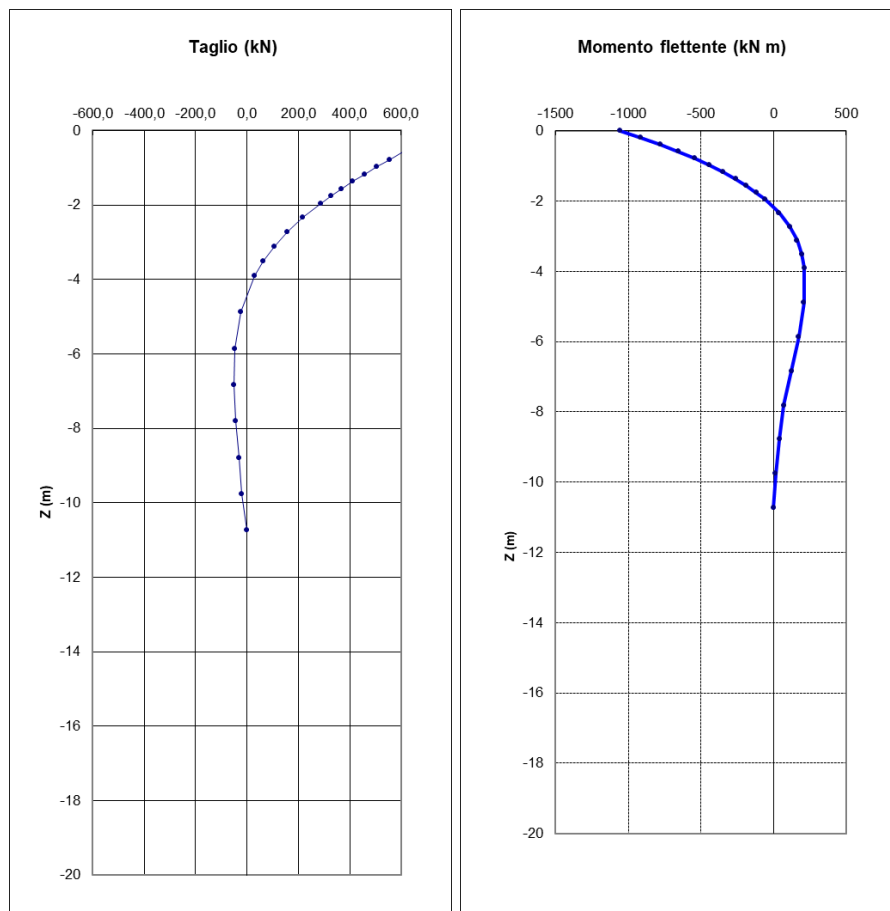
Caratteristiche terreno

modulo reazione orizz. (kN/m ²)	E_s	219.000
fattore di rigidezza (m)	T	1,95
L/T	λ	9,735
coeff. di profondità max	Z_{max}	9,7

Carichi agenti

carico orizzontale (kN)	Vt	765,5
momento agente sup. terreno (kNm)	Mpc	-1.056,0
momento in testa al palo (kNm)	Mtp	-1056,0

Nei diagrammi successivi sono riportati l'andamento del momento flettente e del taglio sul palo:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 196 di 273

17.7.2. Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti

Calcolo della deformata e delle sollecitazioni agenti in un palo soggetto a forza orizzontale

Metodo di Matlock & Reese

Caso di terreno con modulo costante con la profondità

Caratteristiche palo

tipologia (p=palo;m=micropalo)		p
diametro (m)		1,20
		0,00
lunghezza (m)	L	19,00
modulo elastico cls (kPa)	E_c	31220186
modulo elastico acciaio (kPa)		210000
modulo elastico di calcolo (kPa)	E	31220186
momento d'inerzia (m ⁴)	I	0,102
resist. caratt. Cls (MPa)	Rck	30
tratto scalzato (m)	l	0

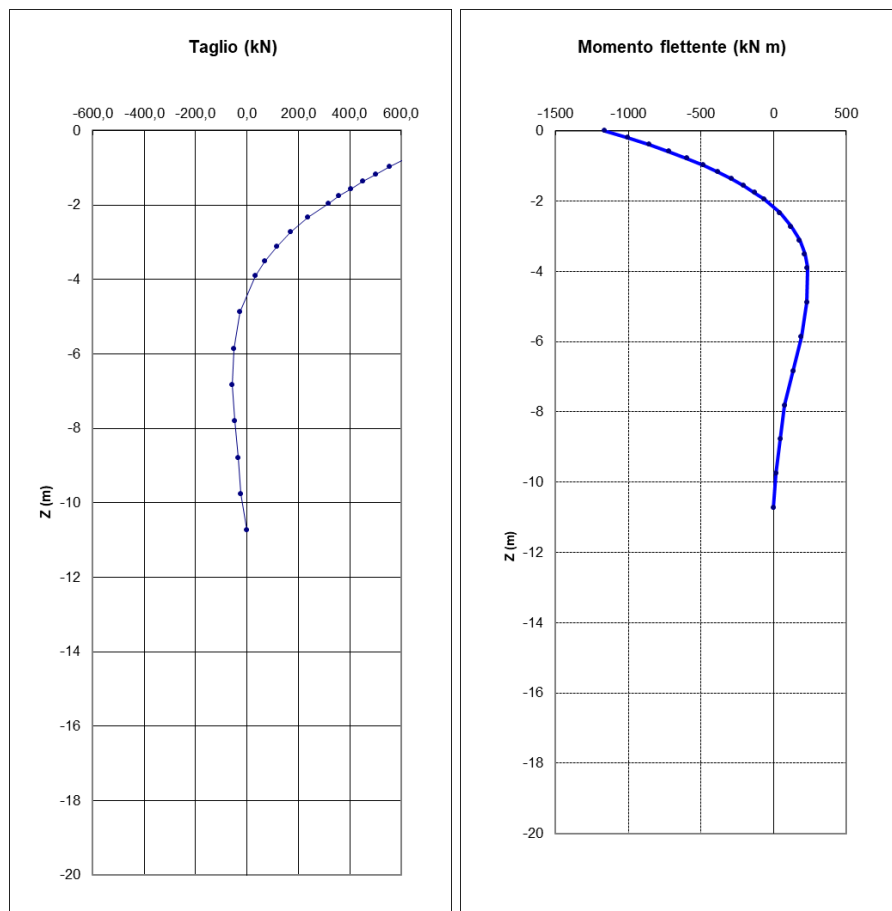
Caratteristiche terreno

modulo reazione orizz. (kN/m ²)	E_s	219.000
fattore di rigidezza (m)	T	1,95
L/T	λ	9,735
coeff. di profondità max	Z_{max}	9,7

Carichi agenti

carico orizzontale (kN)	Vt	841,4
momento agente sup. terreno (kNm)	Mpc	-1.160,7
momento in testa al palo (kNm)	Mtp	-1160,7

Nei diagrammi successivi sono riportati l'andamento del momento flettente e del taglio sul palo:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 197 di 273

17.7.3. Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche

Calcolo della deformata e delle sollecitazioni agenti in un palo soggetto a forza orizzontale

Metodo di Matlock & Reese

Caso di terreno con modulo costante con la profondità

Caratteristiche palo

tipologia (p=palo;m=micropalo)		p
diámetro (m)		1,20
		0,00
lunghezza (m)	L	19,00
modulo elastico cls (kPa)	E_c	31220186
modulo elastico acciaio (kPa)		210000
modulo elastico di calcolo (kPa)	E	31220186
momento d'inerzia (m ⁴)	I	0,102
resist. caratt. Cls (MPa)	Rck	30
tratto scalzato (m)	l	0

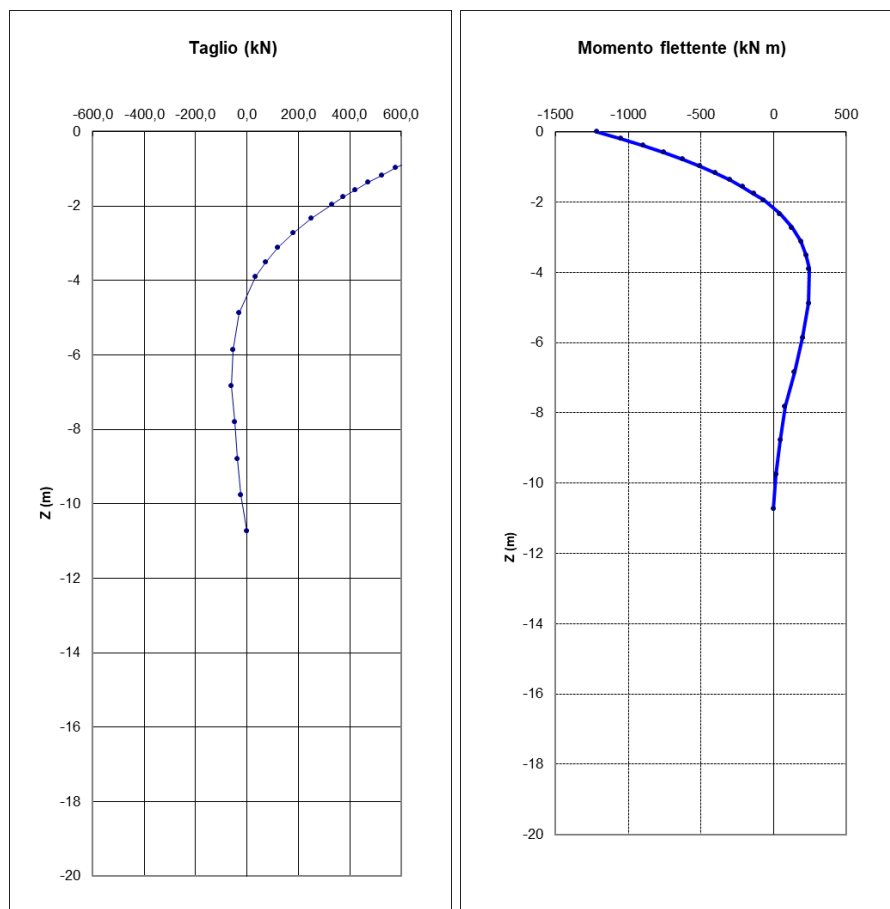
Caratteristiche terreno

modulo reazione orizz. (kN/m ²)	E_s	219.000
fattore di rigidezza (m)	T	1,95
L/T	λ	9,735
coeff. di profondità max	Z_{max}	9,7

Carichi agenti

carico orizzontale (kN)	Vt	880,4
momento agente sup. terreno (kNm)	Mpc	-1.214,5
momento in testa al palo (kNm)	Mtp	-1214,5

Nei diagrammi successivi sono riportati l'andamento del momento flettente e del taglio sul palo:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 198 di 273

17.7.4. Combinazioni allo Stato Limite Ultimo - STR

Calcolo della deformata e delle sollecitazioni agenti in un palo soggetto a forza orizzontale

Metodo di Matlock & Reese

Caso di terreno con modulo costante con la profondità

Caratteristiche palo

tipologia (p=palo;m=micropalo)		p
diámetro (m)		1,20
		0,00
lunghezza (m)	L	19,00
modulo elastico cls (kPa)	E_c	31220186
modulo elastico acciaio (kPa)		210000
modulo elastico di calcolo (kPa)	E	31220186
momento d'inerzia (m ⁴)	I	0,102
resist. caratt. Cls (MPa)	Rck	30
tratto scalzato (m)	l	0

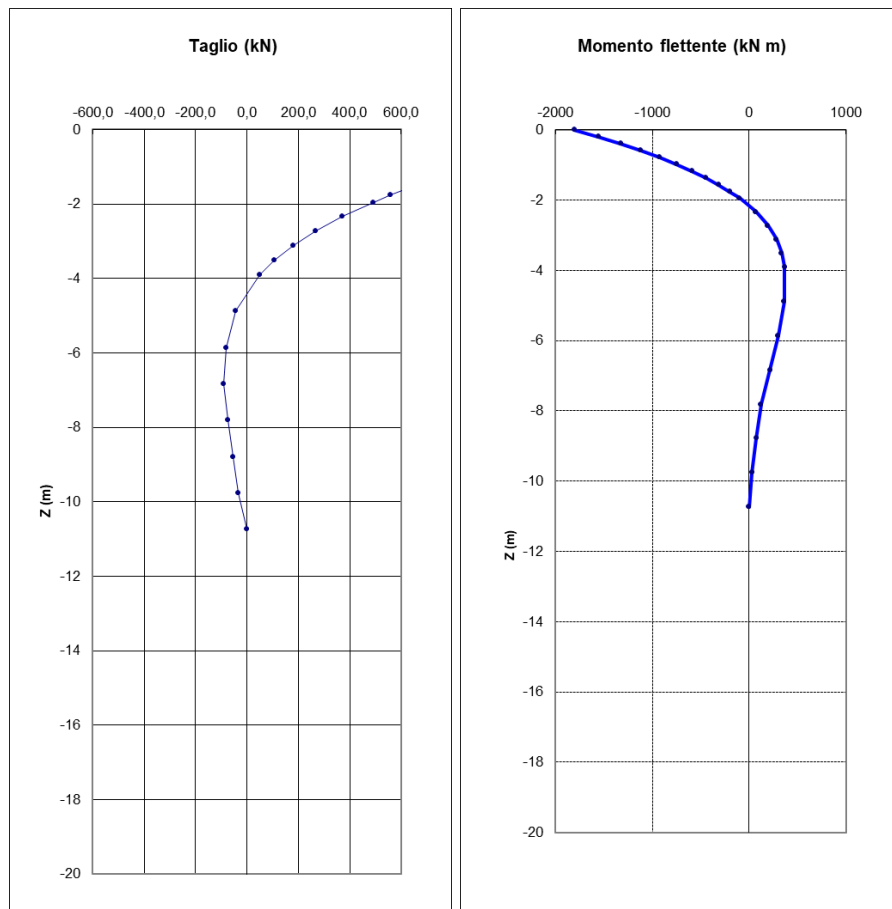
Caratteristiche terreno

modulo reazione orizz. (kN/m ²)	E_s	219.000
fattore di rigidezza (m)	T	1,95
L/T	λ	9,735
coeff. di profondità max	Z_{max}	9,7

Carichi agenti

carico orizzontale (kN)	Vt	1309,3
momento agente sup. terreno (kNm)	Mpc	-1.806,1
momento in testa al palo (kNm)	Mtp	-1806,1

Nei diagrammi successivi sono riportati l'andamento del momento flettente e del taglio sul palo:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 199 di 273

17.7.5. Combinazioni allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita

Calcolo della deformata e delle sollecitazioni agenti in un palo soggetto a forza orizzontale

Metodo di Matlock & Reese

Caso di terreno con modulo costante con la profondità

Caratteristiche palo

tipologia (p=palo;m=micropalo)		p
diámetro (m)		1,20
		0,00
lunghezza (m)	L	19,00
modulo elastico cls (kPa)	E_c	31220186
modulo elastico acciaio (kPa)		210000
modulo elastico di calcolo (kPa)	E	31220186
momento d'inerzia (m ⁴)	I	0,102
resist. caratt. Cls (MPa)	Rck	30
tratto scalzato (m)	l	0

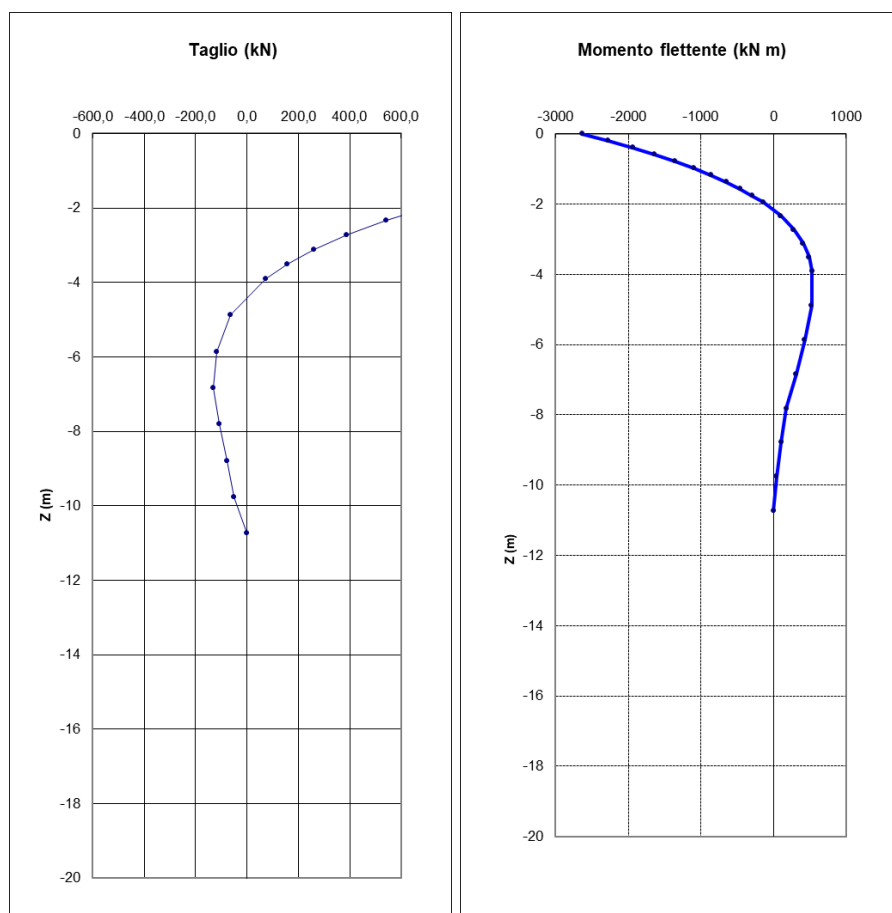
Caratteristiche terreno

modulo reazione orizz. (kN/m ²)	E_s	219.000
fattore di rigidezza (m)	T	1,95
L/T	λ	9,735
coeff. di profondità max	Z_{max}	9,7

Carichi agenti

carico orizzontale (kN)	Vt	1909,6
momento agente sup. terreno (kNm)	Mpc	-2.634,3
momento in testa al palo (kNm)	Mtp	-2634,3

Nei diagrammi successivi sono riportati l'andamento del momento flettente e del taglio sul palo:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 200 di 273

17.7.6. Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori delle azioni sollecitanti di calcolo sui pali di fondazione per le differenti combinazioni di carico assunte:

COMBINAZIONE	$N_{Sd,MAX}$ [kN]	$N_{Sd,Min}$ [kN]	V_{Sd} [kN]	M_{Sd} [kNm]
SLE - QUASI PERMANENTE	3.041,00	2.222,72	765,52	-1.056,00
SLE - FREQUENTE	3.442,97	2.115,09	841,41	-1.160,70
SLE - CARATTERISTICA	3.649,93	1.908,13	880,42	-1.214,50
SLU - STR	5.202,62	2.321,74	1.309,25	-1.806,10
SLV	6.697,45	-1.433,73	1.909,59	-2.634,30

17.8. Verifica strutturale dei pali di fondazione

17.8.1. Sezione resistente e armatura di verifica in direzione verticale

La sezione resistente è circolare con diametro pari a 120 cm.

L'armatura longitudinale è costituita da:

- **38Ø26** (Gabbia esterna)
- **38Ø26** (Gabbia interna)

L'armatura a taglio è costituita da una spirale **Ø14/5** per i primi 500 cm di palo e **Ø12/15** per la lunghezza restante. Il copriferro minimo è assunto pari a 60 mm.

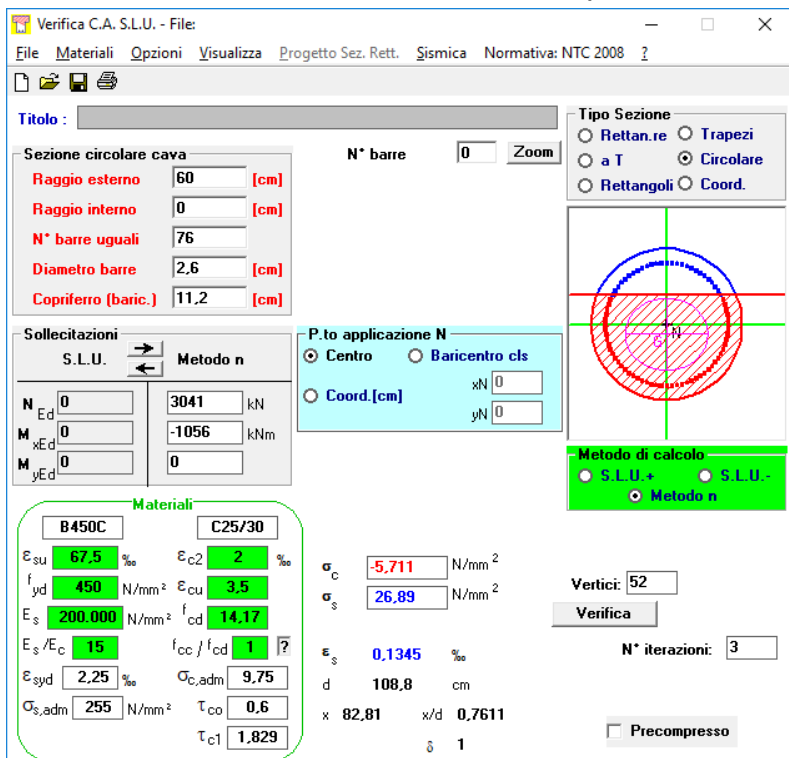
GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 201 di 273

17.8.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Quasi Permanente

Azione normale massima

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{sd} = 3.041,00$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{sd} = -1.056,00$ kNm.



The screenshot shows the software interface for the verification of a circular hollow section. The main window is titled "Verifica C.A. S.L.U. - File". The interface includes several panels:

- Sezione circolare cava:**
 - Raggio esterno: 60 [cm]
 - Raggio interno: 0 [cm]
 - N° barre uguali: 76
 - Diametro barre: 2,6 [cm]
 - Copriferro (baric.): 11,2 [cm]
- Tipologia Sezione:**
 - Rettan.re
 - Trapezi
 - a T
 - Circolare
 - Rettangoli
 - Coord.
- Diagramma:** A circular cross-section diagram showing the reinforcement layout with 76 bars.
- Metodo di calcolo:**
 - S.L.U.+
 - S.L.U.-
 - Metodo n
- Materiali:**
 - B450C: $\epsilon_{su} = 67,5$ ‰, $f_{yd} = 450$ N/mm², $E_s = 200.000$ N/mm², $E_s/E_c = 15$, $\epsilon_{syd} = 2,25$ ‰, $\sigma_{s,adm} = 255$ N/mm², $\tau_{co} = 0,6$, $\tau_{cl} = 1,829$
 - C25/30: $\epsilon_{c2} = 2$ ‰, $\epsilon_{cu} = 3,5$ ‰, $f_{cd} = 14,17$ N/mm², $f_{cc}/f_{cd} = 1$
- Stato Limite di Progetto (S.L.U.):**
 - N_{Ed}: 3041 kN
 - M_{Ed}: -1056 kNm
 - M_{yEd}: 0
- Stato Limite di Verifica (S.L.V.):**
 - $\sigma_c = -5,711$ N/mm²
 - $\sigma_s = 26,89$ N/mm²
 - $\epsilon_s = 0,1345$ ‰
 - d = 108,8 cm
 - x = 82,81, x/d = 0,7611
 - $\delta = 1$
- Altri parametri:**
 - P.to applicazione N: Centro, Baricentro cls
 - Coord. [cm]: xN = 0, yN = 0
 - Vertici: 52
 - N° iterazioni: 3
 - Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 5,71$ N/mm² < $0,45 \cdot f_{ck} = 11,20$ N/mm²
- $\sigma_s = 26,89$ N/mm² < $0,80 \cdot f_{yk} = 360,00$ N/mm²

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

Azione normale minima

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 2.222,72$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -1.056,00$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 60 [cm]

Raggio interno 0 [cm]

N° barre uguali 76

Diametro barre 2,6 [cm]

Copriferro (baric.) 11,2 [cm]

N° barre 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 2222,72 kN

M_{Ed} 0 -1056 kNm

M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm]

xN 0

yN 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰

f_{yd} 450 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰

E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17

E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1

ϵ_{syd} 2,25 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75

$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6

τ_{c1} 1,829

σ_c -5,45 N/mm²

σ_s 41,55 N/mm²

ϵ_s 0,2077 ‰

d 108,8 cm

x 72,14 x/d 0,663

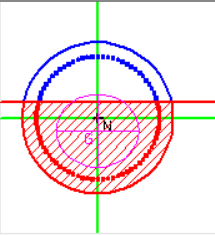
δ 1

Vertici: 52

Verifica

N° iterazioni: 3

Precompresso



Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 5,45$ N/mm² < $0,45 \cdot f_{ck} = 11,20$ N/mm²
- $\sigma_s = 41,55$ N/mm² < $0,80 \cdot f_{yk} = 360,00$ N/mm²

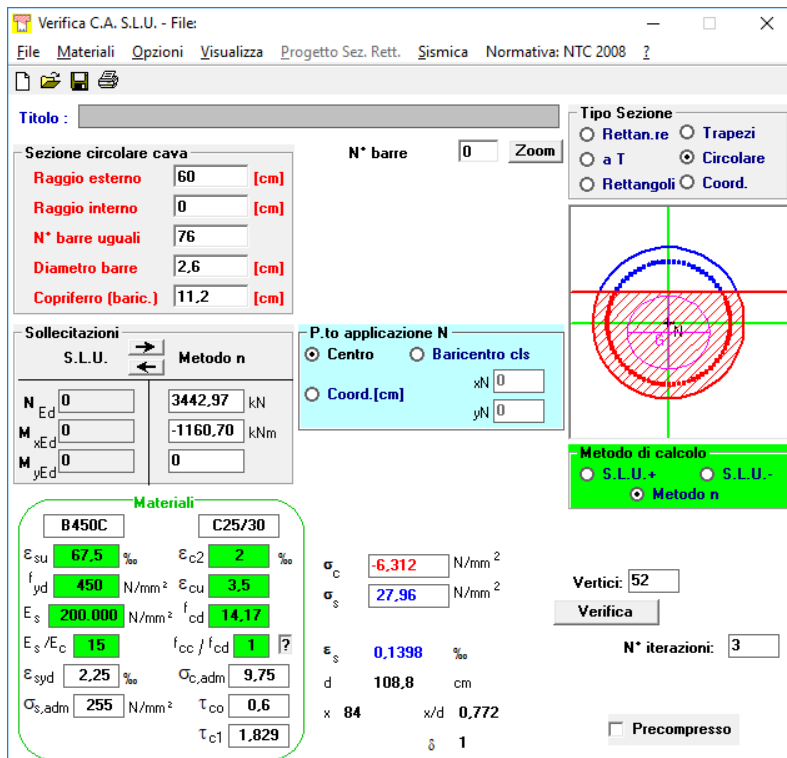
La verifica risulta pertanto soddisfatta.

17.8.3. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Frequente

Azione normale massima

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 3.442,97$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -1.160,70$ kNm.



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 60 [cm]

Raggio interno 0 [cm]

N° barre uguali 76

Diametro barre 2,6 [cm]

Copriferro (baric.) 11,2 [cm]

N° barre 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 3442,97 kN

M_{xEd} 0 -1160,70 kNm

M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm]

xN 0

yN 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Vertici: 52

Verifica

N° iterazioni: 3

Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰

f_{yd} 450 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰

E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17

E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1

ϵ_{syd} 2,25 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75

$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6

τ_{c1} 1,829

σ_c -6,312 N/mm²

σ_s 27,96 N/mm²

ϵ_s 0,1398 ‰

d 108,8 cm

x 84 x/d 0,772

δ 1

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 6,31 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \cdot f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 27,96 \text{ N/mm}^2 < 0,80 \cdot f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

Azione normale minima

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 2.115,09$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -1.160,70$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 60 [cm]

Raggio interno 0 [cm]

N° barre uguali 76

Diametro barre 2,6 [cm]

Copriferro (baric.) 11,2 [cm]

N° barre 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 2115,09 kN

M_{Ed} 0 -1160,70 kNm

M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm]

xN 0

yN 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰

f_{yd} 450 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰

E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17

E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1

ϵ_{syd} 2,25 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75

$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6

τ_{c1} 1,829

σ_c -5,895 N/mm²

σ_s 52,34 N/mm²

ϵ_s 0,2617 ‰

d 108,8 cm

x 68,35 x/d 0,6282

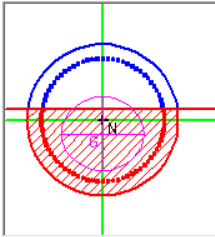
δ 1

Vertici: 52

Verifica

N° iterazioni: 3

Precompresso



Le tensioni sui materiali risultano pari a:

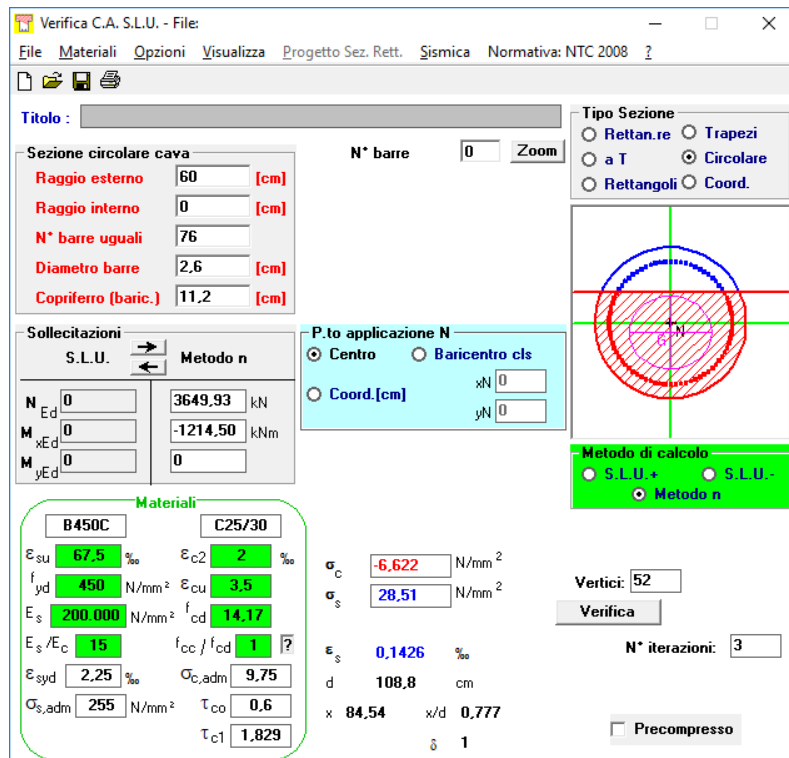
- $\sigma_c = 5,89$ N/mm² < $0,45 \cdot f_{ck} = 11,20$ N/mm²
- $\sigma_s = 52,34$ N/mm² < $0,80 \cdot f_{yk} = 360,00$ N/mm²

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

17.8.4. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Caratteristica Azione normale massima

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 3.649,93$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -1.214,50$ kNm.



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 60 [cm]

Raggio interno 0 [cm]

N* barre uguali 76

Diametro barre 2,6 [cm]

Copriferro (baric.) 11,2 [cm]

N* barre 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 3649,93 kN

M_{Ed} 0 -1214,50 kNm

M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm]

xN 0

yN 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Vertici: 52

Verifica

N* iterazioni: 3

Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰

f_{yd} 450 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰

E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17

E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1

ϵ_{syd} 2,25 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75

$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6

τ_{c1} 1,829

σ_c -6,622 N/mm²

σ_s 28,51 N/mm²

ϵ_s 0,1426 ‰

d 108,8 cm

x 84,54 x/d 0,777

δ 1

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

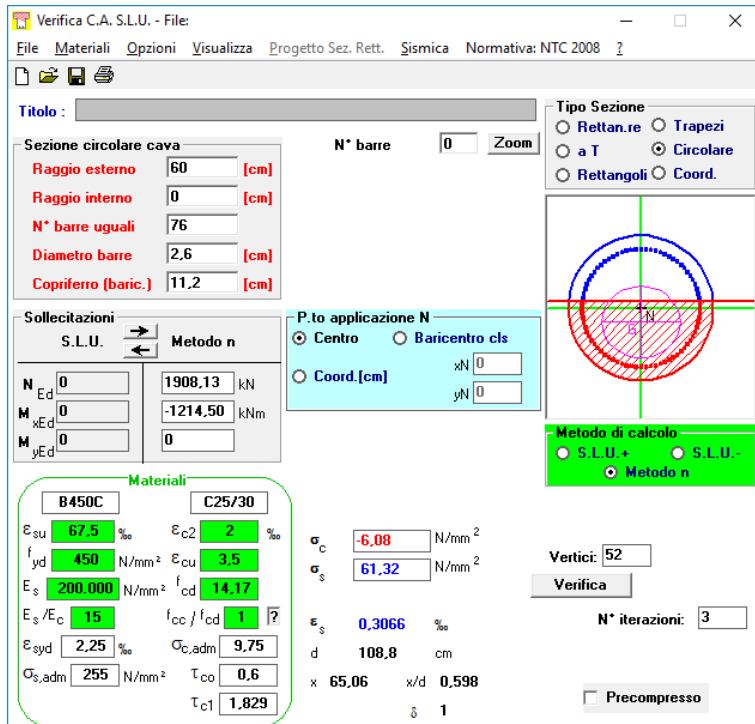
- $\sigma_c = 6,62$ N/mm² < $0,60 \cdot f_{ck} = 14,94$ N/mm²
- $\sigma_s = 28,51$ N/mm² < $0,80 \cdot f_{yk} = 360,00$ N/mm²

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

Azione normale minima

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 1.908,13 \text{ kN}$.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -1.214,50 \text{ kNm}$.



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 60 [cm]

Raggio interno: 0 [cm]

N* barre uguali: 76

Diametro barre: 2,6 [cm]

Copriferro (baric.): 11,2 [cm]

N* barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 1908,13 kN

M_{xEd}: 0 -1214,50 kNm

M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm]

xN: 0

yN: 0

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} : 67,5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰

f_{yd} : 450 N/mm² ϵ_{cu} : 3,5 ‰

E_s : 200.000 N/mm² f_{cd} : 14,17

E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 1

ϵ_{syd} : 2,25 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9,75

$\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² T_{co} : 0,6

T_{c1} : 1,829

σ_c : -6,08 N/mm²

σ_s : 61,32 N/mm²

Vertici: 52

Verifica

N* iterazioni: 3

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 6,08 \text{ N/mm}^2 < 0,60 \cdot f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 61,32 \text{ N/mm}^2 < 0,80 \cdot f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

17.8.5. Verifica allo Stato Limite di fessurazione

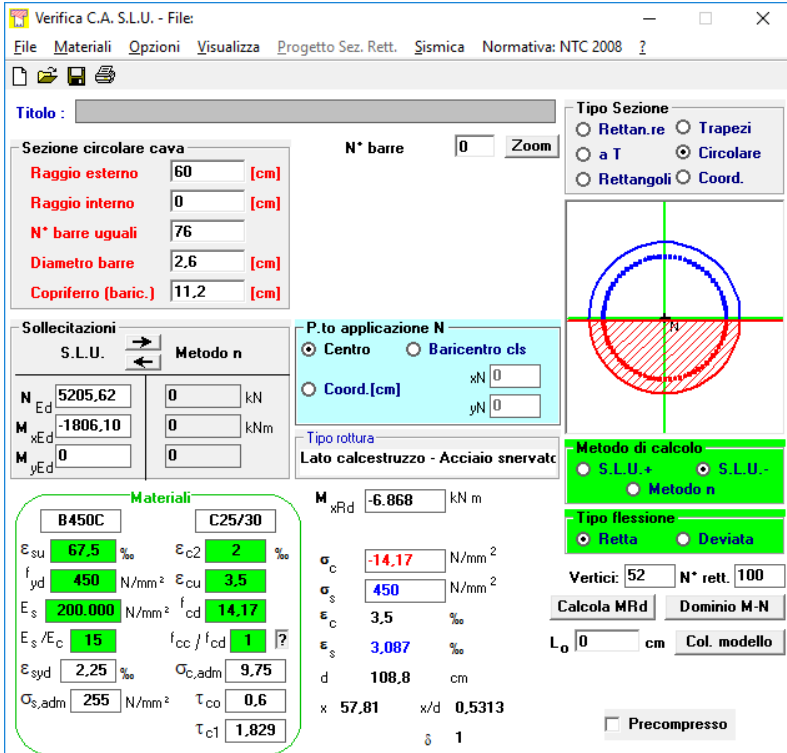
Stante il valore estremamente ridotto delle tensioni sugli acciai per le combinazioni quasi permanenti e frequenti, le verifiche allo Stato Limite di fessurazione si considerano implicitamente soddisfatte.

17.8.6. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione retta

SLU -STR – Azione normale massima

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 5.205,62$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -1.806,10$ kNm.



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 60 [cm]

Raggio interno 0 [cm]

N° barre uguali 76

Diametro barre 2,6 [cm]

Copriferro (baric.) 11,2 [cm]

N° barre 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 5205,62 0 kN

M_{xEd} -1806,10 0 kNm

M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

S.L.U. S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰

f_{yd} 450 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰

E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17

E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1

ε_{syd} 2,25 ‰ σ_{c,adm} 9,75

σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6

τ_{c1} 1,829

M_{xRd} -6.868 kN m

σ_c -14,17 N/mm²

ε_c 450 N/mm²

ε_s 3,5 ‰

ε_s 3,087 ‰

d 108,8 cm

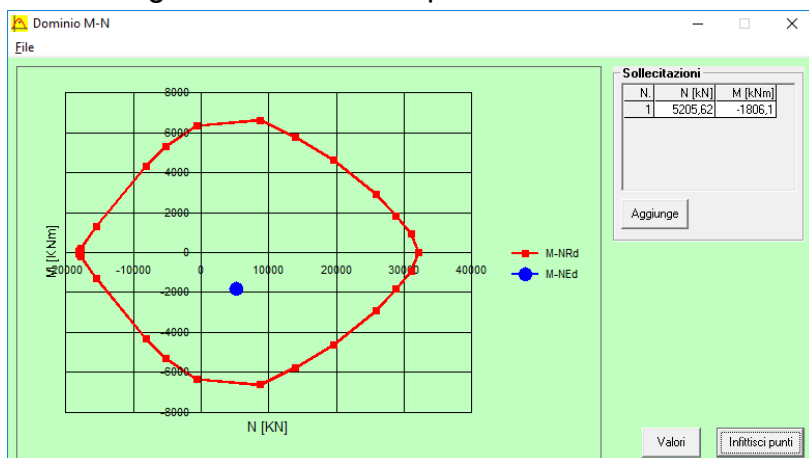
x 57,81 x/d 0,5313

δ 1

Il momento resistente risulta pari a:

$$M_{Sd} = -6.868,00 \text{ kNm} > M_{Sd} = -1.806,10 \text{ kNm}$$

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

SLU -STR – Azione normale minima

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 2.321,74$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -1.806,10$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 60 [cm]

Raggio interno 0 [cm]

N° barre uguali 76

Diametro barre 2,6 [cm]

Copriferro (baric.) 11,2 [cm]

N° barre 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 2231,74 0 kN

M_{Ed} -1806,10 0 kNm

M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰

f_{yd} 450 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰

E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17

E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1

ε_{syd} 2,25 ‰ σ_{c,adm} 9,75

σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6

τ_{c1} 1,829

M_{xRd} -6.736 kN m

σ_c -14,17 N/mm²

σ_s 450 N/mm²

ε_c 3,5 ‰

ε_s 4,079 ‰

d 108,8 cm

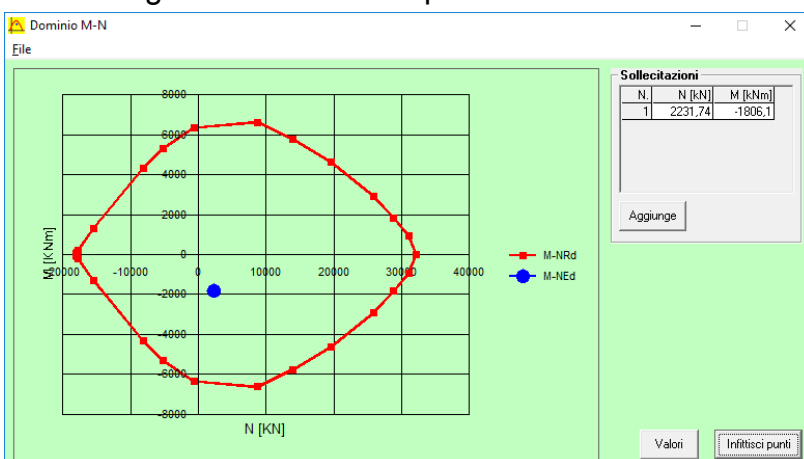
x 50,24 x/d 0,4618

δ 1

Il momento resistente risulta pari a:

$$M_{Sd} = -6.736,00 \text{ kNm} > M_{Sd} = -1.806,10 \text{ kNm}$$

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

SLV – Azione normale massima

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 6.697,45$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -2.634,30$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 60 [cm]

Raggio interno 0 [cm]

N° barre uguali 76

Diametro barre 2,6 [cm]

Copriferro (baric.) 11,2 [cm]

N° barre 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 6697,45 0 kN

M_{Ed} -2634,30 0 kNm

M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰

f_{yd} 450 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰

E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17

E_s / E_c 15 f_{cc} / f_{cd} 1

ϵ_{syd} 2,25 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75

$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6

τ_{c1} 1,829

M_{xRd} -6.831 kN m

σ_c -14,17 N/mm²

σ_s 450 N/mm²

ϵ_c 3,5 ‰

ϵ_s 2,694 ‰

d 108,8 cm

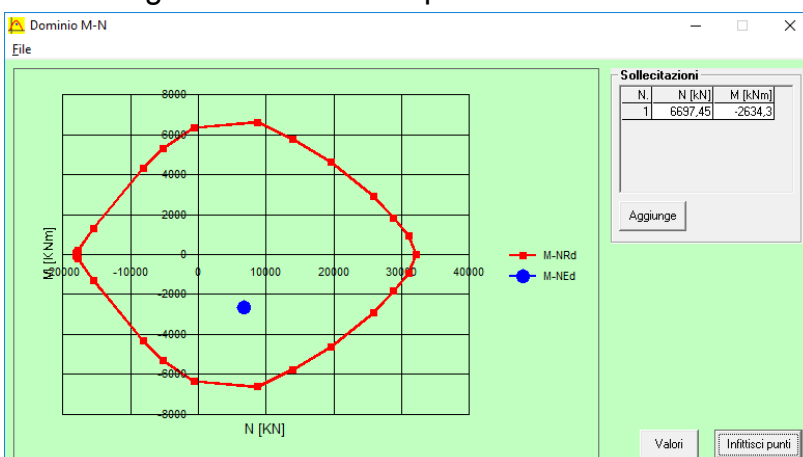
x 61,48 x/d 0,5651

δ 1

Il momento resistente risulta pari a:

$$M_{Sd} = -6.831,00 \text{ kNm} > M_{Sd} = -2.634,30 \text{ kNm}$$

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

SLV – Azione normale minima

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = -1.433,73$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 2.634,30$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 60 [cm]

Raggio interno 0 [cm]

N* barre uguali 76

Diametro barre 2,6 [cm]

Copriferro (baric.) 11,2 [cm]

N* barre 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -1433,73 0 kN

M_{Ed} -2634,30 0 kNm

M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

Vertici: 52 N* rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰

f_{yd} 450 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰

E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17

E_s / E_c 15 f_{cc} / f_{cd} 1

ϵ_{syd} 2,25 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75

$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6

τ_{c1} 1,829

M_{xRd} -6.222 kN m

σ_c -14,17 N/mm²

σ_s 450 N/mm²

ϵ_c 3,5 ‰

ϵ_s 5,827 ‰

d 108,8 cm

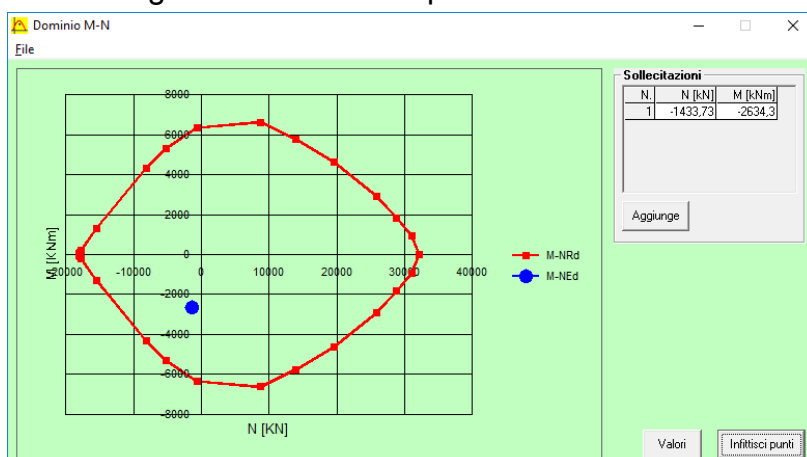
x 40,83 x/d 0,3752

δ 0,9091

Il momento resistente risulta pari a:

$$M_{Sd} = -6.222,00 \text{ kNm} > M_{Sd} = -2.634,30 \text{ kNm}$$

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Foglio Relazione di calcolo 211 di 273

17.8.7. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = 1.909,59$ kN.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	106,32	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	106,32	[cm]
Copriferro netto:	c	6,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	100,32	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C25/30	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	30,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	24,90	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	14,11	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	1909,59	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	2,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	5,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trav}	14,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	1,54	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	61,60	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
 La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	106,32	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	7,06	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,000	[N/mm ²]
Coefficiente moltiplicativo α_c :	α_c	1,0000	

RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	2.176,33	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	3.386,20	[kN]

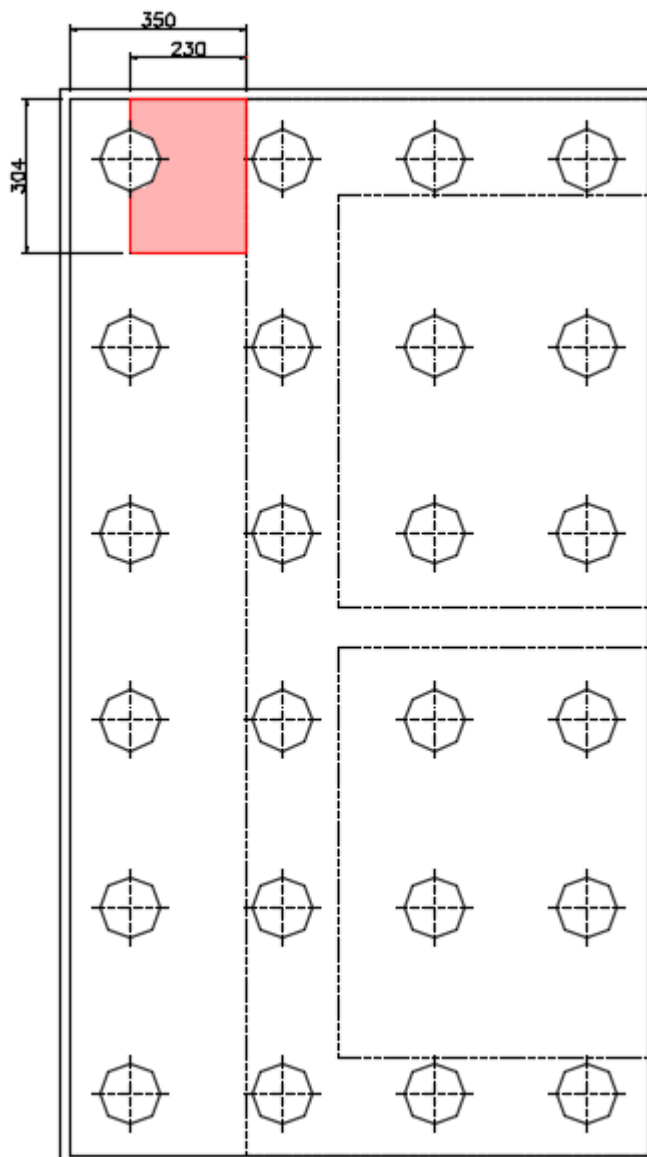
AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	2.176,33	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_S = V_{R,d} / V_{S,d}$	1,14	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 212 di 273

17.9. Verifiche di resistenza della zattera di fondazione

La valutazione dell'azione massima flettente è valutata nella sezione di spicco del piede di valle della zattera, soggetta alla reazione della prima fila di pali (pali maggiormente caricati) e con uno schema statico di trave a mensola (il rapporto tra lunghezza ed altezza della mensola è pari a $3,50/2,00=1,75 \rightarrow$ è applicabile la teoria di De Saint Venant).



La larghezza di redistribuzione è risultata pari a **3,04 m**.

Le azioni agenti sulla mensola precedentemente individuata sono:

- Peso proprio della zattera in cemento armato
- Reazioni dei pali di fondazione

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 213 di 273

Nella tabella successiva è riportata la valutazione delle azioni sollecitanti sulla sezione di spiccato della mensola per le diverse combinazioni di carico considerate:

COMBINAZIONE	N _{Sd,PALO} [kN]	B [m]	M _{Sd,palo} [m]	P _{zattera} [kN/m]	L _{zattera} [kN/m]	γ _ψ	V _{Sd,zattera} [kN]	M _{Sd,zattera} [kN]	V _{Sd,TOTALE} [kNm]	M _{Sd,TOTALE} [kNm]
SLE - QUASI PERMANENTE	3.041,00	2,30	6.994,30	266,00	3,50	1,00	-931,00	-1.629,25	2.110,00	5.365,05
SLE - FREQUENTE	3.442,97	2,30	7.918,83	266,00	3,50	1,00	-931,00	-1.629,25	2.511,97	6.289,58
SLE - CARATTERISTICA	3.649,93	2,30	8.394,84	266,00	3,50	1,00	-931,00	-1.629,25	2.718,93	6.765,59
SLU - STR	5.202,62	2,30	11.966,03	266,00	3,50	1,35	-1.256,85	-2.199,49	3.945,77	9.766,54
SLV	6.697,45	2,30	15.404,14	266,00	3,50	1,00	-931,00	-1.629,25	5.766,45	13.774,89

Nella tabella successiva sono riportati i valori delle azioni sollecitanti di calcolo per una striscia di larghezza unitaria di zattera per le diverse combinazioni di carico considerate:

COMBINAZIONE	V _{Sd,TOTALE} [kNm]	M _{Sd,TOTALE} [kNm]	V _{Sd,1M} [kNm]	M _{Sd,1M} [kNm]
SLE - QUASI PERMANENTE	2.110,00	5.365,05	694,08	1.764,82
SLE - FREQUENTE	2.511,97	6.289,58	826,31	2.068,94
SLE - CARATTERISTICA	2.718,93	6.765,59	894,38	2.225,52
SLU - STR	3.945,77	9.766,54	1.297,95	3.212,68
SLV	5.766,45	13.774,89	1.896,86	4.531,21

17.9.1. Sezione resistente e armatura di verifica

La sezione resistente è rettangolare con base pari a **100 cm** e altezza pari a **200 cm**.

L'armatura longitudinale è costituita da:

- **Ø26/10** superiori
- **Ø26/10** inferiori (I strato)
- **Ø26/10** inferiori (II strato)

L'armatura a taglio è costituita da cavallotti **Ø26/50x60**. Il copriferro minimo è assunto pari a **50 mm**.

17.9.2. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Quasi Permanente

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{sd} = 1.764,82$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo :

N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	53,09	6,3
			2	53,09	188,7
			3	53,09	193,7

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]
 xN 0
 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C32/40
ϵ_{su} 67,5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 450 N/mm ²	ϵ_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm ²	f_{cd} 18,81
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 1
ϵ_{syd} 2,25 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 12,25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ²	τ_{co} 0,7333
	τ_{c1} 2,114

σ_c -2,79 N/mm²
 σ_s 97,11 N/mm²

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Diagramma: Sezione rettangolare con barre d'acciaio e centro di gravità G.

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 2,79 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \cdot f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 97,11 \text{ N/mm}^2 < 0,80 \cdot f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

17.9.3. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Frequente

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 2.068,94$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	53,09	6,3
			2	53,09	188,7
			3	53,09	193,7

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 2068,94 kNm
 M_{yEd} 0

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali: B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 450 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
 ϵ_{syd} 2,25 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

σ_c -3,271 N/mm²
 σ_s 113,8 N/mm²
 ϵ_s 0,5692 ‰
 d 193,7 cm
 x 58,34 x/d 0,3012
 δ 0,8165

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 3,27 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \cdot f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 113,80 \text{ N/mm}^2 < 0,80 \cdot f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

17.9.4. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni – Combinazione Caratteristica

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 2.225,52$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	53,09	6,3
			2	53,09	188,7
			3	53,09	193,7

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 2225,52 kNm
 M_{yEd} 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 450 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
 ε_{syd} 2,25 ‰ σ_{c,adm} 12,25 N/mm²
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

σ_c -3,519 N/mm²
 σ_s 122,5 N/mm²

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

ε_s 0,6123 ‰
 d 193,7 cm
 x 58,34 x/d 0,3012
 δ 0,8165

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 3,51 \text{ N/mm}^2 < 0,60 \cdot f_{ck} = 19,92 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 122,50 \text{ N/mm}^2 < 0,80 \cdot f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

17.9.5. Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione SLE – Quasi Permanente

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

H	200	cm	Armatura tesa nell'area di cls efficace:			Armatura compressa:		
b	100	cm	A_s	106,19	cm ²	A_s'	53,09	cm ²
$c_{f\text{effettivo}}$	5	cm	$y_{G A_s} (*)$	8,80	cm	$y_{G A_s'} (*)$	193,70	cm
$c_{f\text{norma}}$	5	cm	x (cm) (*)	n_{ferri}	Φ (mm)	x (cm) (*)	n_{ferri}	Φ (mm)
d	191,20	cm	6,3	10	26	193,7	10	26
R_{ck}	40	MPa	11,3	10	26			
f_{ctm}	3,16	MPa						
f_{ctk}	2,21	MPa						
E_s	210000	MPa						
n	15		Φ_{medio}	26	mm	Φ_{staffe}	0	mm

Sezione interam. reagente

y_G	96,84	cm
A_{ideale}	22389	cm ²
I_{ideale}	86683794	cm ⁴

Fessurazione indotta da:

carichi

Caratteristiche ambiente:

molto o moderatamente aggressivo

β_1	1	
β_2	0,5	
k_1	0,8	
k_2	0,5	
k	-	
$h_{A\text{ cls eff}}$	22,00	cm
$A_{\text{cls eff}}$	2200,00	cm ²
ρ_r	0,0483	
σ_s	95,34	MPa
σ_{sr}	152,70	MPa
ϵ_{sm}	0	
s_{rm}	103,9	mm
w_m	0,000	mm
β	1,7	
χ	1	
w_k	0,000	mm
$w_k\text{ limite}$	0,1	mm
w_k	<	$w_k\text{ limite}$

Calcolo delle tensioni nella sezione fessurata

N	0	kN	carico assiale agente
M	1764,82	kN m	momento agente
e	∞	cm	eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ
en	37,53	cm	estremità nocciolo d'inerzia
d_G	129,57	cm	baricentro armature
u	∞	cm	distanza centro di pressione - lembo compresso
p	∞	cm ²	
q	∞	cm ³	
y_p	0,00	cm	distanza asse neutro - centro di pressione
y_c	58,34	cm	asse neutro
A^*	8223	cm ²	area ideale
S_n^*	0	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro
I_n^*	36891078	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro
σ_c	2,79	MPa	massima tensione di compressione nel cls
σ_s	95,34	MPa	tensione di trazione nell'acciaio

Calcolo delle tensioni nella condizione di carico di prima fessurazione

N	0	kN	carico assiale agente
M_F	2.827	kN m	momento di prima fessurazione
e	∞	cm	eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ
u	∞	cm	distanza centro di pressione - lembo compresso
p	∞	cm ²	
q	∞	cm ³	
y_p	0,00	cm	distanza asse neutro - centro di pressione
y_c	58,34	cm	asse neutro
A^*	8223	cm ²	area ideale
S_n^*	0	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro
I_n^*	36891078	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro
σ_{cr}	4,47	MPa	massima tensione di compressione nel cls
σ_{sr}	152,70	MPa	tensione di trazione nell'acciaio

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC	
Relazione di calcolo	
Foglio 218 di 273	

17.9.6. Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione SLE – Frequente

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE											
H	200	cm	Armatura tesa nell'area di cls efficace:			Armatura compressa:					
b	100	cm	A_s	106,19	cm ²	A_s'	53,09	cm ²			
$c_{f\text{effettivo}}$	5	cm	$y_{G A_s} (*)$	8,80	cm	(*) da lembo teso	$y_{G A_s'} (*)$	193,70	cm		
$c_{f\text{norma}}$	5	cm	x (cm) (*)	n_{ferri}	Φ (mm)	x (cm) (*)	n_{ferri}	Φ (mm)			
d	191,20	cm	6,3	10	26	193,7	10	26			
R_{ck}	40	MPa	11,3	10	26						
f_{ctm}	3,16	MPa									
f_{ctk}	2,21	MPa									
E_s	210000	MPa									
n	15		Φ_{medio}	26	mm	Φ_{staffe}	0	mm			
Sezione interam. reagente			Calcolo delle tensioni nella sezione fessurata								
y_G	96,84	cm	N	0	kN	carico assiale agente					
A_{ideale}	22389	cm ²	M	2068,94	kN m	momento agente					
I_{ideale}	86683794	cm ⁴	e	∞	cm	eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ					
Fessurazione indotta da:			en	37,53	cm	estremità nocciolo d'inerzia					
carichi			d_G	129,57	cm	baricentro armature					
Caratteristiche ambiente:			u	∞	cm	distanza centro di pressione - lembo compresso					
molto o moderatamente aggressivo			p	∞	cm ²						
β_1	1		q	∞	cm ³						
β_2	0,5		y_p	0,00	cm	distanza asse neutro - centro di pressione					
k_1	0,8		y_c	58,34	cm	asse neutro					
k_2	0,5		A^*	8223	cm ²	area ideale					
k	-		S_n^*	0	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro					
$h_{A\ cls\ eff}$	22,00	cm	I_n^*	36891078	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro					
$A_{cls\ eff}$	2200,00	cm ²	σ_c	3,27	MPa	massima tensione di compressione nel cls					
ρ_r	0,0483		σ_s	111,77	MPa	tensione di trazione nell'acciaio					
σ_s	111,77	MPa	Calcolo delle tensioni nella condizione di carico di prima fessurazione								
σ_{sr}	152,70	MPa	N	0	kN	carico assiale agente					
ϵ_{sm}	3,6E-05		M_F	2.827	kN m	momento di prima fessurazione					
s_{rm}	103,9	mm	e	∞		eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ					
w_m	0,004	mm	u	∞		distanza centro di pressione - lembo compresso					
β	1,7		p	∞	cm ²						
χ	1		q	∞	cm ³						
w_k	0,006	mm	y_p	0,00	cm	distanza asse neutro - centro di pressione					
$w_k\ limite$	0,2	mm	y_c	58,34	cm	asse neutro					
w_k	<	$w_k\ limite$	A^*	8223	cm ²	area ideale					
			S_n^*	0	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro					
			I_n^*	36891078	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro					
			σ_{cr}	4,47	MPa	massima tensione di compressione nel cls					
			σ_{sr}	152,70	MPa	tensione di trazione nell'acciaio					

17.9.7. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione retta

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 4.531,21$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	53,09	6,3
			2	53,09	188,7
			3	53,09	193,7

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali
 B450C C32/40

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 450 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
 ε_{syd} 2,25 ‰ σ_{c,adm} 12,25 ‰
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} kNm
 σ_c -18,81 N/mm²
 σ_s 450 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 37,99 ‰
 d 193,7 cm
 x 16,34 x/d 0,08436
 δ 0,7

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

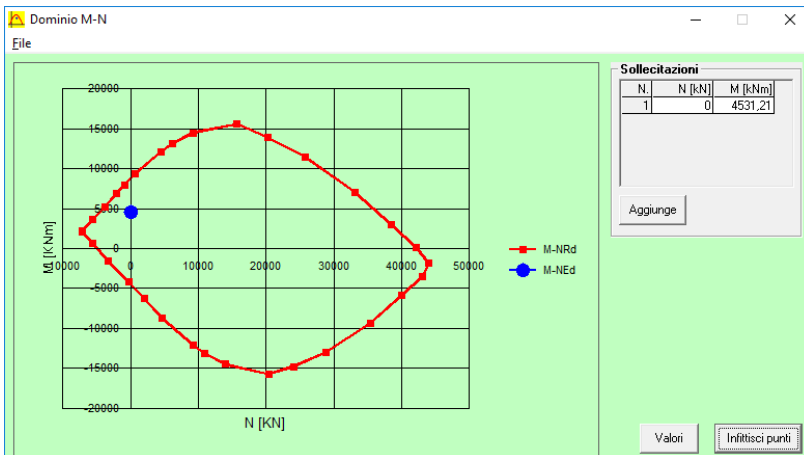
Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ cm Col. modello
 Precompresso

Il momento resistente risulta pari a:

$M_{Sd} = 8.821,00$ kNm > $M_{Sd} = 4.531,21$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	
Foglio 220 di 273	

17.9.8. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = 1.1896,86$ kN.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	100,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	200,00	[cm]
Copriferro netto:	c	5,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	195,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	1896,86	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	4,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	60,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trav}	26,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	5,31	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	35,40	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
 La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	100,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,000	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,0000	

RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	2.431,06	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	8.254,35	[kN]

AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	2.431,06	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_S = V_{R,d} / V_{S,d}$	1,28	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 221 di 273

17.9.9. Verifica allo Stato Limite Ultimo per punzonamento

L'azione normale massima a punzonamento risulta pari a $N_{Sd} = 6.697,45$ kN (combinazione sismica).

Verrà condotta la verifica allo Stato Limite Ultimo di punzonamento per elementi privi di specifica armatura, considerando una sezione quadrata equivalente del palo con lato pari a **106,34 cm** (equivalenza di area).

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL RITTO

Base della sezione trasversale:	b	106,34	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	106,34	[cm]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA PIASTRA SOGGETTA A PUNZONAMENTO

Altezza della piastra:	h_p	200,00	[cm]
Larghezza del cuneo di punzonamento in direzione X:	b_x	373,11	[cm]
Larghezza del cuneo di punzonamento in direzione Y:	b_y	373,11	[cm]
Perimetro critico di punzonamento:	u	1492,43	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:	<input type="text" value="C32/40"/>		
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione al frattile del 5%:	$f_{ctk0,05}$	2,17	[N/mm ²]
Resistenza unitaria a taglio di calcolo di riferimento:	T_{Rd}	0,36	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:	<input type="text" value="B450C"/>		
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione di punzonamento di calcolo:	$V_{S,d}$	6.697,45	[kN]
Tipologia del pilastro:	<input type="text" value="Pilastro d'angolo"/>		
Coefficiente di eccentricità del carico:	β	1,50	
Azione di punzonamento per unità di lunghezza:	$V_{S,d}$	673,14	[N/mm]

ARMATURE TESE IN DIREZIONE X

Passo delle barre tese in direzione X:	i_x	10,00	[cm]
Diametro delle barre tese in direzione X:	\varnothing_{barre}	26	[mm]
Area della singola barra tesa:	A_{barra}	5,31	[cm ²]
Numero di barre tese in direzione X:	n_x	37,00	
Area totale di armatura tesa in direzione X:	$A_{s,x}$	196,47	[cm ²]
Copriferro netto dell'armatura tesa in direzione X:	c_x	6,00	[cm]
Altezza utile della sezione in direzione X:	d_x	194,00	[cm]
Percentuale geometrica dell'armatura tesa in direzione X:	ρ_{1x}	0,00271	

ARMATURE TESE IN DIREZIONE Y

Passo delle barre tese in direzione Y:	i_x	10,00	[cm]
Diametro delle barre tese in direzione Y:	\varnothing_{barre}	26	[mm]
Area della singola barra tesa:	A_{barra}	5,31	[cm ²]
Numero di barre tese in direzione Y:	n_x	37,00	
Area totale di armatura tesa in direzione Y:	$A_{s,x}$	196,47	[cm ²]
Copriferro netto dell'armatura tesa in direzione Y:	c_x	6,50	[cm]
Altezza utile della sezione in direzione Y:	d_x	193,50	[cm]
Percentuale geometrica dell'armatura tesa in direzione Y:	ρ_{1x}	0,00272	

VERIFICA A PUNZONAMENTO

Altezza utile della sezione:	$d = (d_x - d_y)/2$	193,75	[cm]
Coefficiente k:	$k = 1,6 - d \geq 1,0$	1,00	
Percentuale geometrica di armatura tesa:	$\rho_1 = \sqrt{(\rho_{1x} \rho_{1y})} \leq 0,015$	0,0027	
Resistenza a taglio per unità di lunghezza:	V_{Rd1}	916,74	[N/mm]

COEFFICIENTE DI SICUREZZA:

$$F_s = V_{R,d} / V_{S,d} \quad 1,36$$

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 223 di 273</p>

18. SPALLA MOBILE

La verifica della spalla mobile viene omessa in quanto realizzata ed armata in maniera identica alla spalla fissa (maggiormente sollecitata).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 224 di 273

19. SOLETTA ED EFFETTI LOCALI – VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI

Lo studio degli effetti locali della soletta è stato eseguito mediante una schematizzazione a trave appoggiata in corrispondenza delle travi principali considerando, a secondo della posizione del carico accidentale, una opportuna larghezza collaborante tenendo conto di una diffusione a 45° degli sforzi attraverso la pavimentazione e la soletta.

19.1. Analisi dei carichi

Il peso proprio della soletta e quello dei permanenti portati vengono di seguito dettagliatamente descritti. Per tali carichi si assume una deformazione cilindrica della soletta ovvero si trascura il contributo dovuto ai momenti nella direzione parallela all'asse dell'impalcato.

Per i carichi mobili si è considerato, oltre ai carichi prescritti per le verifiche globali, sia un solo mezzo q_{1a} con due file di tre ruote che una sola fila di tre ruote di tale carico nelle posizioni di volta in volta più gravose per gli elementi considerati.

Il peso proprio delle lastre prefabbricate e del getto della soletta viene portato dalle sole lastre prefabbricate mentre le sollecitazioni dovute ai permanenti portati ed agli accidentali gravano sulla soletta completa.

19.1.1. *Peso proprio e permanenti portati*

Il peso proprio della soletta e quello dei permanenti portati vengono di seguito dettagliatamente descritti. Per questi carichi si assume una deformazione cilindrica della soletta ovvero si trascura il contributo dovuto ai momenti nella direzione parallela all'asse dell'impalcato.

PESO PROPRIO DELLA SOLETTA (con predalles)

Spessore della soletta	0,32	[m]
Peso per unità di superficie della soletta	8,00	[kN/m ²]

PESO PROPRIO DEL CORDOLO

Spessore del cordolo	0,16	[m]
Peso per unità di superficie del cordolo	4,00	[kN/m ²]

PESO PROPRIO DELLA PAVIMENTAZIONE

Spessore della pavimentazione	0,11	[m]
Peso per unità di volume della pavimentazione	20,00	[kN/m ³]
Peso per unità di superficie della pavimentazione	2,20	[kN/m ²]

PESO PROPRIO DEL GUARD RAIL

Peso per unità di lunghezza della barriera guard rail	1,00	[kN/m]
---	-------------	--------

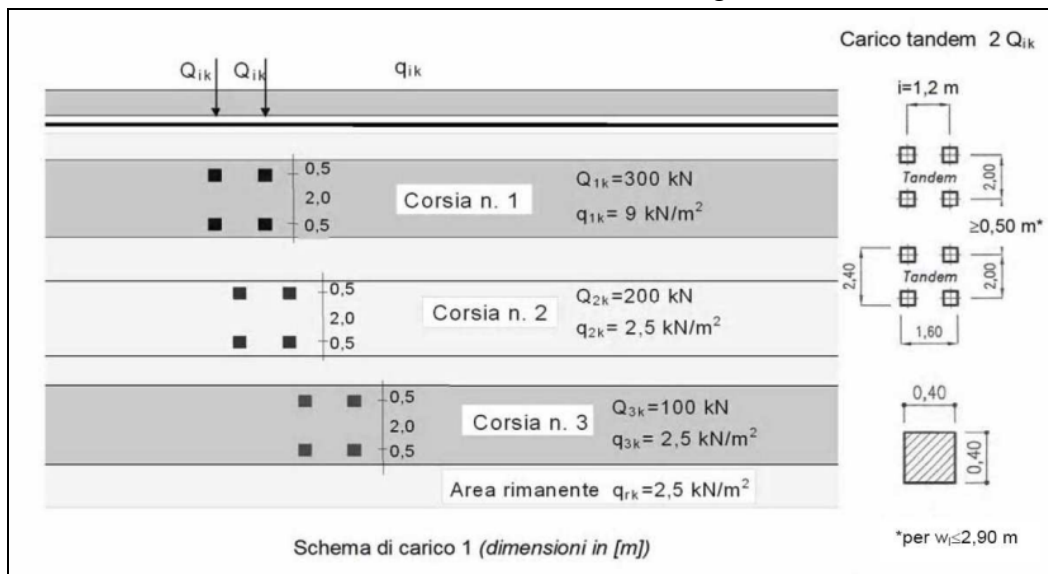
PESO PROPRIO DELLA VELETTA

Peso per unità di lunghezza della veletta	7,28	[kN/m]
---	-------------	--------

19.1.2. *Carichi mobili da traffico*

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 225 di 273

Il carico mobile è stato schematizzato, come previsto dal D.M. 17.01.2018, da un doppio asse tandem di peso globale pari a **600,00 KN**. L'impronta a terra di ciascuna delle quattro ruote è rappresentata da un quadrato di lato **40 cm**; supponendo una diffusione delle pressioni a 45° fino piano baricentrico della soletta tale impronta assumerà le dimensioni di un quadrato di lato pari **94 cm**. Il passo longitudinale fra ciascun asse è pari a **1,20 m** mentre quello trasversale fra ciascuna ruota è pari a **2,00 m**. Tale carico deve essere posizionato su di una corsia convenzionale di **3,00 m** di larghezza.



19.1.3. Carichi mobili da folla

Il carico accidentale da folla è stato definito secondo quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", par. 5.1.3.3.3.

Il carico da folla sui marciapiedi è stato dunque assunto pari a **5,00 kN/m²**.

In concomitanza con i carichi accidentali da traffico il carico da folla viene assunto con una aliquota pari al 50%.

19.1.4. Urto da autoveicolo in fase di svio

L'urto da autoveicolo in fase di svio sulla barriera guard rail è stato valutato secondo quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" – par. 3.6.3.3.2.

L'azione data dall'urto di veicoli in svio è valutabile posizionando un'azione di **100,00 kN** a **1,00 m** di altezza rispetto allo strato di bitumato e diffusa su una larghezza pari a **50 cm**.

19.1.5. Azioni sui parapetti

Le azioni sui parapetti sono state definite in relazione al quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" – par. 5.1.3.10.

Verrà pertanto applicata all'altezza del corrimano ($h = 1,10$ m) un'azione lineare orizzontale pari a **1,50 kN/m**.

19.2. Calcolo delle sollecitazioni – Spiccato dello sbalzo

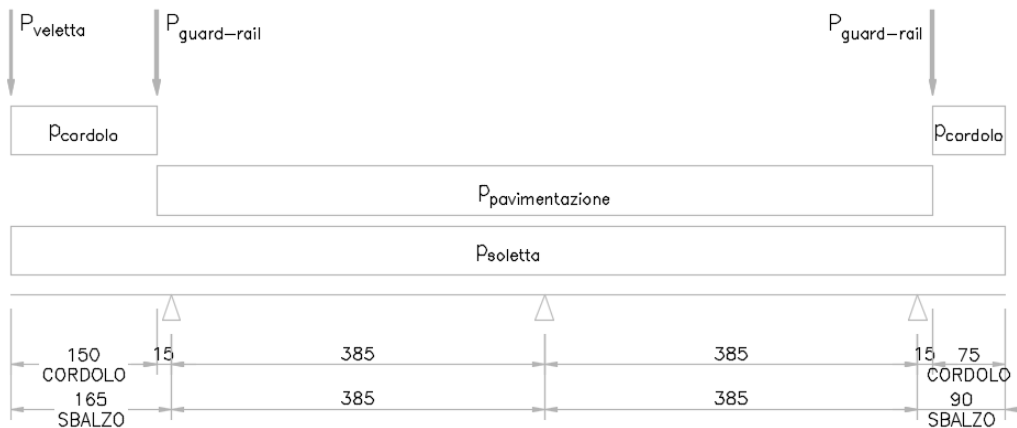
GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 226 di 273

19.2.1. Carichi Permanenti

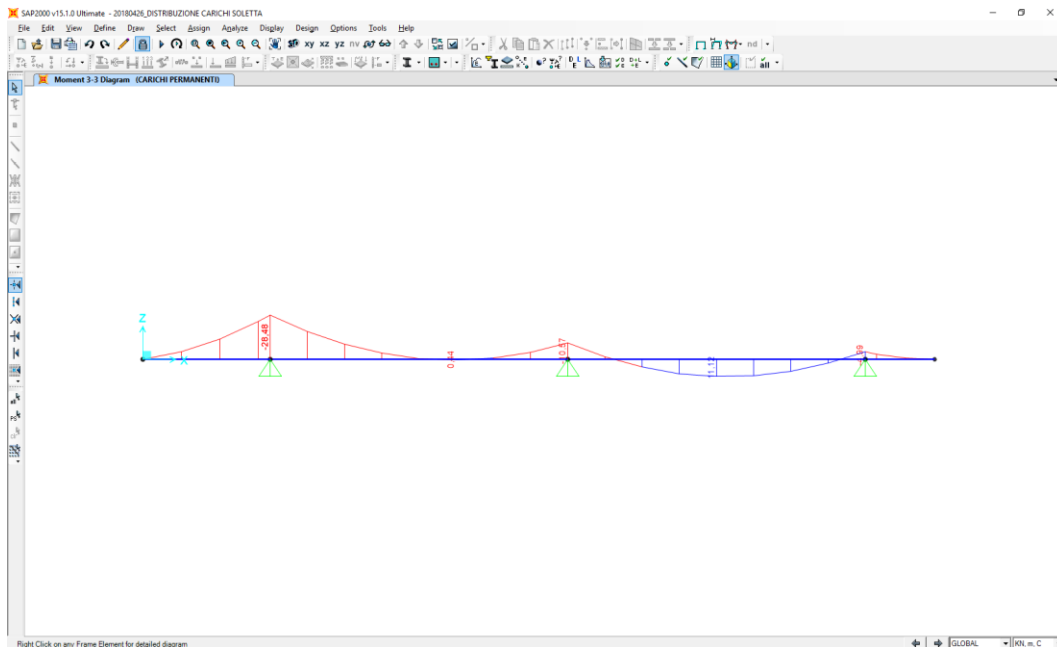
Nella sezione di appoggio (spiccato dello sbalzo) le sollecitazioni provocate dai carichi permanenti, applicati secondo lo schema riportato nella figura seguente, risultano pari a:

$$M_{\text{PERM}} = - 28,48 \text{ kNm/m}$$

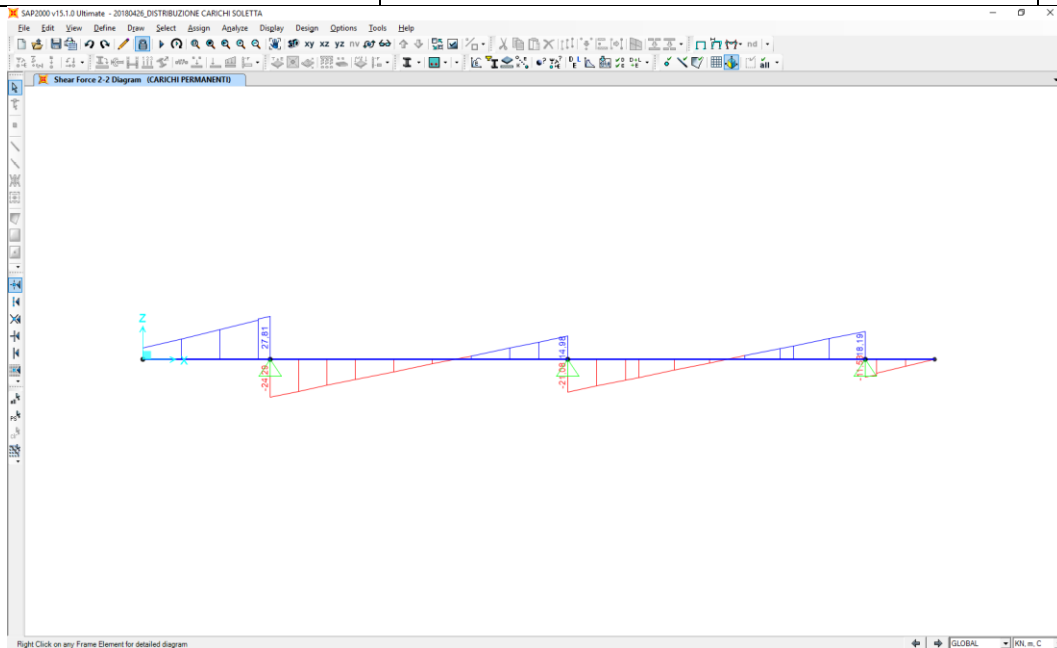
$$V_{\text{PERM}} = 27,81 \text{ kN/m}$$



Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente relativamente ai carichi permanenti (peso proprio + permanenti portati):



Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio relativamente ai carichi permanenti (peso proprio + permanenti portati):

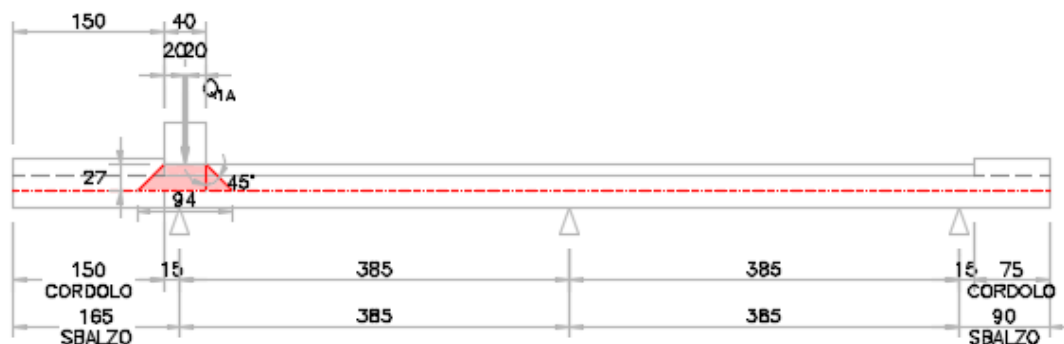
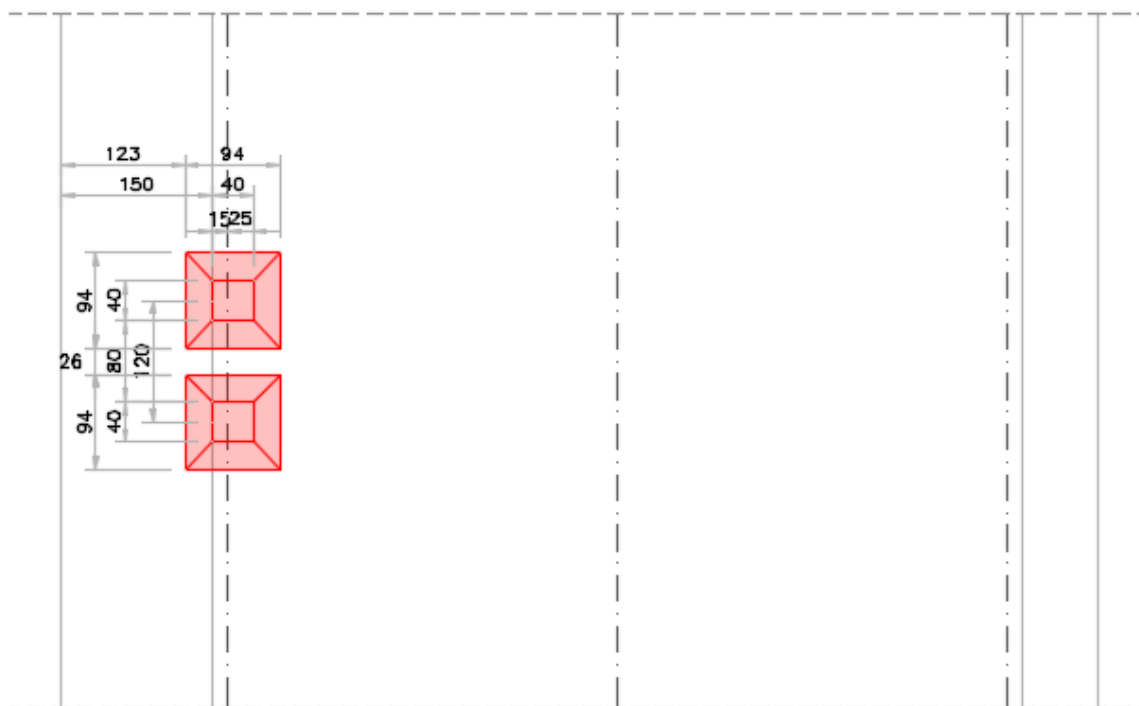


19.2.2. Carichi Mobili

Nella sezione come disposizione di carico che massimizza il valore del momento flettente è stato considerato una singola fila di ruote posizionate in adiacenza al limite della banchina, come illustrato nella figura sottostante. Le sollecitazioni sono ottenute come se il carico prodotto dalle tre impronte fosse distribuito su una striscia continua che diffonde i suoi effetti nel piano a 45° (assunzione giustificata da precedenti e più approfonditi studi analoghi, con modellazione della soletta a piastra. Risulta una striscia collaborante di soletta pari a **0,94 m**. Il momento flettente allo spiccato dello sbalzo generato dai carichi mobili vale dunque:

$M_{MOB} = 0,00 \text{ kNm/m}$ (il carico risulta applicato direttamente sulla sezione di spiccato dello sbalzo)

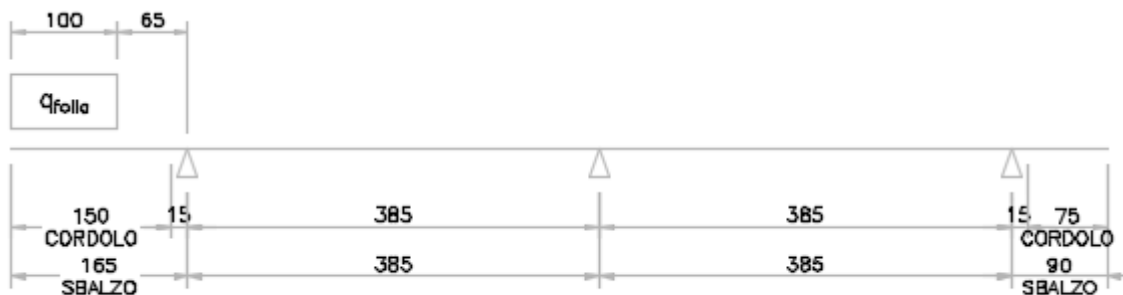
$V_{MOB} = 0,00 \text{ kN/m}$ (il carico risulta applicato direttamente sulla sezione di spiccato dello sbalzo)



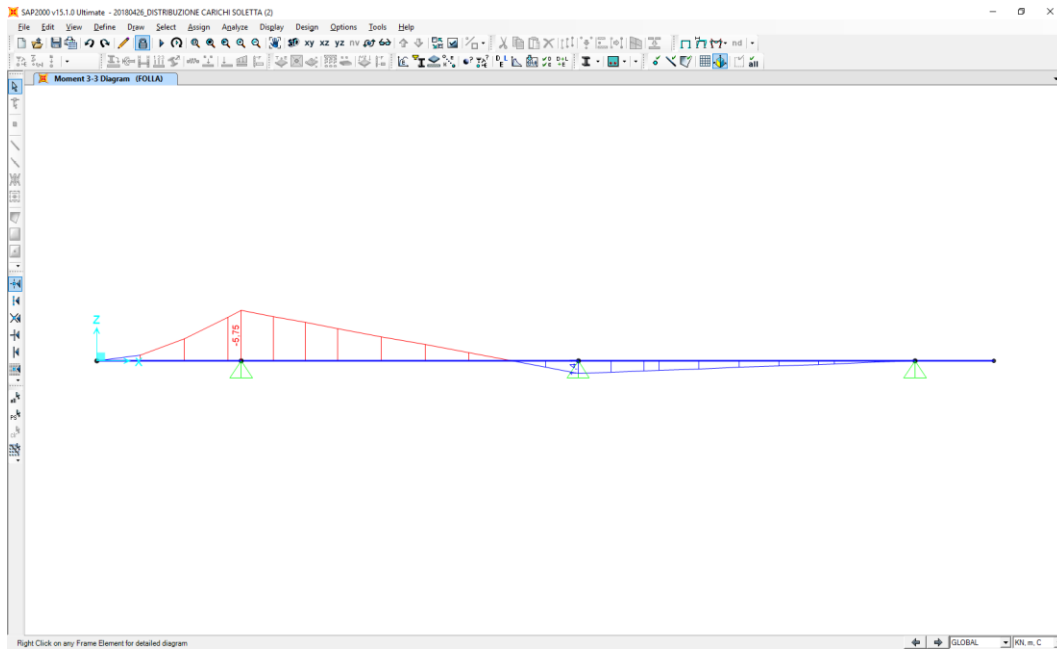
La folla sul marciapiede (distribuzione cilindrica) genera un momento flettente allo spiccato dello sbalzo pari a:

$$M_{\text{FOLLA}} = -5,75 \text{ kNm/m}$$

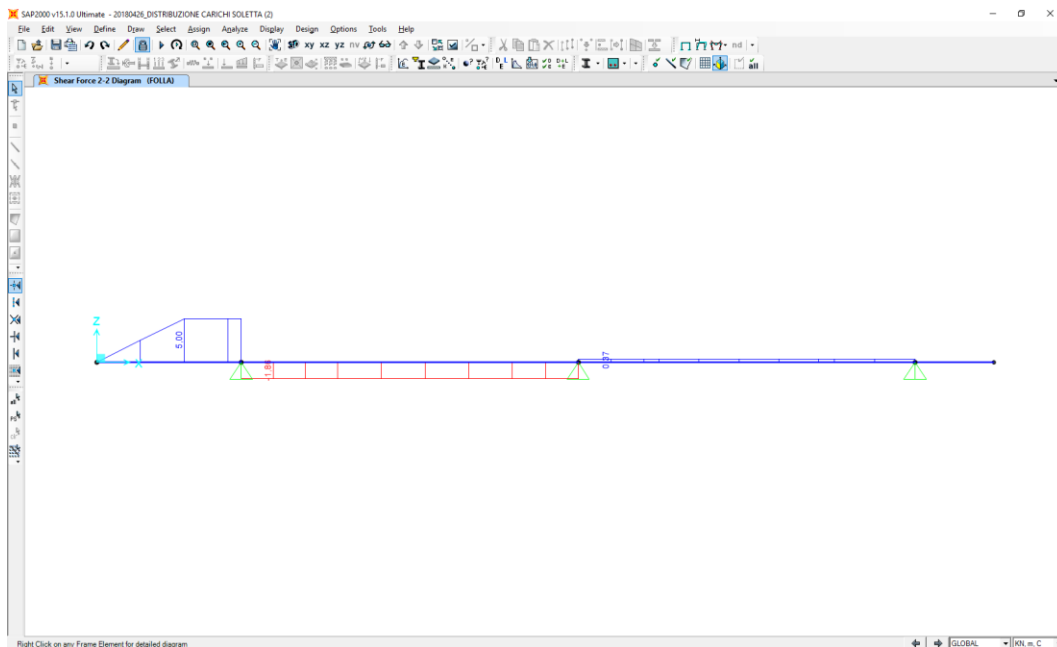
$$V_{\text{FOLLA}} = 5,00 \text{ kN/m}$$



Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente relativamente al carico da folla:



Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio flettente relativamente al carico da folla:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Foglio Relazione di calcolo 230 di 273

19.2.3. *Urto di veicoli in svio*

Il momento flettente generato dall'urto sugli elementi di sicurvia viene trasmesso dai montanti alla soletta. Considerando che ogni singolo montante abbia influenza su una striscia di circa **1,50 m** di soletta nella sezione di appoggio, si calcola un momento flettente nella sezione di spiccato dello sbalzo pari a:

$$M_{URTO} = -100,00 \times 1,27 / 1,50 \text{ m} = -84,66 \text{ kNm/m}$$

19.2.4. *Azioni sui parapetti*

Si considera un'altezza di applicazione dell'azione trasversale orizzontale sulle velette laterali pari a 1,10 m. Il momento flettente trasmesso dalla veletta alla sezione di spiccato dello sbalzo vale pertanto:

$$M_{PARAPETTO} = -1,50 \times 1,10 = -1,65 \text{ kNm/m}$$

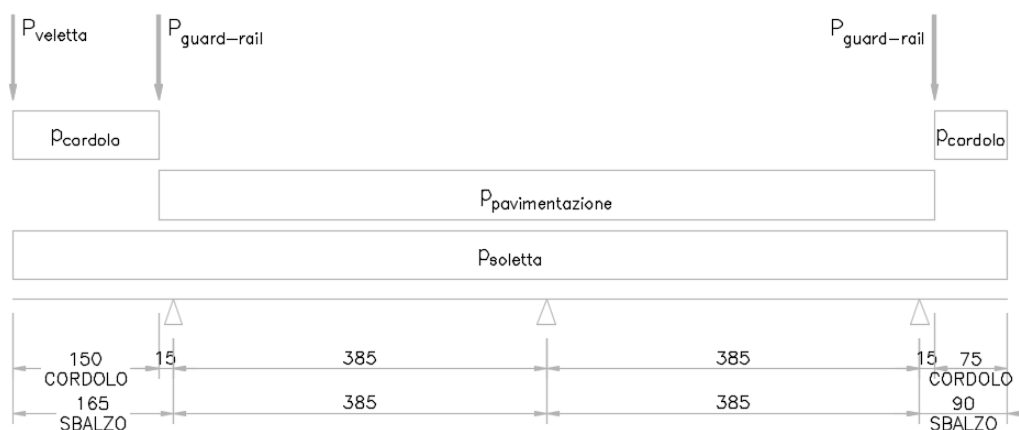
19.3. **Calcolo delle sollecitazioni – Sezione in campata**

19.3.1. *Carichi Permanenti*

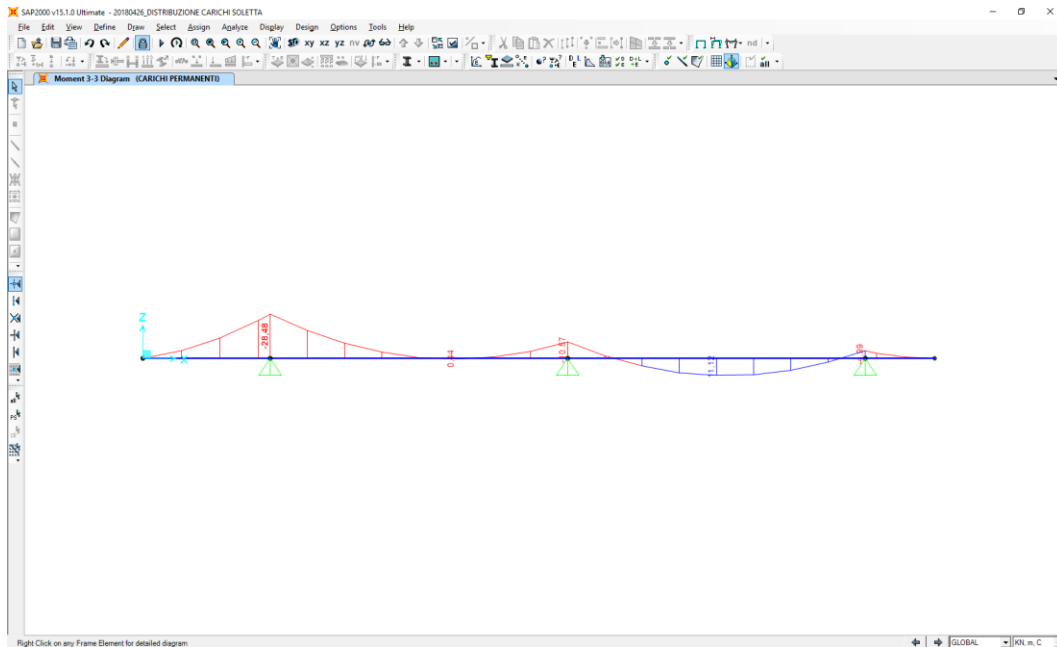
Nella sezione di campata le sollecitazioni provocate dai carichi permanenti, applicati secondo lo schema riportato nella figura seguente, risultano pari a:

$$M_{PERM} = 11,12 \text{ kNm/m}$$

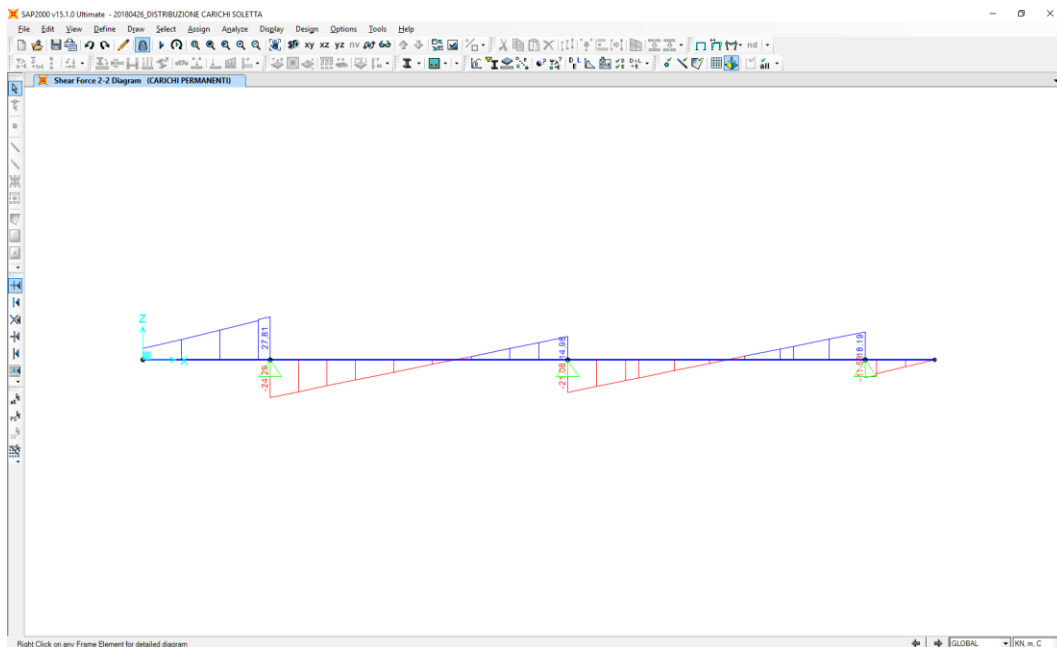
$$V_{PERM} = 0,00 \text{ kN/m}$$



Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente relativamente ai carichi permanenti (peso proprio + permanenti portati):

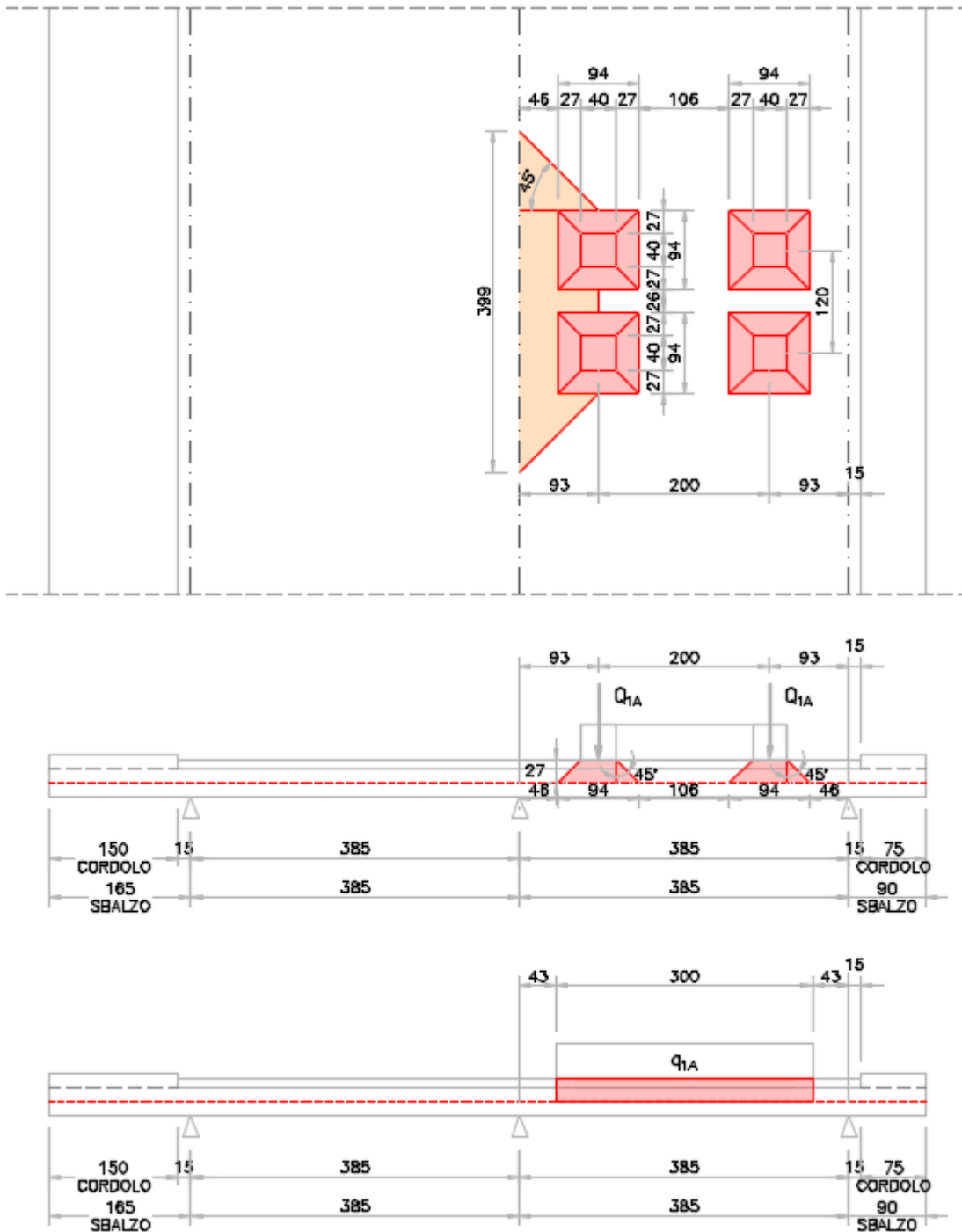


Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio relativamente ai carichi permanenti (peso proprio + permanenti portati):

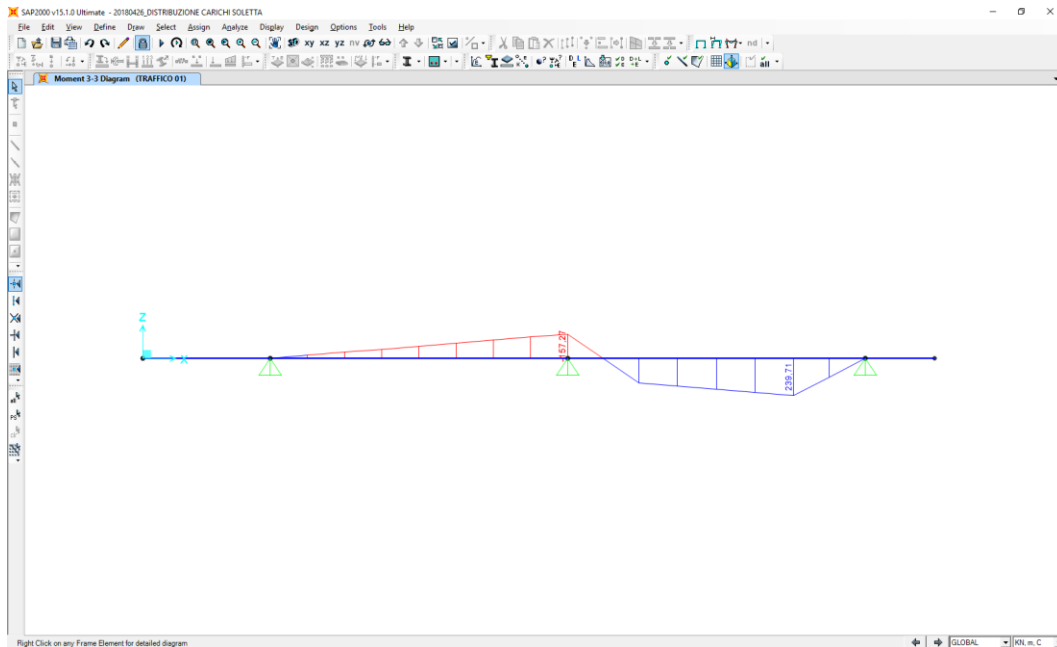


19.3.2. Carichi Mobili

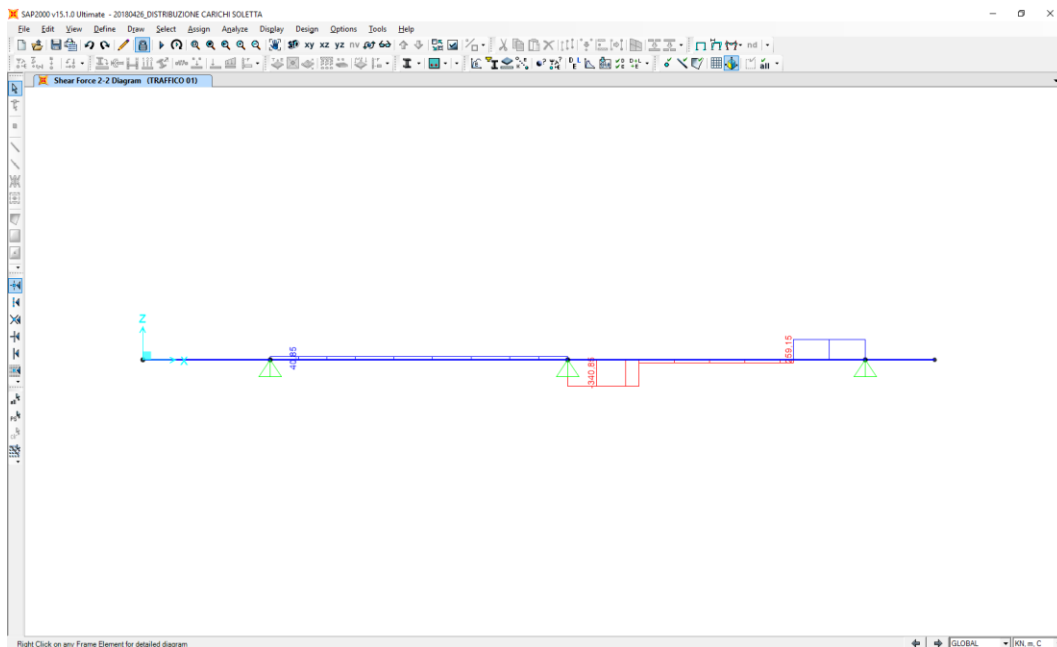
Nella sezione, come disposizione di carico che massimizza il valore del momento flettente, è stato considerato una singola fila di ruote posizionate come illustrato nella figura sottostante. Risulta una striscia collaborante di soletta pari a **3,99 m**.



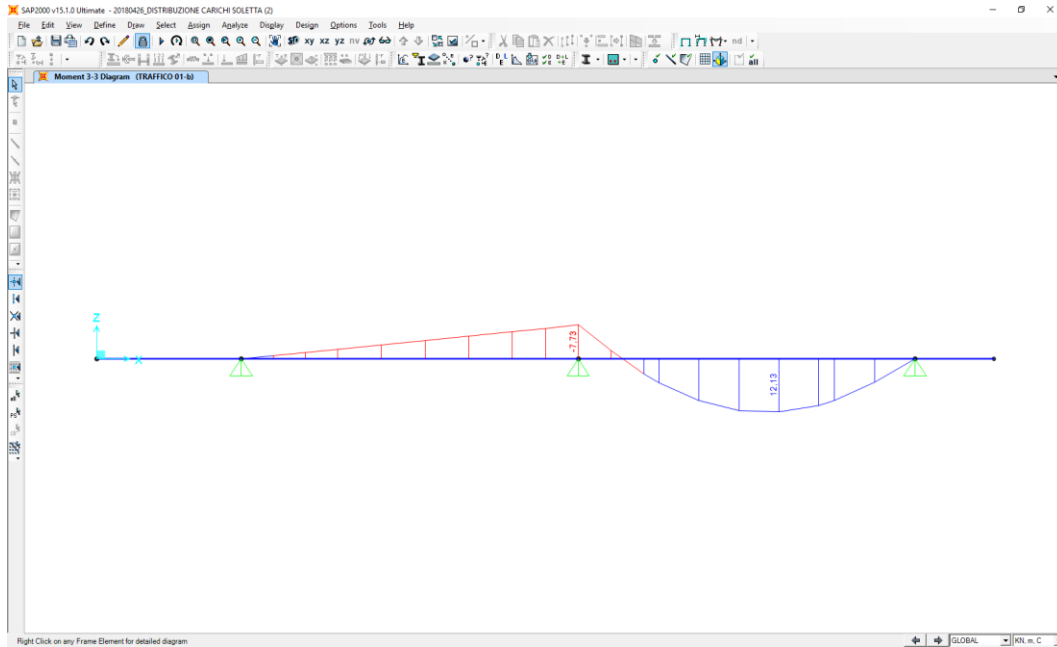
Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente (ipotizzato con distribuzione cilindrica) relativamente ai carichi viaggianti concentrati:



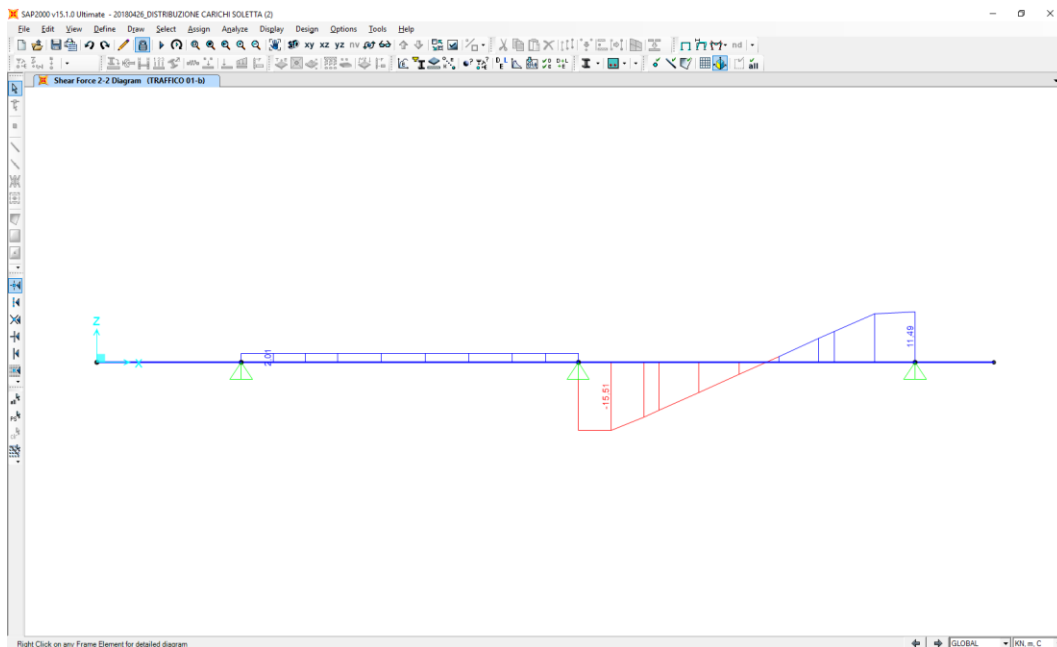
Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio (ipotizzato con distribuzione cilindrica) relativamente ai carichi viaggianti concentrati:



Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente relativamente ai carichi viaggianti distribuiti:



Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio relativamente ai carichi viaggianti distribuiti:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 235 di 273

Il momento flettente massimo in campata generato dai carichi mobili vale dunque:

$$M_{MOB,campata} = 239,71 / 3,99 + 12,13 = 72,21 \text{ kNm/m}$$

Il momento flettente massimo all'appoggio generato dai carichi mobili vale invece:

$$M_{MOB,appoggio} = -157,27 / 3,99 - 7,73 = -47,15 \text{ kNm/m}$$

Il taglio massimo in campata generato dai carichi mobili vale dunque:

$$V_{MOB,campata} = 259,15 / 3,99 + 11,49 = 76,44 \text{ kN/m}$$

Il taglio massimo all'appoggio generato dai carichi mobili vale invece:

$$V_{MOB,appoggio} = -340,85 / 3,99 - 15,51 = -100,94 \text{ kN/m}$$

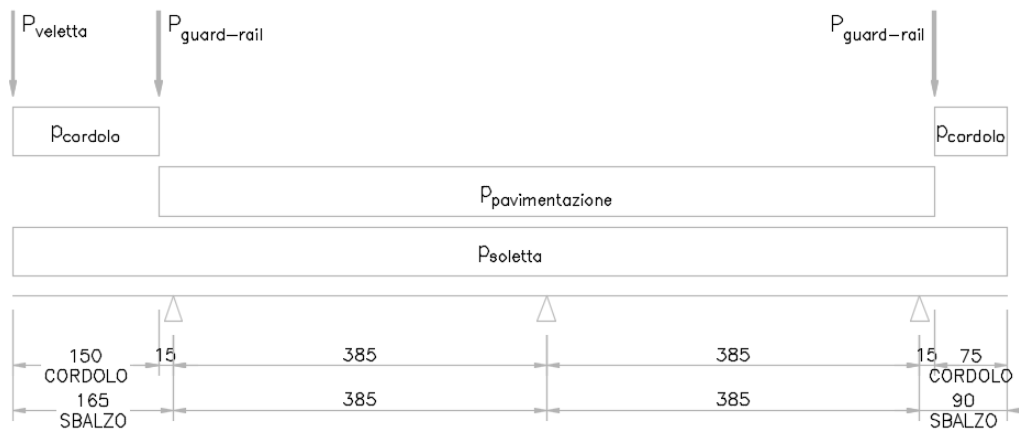
19.4. Calcolo delle sollecitazioni – Sezione di appoggio centrale

19.4.1. Carichi Permanenti

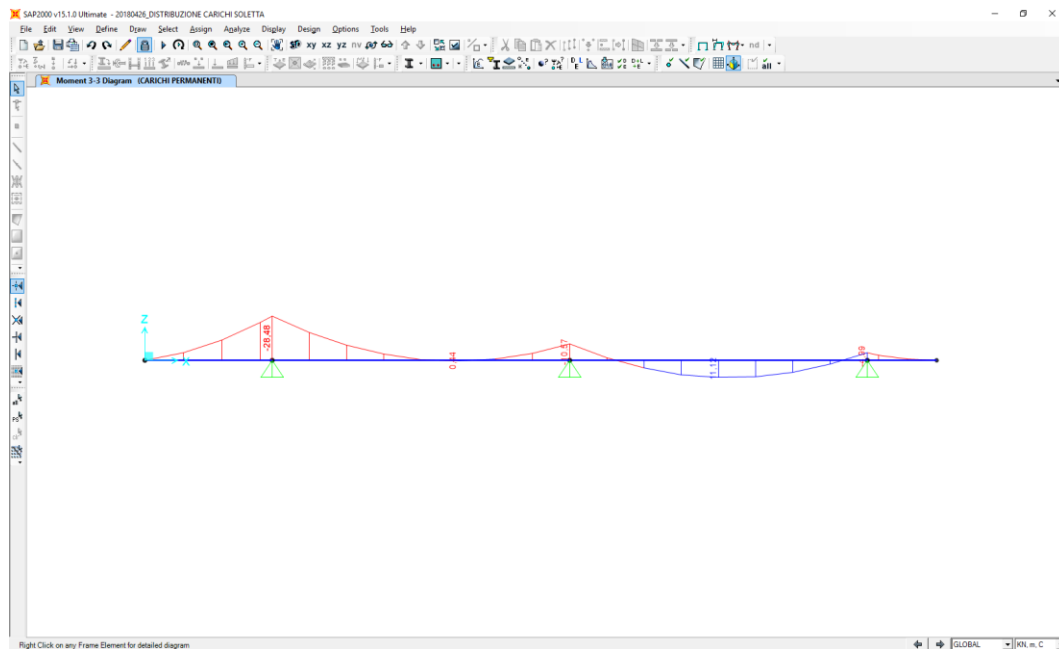
Nella sezione di appoggio centrale provocate dai carichi permanenti, applicati secondo lo schema riportato nella figura seguente, risultano pari a:

$$M_{PERM} = -10,57 \text{ kNm/m}$$

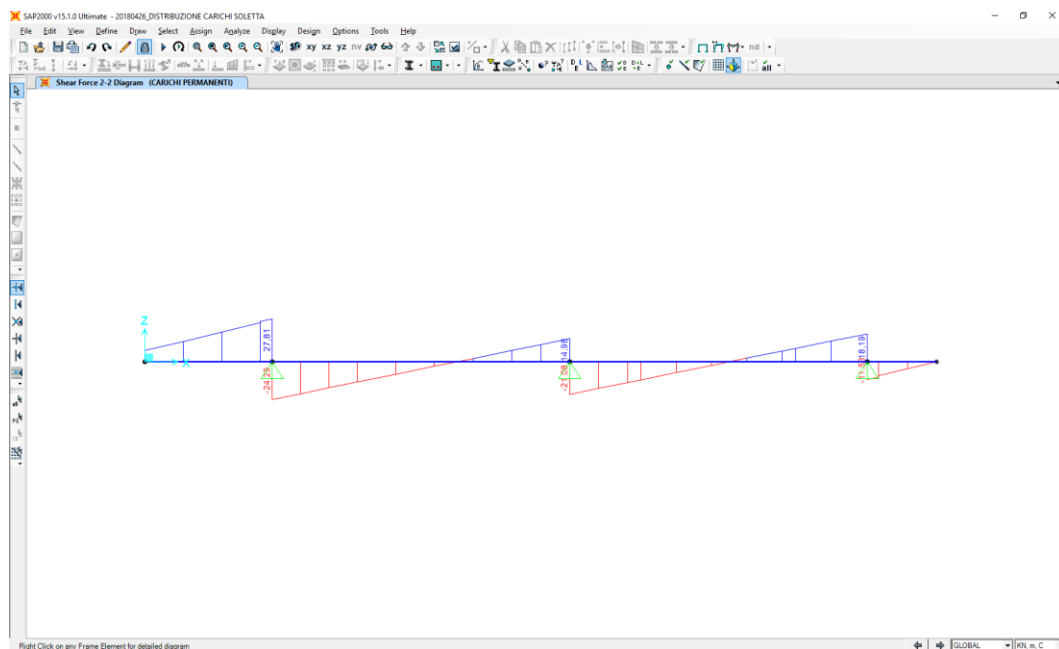
$$V_{PERM} = -21,08 \text{ kN/m}$$



Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente relativamente ai carichi permanenti (peso proprio + permanenti portati):

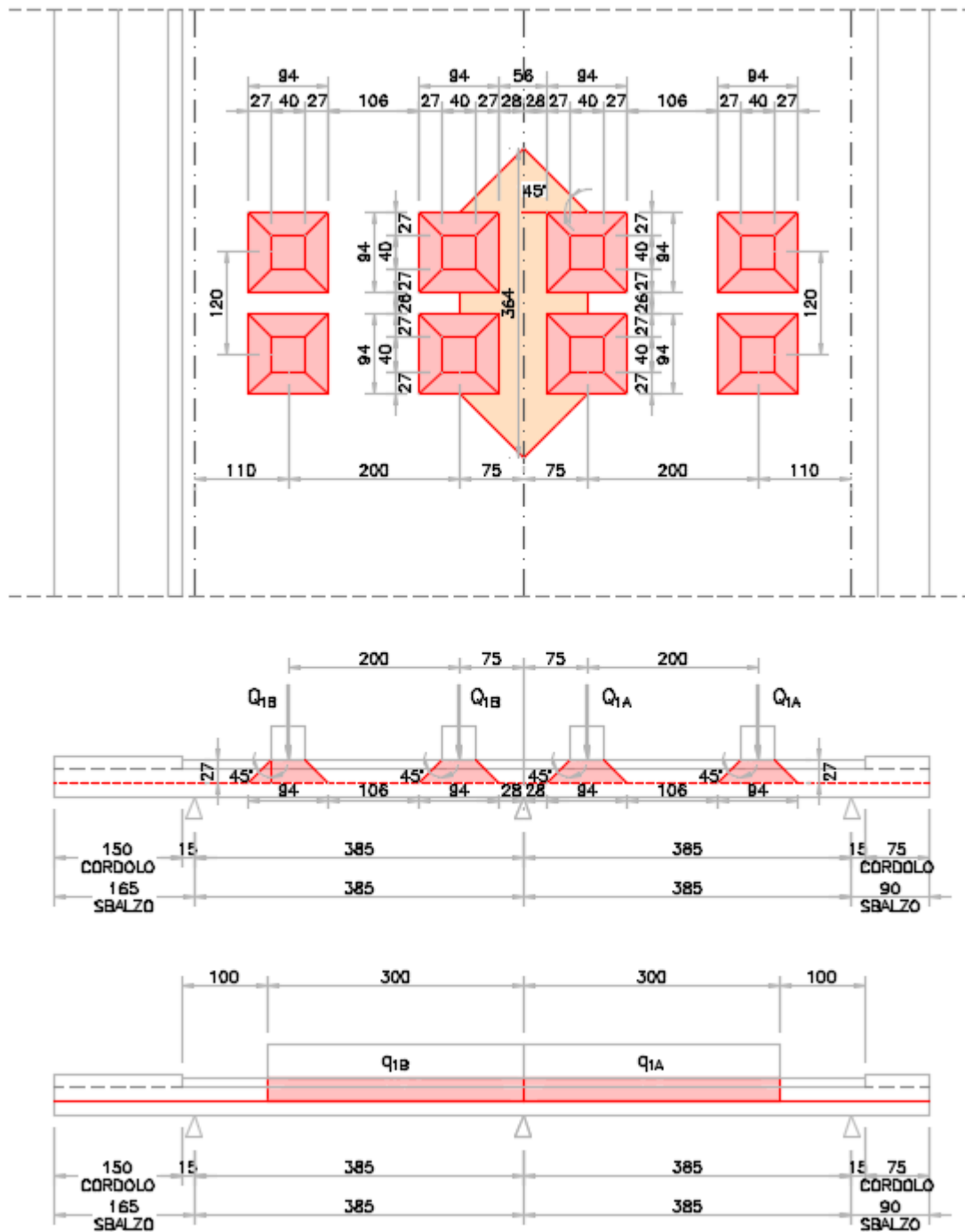


Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio relativamente ai carichi permanenti (peso proprio + permanenti portati):

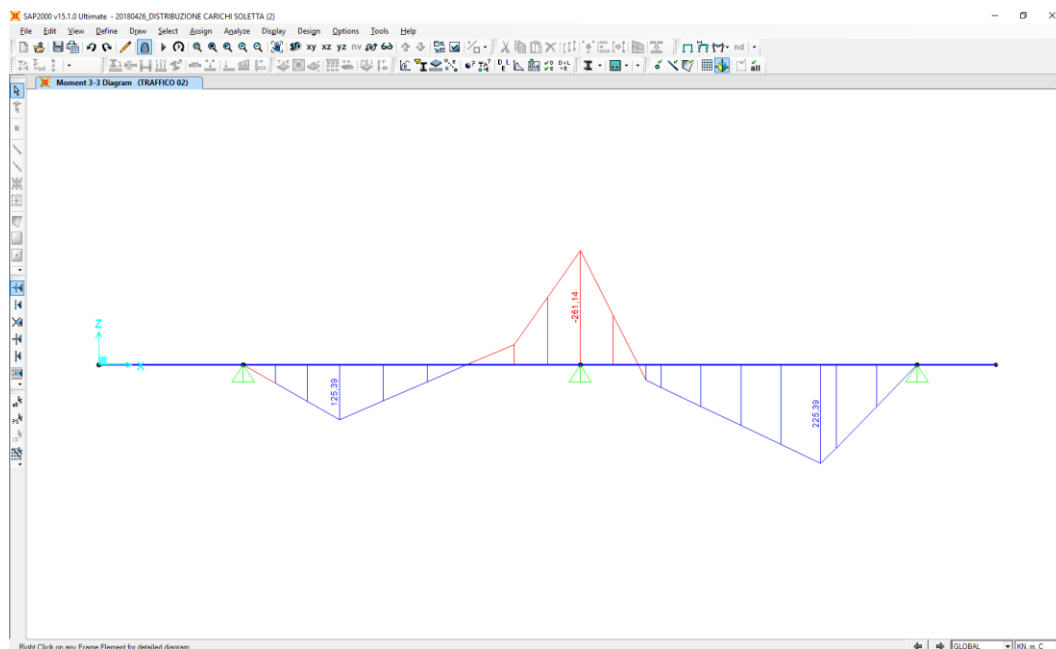


19.4.2. Carichi Mobili

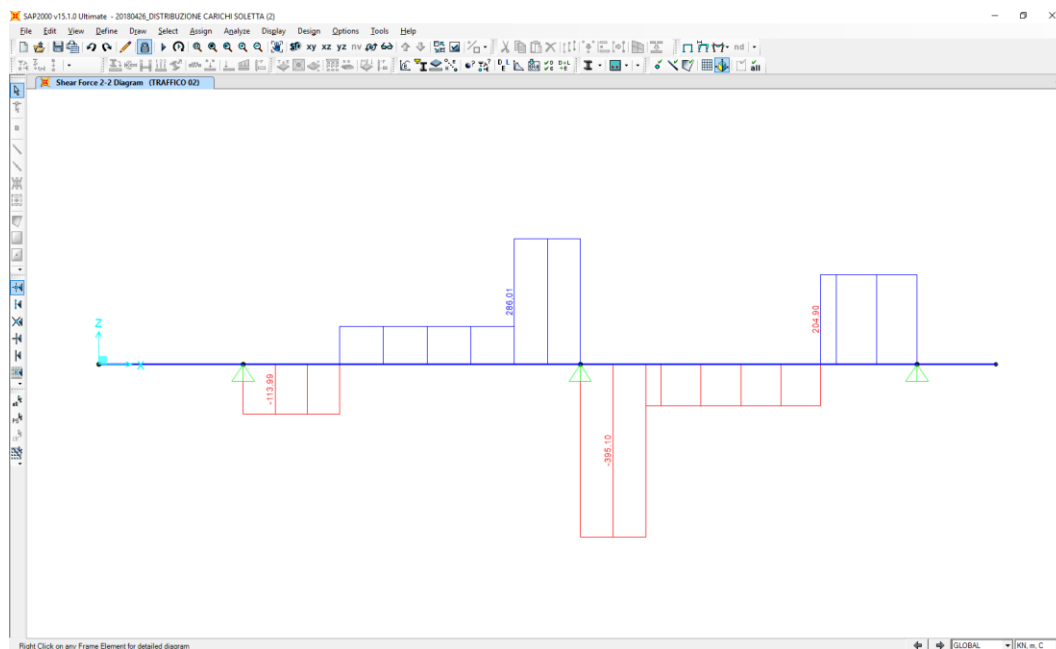
Nella sezione, come disposizione di carico che massimizza il valore del momento flettente, è stato considerato una singola fila di ruote posizionate come illustrato nella figura sottostante. Risulta una striscia collaborante di soletta pari a **3,64 m**.



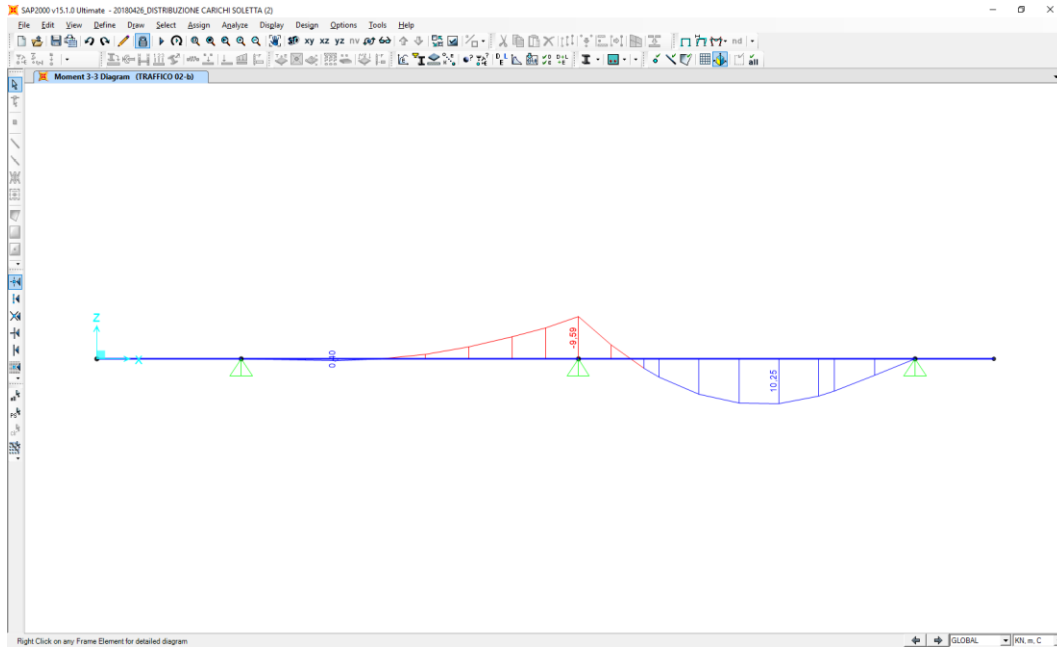
Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente (ipotizzato con distribuzione cilindrica) relativamente ai carichi viaggianti concentrati:



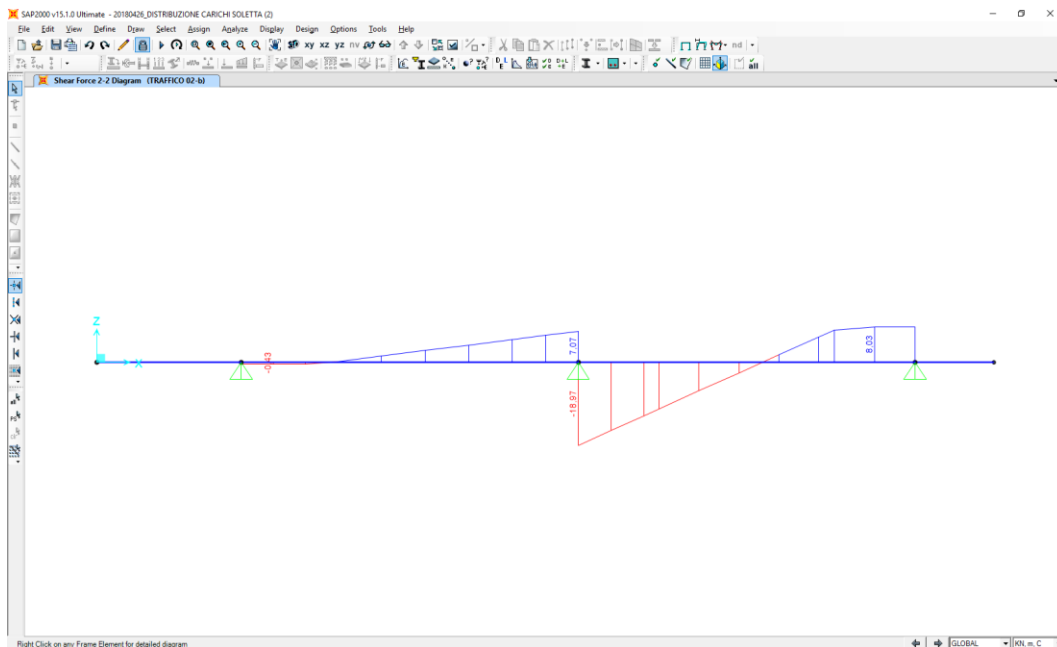
Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio (ipotizzato con distribuzione cilindrica) relativamente ai carichi viaggianti concentrati:



Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente relativamente ai carichi viaggianti distribuiti:



Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del taglio relativamente ai carichi viaggianti distribuiti:



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC</p> <p>Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio</p> <p>240 di 273</p>

Il momento flettente massimo in campata generato dai carichi mobili vale dunque:

$$M_{\text{MOB,campata}} = 225,39 / 3,64 + 10,25 = 72,17 \text{ kNm/m}$$

Il momento flettente massimo all'appoggio generato dai carichi mobili vale invece:

$$M_{\text{MOB,appoggio}} = -261,14 / 3,64 - 9,59 = -81,33 \text{ kNm/m}$$

Il taglio massimo in campata generato dai carichi mobili vale dunque:

$$V_{\text{MOB,campata}} = 204,90 / 3,64 + 8,03 = 64,32 \text{ kN/m}$$

Il taglio massimo all'appoggio generato dai carichi mobili vale invece:

$$V_{\text{MOB,appoggio}} = -395,10 / 3,64 - 18,97 = -127,51 \text{ kN/m}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 241 di 273

19.5. Azioni sollecitanti di calcolo

Nelle tabelle successive si riportano per ciascuna sezione di verifica i valori caratteristici delle azioni flettenti e taglianti sulle differenti sezioni di verifica:

AZIONI FLETTENTI SOLLECITANTI - VALORI CARATTERISTICI			
CARICO	SPICCATO SBALZO [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kNm/m]	APPOGGI INTERMEDI [kNm/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	-28,48	11,12	-10,57
Carichi accidentali da traffico	0,00	72,21	-81,33
Carichi accidentali da folla	-5,75	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	-84,66	0,00	0,00

AZIONI TAGLIANTI SOLLECITANTI - VALORI CARATTERISTICI			
CARICO	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kNm/m]	APPOGGI INTERMEDI [kNm/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	27,81	0,00	-21,08
Carichi accidentali da traffico	0,00	76,44	-127,51
Carichi accidentali da folla	5,00	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	0,00	0,00	0,00

Nelle tabelle successive è riportata la determinazione delle azioni flettenti di calcolo per ciascuna sezione di verifica e per le differenti combinazioni di carico considerate:

AZIONI FLETTENTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - QUASI PERMANENTE					
CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kNm/m]	APPOGGI INTERMEDI [kNm/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	-	1,00	-28,48	11,12	-10,57
Carichi accidentali da traffico	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da folla	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	-	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			-28,48	11,12	-10,57

AZIONI FLETTENTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - FREQUENTE 01					
CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kNm/m]	APPOGGI INTERMEDI [kNm/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	-	1,00	-28,48	11,12	-10,57
Carichi accidentali da traffico	-	0,75	0,00	54,16	-61,00
Carichi accidentali da folla	-	0,38	-2,16	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	-	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			-30,64	65,28	-71,57

AZIONI FLETTENTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - FREQUENTE 02

CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kNm/m]	APPOGGI INTERMEDI [kNm/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	-	1,00	-28,48	11,12	-10,57
Carichi accidentali da traffico	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da folla	-	0,75	-4,31	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	-	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			-32,79	11,12	-10,57

AZIONI FLETTENTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - CARATTERISTICA 01

CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kNm/m]	APPOGGI INTERMEDI [kNm/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	-	1,00	-28,48	11,12	-10,57
Carichi accidentali da traffico	-	1,00	0,00	72,21	-81,33
Carichi accidentali da folla	-	0,50	-2,88	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	-	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			-31,36	83,33	-91,90

AZIONI FLETTENTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - CARATTERISTICA 02

CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kNm/m]	APPOGGI INTERMEDI [kNm/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	-	1,00	-28,48	11,12	-10,57
Carichi accidentali da traffico	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da folla	-	1,00	-5,75	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	-	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			-34,23	11,12	-10,57

AZIONI FLETTENTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO - STR 01

CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kNm/m]	APPOGGI INTERMEDI [kNm/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	1,35	1,00	-38,45	15,01	-14,27
Carichi accidentali da traffico	1,35	1,00	0,00	97,48	-109,80
Carichi accidentali da folla	1,35	0,50	-3,88	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			-42,33	112,50	-124,07

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC		Foglio
Relazione di calcolo		243 di 273

AZIONI FLETTENTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO - STR 02

CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kNm/m]	APPOGGI INTERMEDI [kNm/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	1,35	1,00	-38,45	15,01	-14,27
Carichi accidentali da traffico	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da folla	1,35	1,00	-7,76	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			-46,21	15,01	-14,27

AZIONI FLETTENTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO - ECCEZIONALE

CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kNm/m]	APPOGGI INTERMEDI [kNm/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	1,00	1,00	-28,48	11,12	-10,57
Carichi accidentali da traffico	1,00	1,00	0,00	72,21	-81,33
Carichi accidentali da folla	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	1,00	1,00	-84,66	0,00	0,00
TOTALE			-113,14	83,33	-91,90

Nelle tabelle successive è riportata la determinazione delle azioni flettenti di calcolo per ciascuna sezione di verifica e per le differenti combinazioni di carico considerate:

AZIONI TAGLIANTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - QUASI PERMANENTE

CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kN/m]	APPOGGI INTERMEDI [kN/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	-	1,00	27,81	0,00	-21,08
Carichi accidentali da traffico	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da folla	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	-	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			27,81	0,00	-21,08

AZIONI TAGLIANTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - FREQUENTE 01

CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kN/m]	APPOGGI INTERMEDI [kN/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	-	1,00	27,81	0,00	-21,08
Carichi accidentali da traffico	-	0,75	0,00	57,33	-95,63
Carichi accidentali da folla	-	0,38	1,88	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	-	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			29,69	57,33	-116,71

AZIONI TAGLIANTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - FREQUENTE 02

CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kN/m]	APPOGGI INTERMEDI [kN/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	-	1,00	27,81	0,00	-21,08
Carichi accidentali da traffico	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da folla	-	1,00	5,00	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	-	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			32,81	0,00	-21,08

AZIONI TAGLIANTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - CARATTERISTICA 01

CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kN/m]	APPOGGI INTERMEDI [kN/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	-	1,00	27,81	0,00	-21,08
Carichi accidentali da traffico	-	1,00	0,00	76,44	-127,51
Carichi accidentali da folla	-	0,50	2,50	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	-	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			30,31	76,44	-148,59

AZIONI TAGLIANTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - CARATTERISTICA 02

CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kN/m]	APPOGGI INTERMEDI [kN/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	-	1,00	27,81	0,00	-21,08
Carichi accidentali da traffico	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da folla	-	1,00	5,00	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	-	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			32,81	0,00	-21,08

AZIONI TAGLIANTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO - STR 01

CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kN/m]	APPOGGI INTERMEDI [kN/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	1,35	1,00	37,54	0,00	-28,46
Carichi accidentali da traffico	1,35	1,00	0,00	103,19	-172,14
Carichi accidentali da folla	1,35	0,50	3,38	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			40,92	103,19	-200,60

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 245 di 273

AZIONI TAGLIANTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO - STR 02

CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kN/m]	APPOGGI INTERMEDI [kN/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	1,35	1,00	37,54	0,00	-28,46
Carichi accidentali da traffico	1,35	0,50	0,00	51,60	-86,07
Carichi accidentali da folla	1,35	1,00	6,75	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			44,29	51,60	-114,53

AZIONI TAGLIANTI DI CALCOLO - COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO - ECCEZIONALE

CARICO	γ	ψ	SPICCATO SBALZO SX [kNm/m]	MEZZERIA CAMPATE [kN/m]	APPOGGI INTERMEDI [kN/m]
Pesi propri e carichi permanenti portati	1,00	1,00	27,81	0,00	-21,08
Carichi accidentali da traffico	1,00	1,00	0,00	76,44	-127,51
Carichi accidentali da folla	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Urto da autoveicolo in fase di svio	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE			27,81	76,44	-148,59

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo</p>	<p>Foglio 246 di 273</p>

20. SOLETTA ED EFFETTI LOCALI – VERIFICHE STRUTTURALI

20.1. Sezione e armatura di verifica

La sezione di verifica è rettangolare con base pari a **100 cm** ed altezza pari a **32 cm**.

Sezione di spiccato dello sbalzo

L'armatura di verifica è costituita da:

Ø18/20 + Ø16/20 superiori (copriferro: 6,6 cm)

Ø18/20 inferiori (copriferro: 8 cm)

Sezione in campata

L'armatura di verifica è costituita da:

Ø18/20 superiori (copriferro: 6,6 cm)

Ø18/20 + Ø16/20 inferiori (copriferro: 8 cm)

Sezione all'appoggio centrale

L'armatura di verifica è costituita da:

Ø18/20 + Ø16/20 superiori (copriferro: 6,6 cm)

Ø18/20 inferiori (copriferro: 8 cm)

L'armatura a taglio è costituita da spille **Ø12/20x20**. Il copriferro minimo netto è assunto pari a **30 mm**.

20.2. Sezione agli appoggi – Verifiche strutturali

20.2.1. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni

Combinazione SLE – Quasi Permanente

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{sd} = -30,64$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	32	1	12,72	6,6
			2	10,05	6,6
			3	12,72	24

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C		C32/40	
ϵ_{su}	67,5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	450 N/mm ²	ϵ_{cu}	3,5 ‰
E_s	200.000 N/mm ²	f_{cd}	18,81
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	1
ϵ_{syd}	2,25 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12,25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm ²	τ_{co}	0,7333
		τ_{cl}	2,114

σ_c -2,641 N/mm²
 σ_s 61,82 N/mm²

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

ϵ_s 0,3091 ‰
 d 25,4 cm
 x 9,92 x/d 0,3906
 δ 0,9282

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 2,64 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 61,82 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta soddisfatta.

Combinazione SLE – Frequente

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -71,57$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	32	1	12,72	6,6
			2	10,05	6,6
			3	12,72	24

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Solecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 450 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
 ε_{syd} 2,25 ‰ σ_{c,adm} 12,25 N/mm²
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

σ_c -6,169 N/mm²
 σ_s 144,4 N/mm²

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

ε_s 0,722 ‰
 d 25,4 cm
 x 9,92 x/d 0,3906
 δ 0,9282

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 6,16 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 144,40 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta soddisfatta.

Combinazione SLE – Rara

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -91,90$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	32	1	12,72	6,6
			2	10,05	6,6
			3	12,72	24

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Solecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 450 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
 ε_{syd} 2,25 ‰ σ_{c,adm} 12,25 N/mm²
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

σ_c -7,922 N/mm²
 σ_s 185,4 N/mm²

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

ε_s 0,9271 ‰
 d 25,4 cm
 x 9,92 x/d 0,3906
 δ 0,9282

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 7,92 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 19,92 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 185,40 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta soddisfatta.

20.2.2. Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione Quasi Permanente

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

		Armatura tesa nell'area di cls efficace:			Armatura compressa:			
H	32	cm	A_s	22,78	cm ²	A_s'	12,72	cm ²
b	100	cm	$y_{G A_s} (*)$	6,60	cm	$y_{G A_s'} (*)$	24,00	cm
$c_{f\text{effettivo}}$	4,1	cm	(*) da lembo teso					
$c_{f\text{norma}}$	3	cm	x (cm) (*)	n_{ferri}	Φ (mm)	x (cm) (*)	n_{ferri}	Φ (mm)
d	25,40	cm	6,6	5	18	24	5	18
			6,6	5	16			
R_{ck}	40	MPa						
f_{ctm}	3,16	MPa						
f_{ctk}	2,21	MPa						
E_s	210000	MPa						
n	15		Φ_{medio}	17	mm	Φ_{staffe}	16	mm

Sezione interam. reagente

y_G	15,55	cm
A_{ideale}	3732	cm ²
I_{ideale}	314709	cm ⁴

Fessurazione indotta da:

carichi

Caratteristiche ambiente:

molto o moderatamente aggressivo

β_1	1	
β_2	0,5	
k_1	0,8	
k_2	0,5	
k	-	
$h_{A\text{ cls eff}}$	16,50	cm
$A_{\text{cls eff}}$	1650,00	cm ²
ρ_r	0,0138	
σ_s	61,80	MPa
σ_{sr}	128,92	MPa
ϵ_{sm}	0	
s_{rm}	173,2	mm
w_m	0,000	mm
β	1,7	
χ	1,3666667	

 w_k 0,000 mm w_k limite 0,1 mm w_k < w_k limite

Calcolo delle tensioni nella sezione fessurata

N	0	kN	carico assiale agente
M	30,64	kN m	momento agente
e	∞	cm	eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ
en	5,13	cm	estremità nocciolo d'inerzia
d_G	19,16	cm	baricentro armature
u	∞	cm	distanza centro di pressione - lembo compresso
p	∞	cm ²	
q	∞	cm ³	
y_p	0,00	cm	distanza asse neutro - centro di pressione
y_c	9,92	cm	asse neutro
A^*	1525	cm ²	area ideale
S_n^*	0	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro
I_n^*	115112,56	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro
σ_c	2,64	MPa	massima tensione di compressione nel cls
σ_s	61,80	MPa	tensione di trazione nell'acciaio

Calcolo delle tensioni nella condizione di carico di prima fessurazione

N	0	kN	carico assiale agente
M_F	64	kN m	momento di prima fessurazione
e	∞		eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ
u	∞		distanza centro di pressione - lembo compresso
p	∞	cm ²	
q	∞	cm ³	
y_p	0,00	cm	distanza asse neutro - centro di pressione
y_c	9,92	cm	asse neutro
A^*	1525	cm ²	area ideale
S_n^*	0	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro
I_n^*	115112,56	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro
σ_{cr}	5,51	MPa	massima tensione di compressione nel cls
σ_{sr}	128,92	MPa	tensione di trazione nell'acciaio

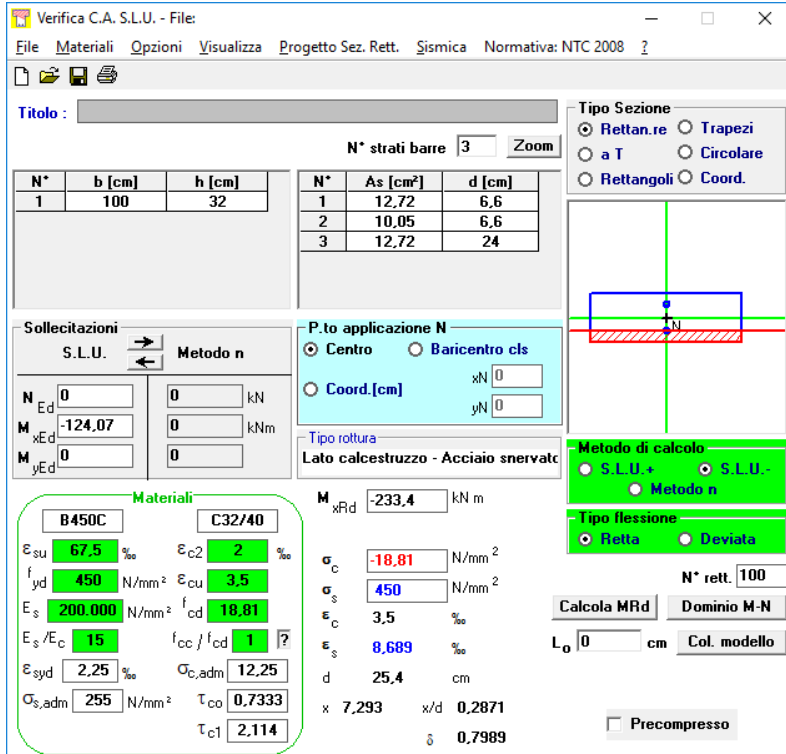
GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC	
Relazione di calcolo	
Foglio 251 di 273	

20.2.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione Frequente

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE											
H	32	cm	Armatura tesa nell'area di cls efficace:			Armatura compressa:					
b	100	cm	A_s	22,78	cm ²	A_s'	12,72	cm ²			
$c_{f\text{effettivo}}$	4,1	cm	$y_{G A_s} (*)$	6,60	cm	(*) da lembo teso	$y_{G A_s'} (*)$	24,00	cm		
$c_{f\text{norma}}$	3	cm	x (cm) (*)	$n_{f\text{erri}}$	Φ (mm)	x (cm) (*)	$n_{f\text{erri}}$	Φ (mm)			
d	25,40	cm	6,6	5	18	24	5	18			
R_{ck}	40	MPa									
f_{ctm}	3,16	MPa									
f_{ctk}	2,21	MPa									
E_s	210000	MPa									
n	15		Φ_{medio}	17	mm	Φ_{staffe}	16	mm			
Sezione interam. reagente			Calcolo delle tensioni nella sezione fessurata								
y_G	15,55	cm	N	0	kN	carico assiale agente					
A_{ideale}	3732	cm ²	M	71,57	kN m	momento agente					
I_{ideale}	314709	cm ⁴	e	∞	cm	eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ					
Fessurazione indotta da:			en	5,13	cm	estremità nocciolo d'inerzia					
carichi			d_G	19,16	cm	baricentro armature					
Caratteristiche ambiente:			u	∞	cm	distanza centro di pressione - lembo compresso					
molto o moderatamente aggressivo			p	∞	cm ²						
β_1	1		q	∞	cm ³						
β_2	0,5		y_p	0,00	cm	distanza asse neutro - centro di pressione					
k_1	0,8		y_c	9,92	cm	asse neutro					
k_2	0,5		A^*	1525	cm ²	area ideale					
k	-		S_n^*	0	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro					
$h_{A\text{ cls eff}}$	16,50	cm	I_n^*	115112,56	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro					
$A_{\text{cls eff}}$	1650,00	cm ²	σ_c	6,17	MPa	massima tensione di compressione nel cls					
ρ_r	0,0138		σ_s	144,36	MPa	tensione di trazione nell'acciaio					
σ_s	144,36	MPa	Calcolo delle tensioni nella condizione di carico di prima fessurazione								
σ_{sr}	128,92	MPa	N	0	kN	carico assiale agente					
ϵ_{sm}	0,00041		M_F	64	kN m	momento di prima fessurazione					
s_{rm}	173,2	mm	e	∞		eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ					
w_m	0,072	mm	u	∞		distanza centro di pressione - lembo compresso					
β	1,7		p	∞	cm ²						
χ	1,3666667		q	∞	cm ³						
w_k	0,122	mm	y_p	0,00	cm	distanza asse neutro - centro di pressione					
$w_k\text{ limite}$	0,2	mm	y_c	9,92	cm	asse neutro					
w_k	<	$w_k\text{ limite}$	A^*	1525	cm ²	area ideale					
			S_n^*	0	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro					
			I_n^*	115112,56	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro					
			σ_{cr}	5,51	MPa	massima tensione di compressione nel cls					
			σ_{sr}	128,92	MPa	tensione di trazione nell'acciaio					

20.2.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione – Combinazione STR

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -124,07$ kNm.



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	32	1	12,72	6,6
			2	10,05	6,6
			3	12,72	24

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{Ed} -124,07 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

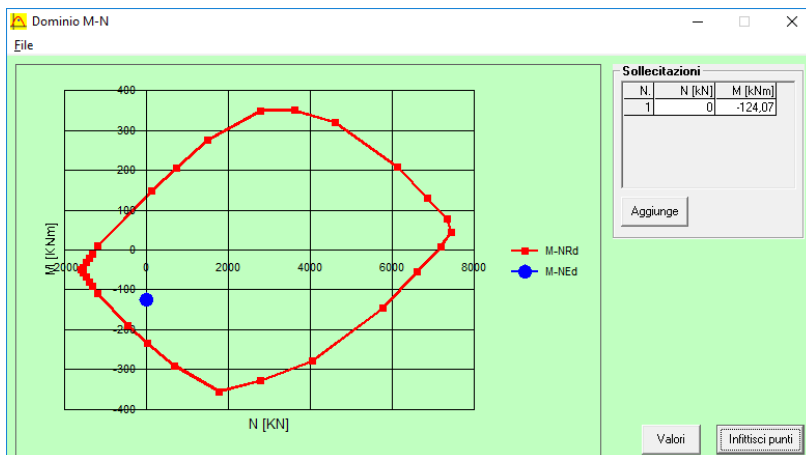
Materiali
 B450C C32/40
 E_{su} 67,5 ‰ E_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 450 N/mm² E_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
 E_{syd} 2,25 ‰ σ_{c,adm} 12,25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

Calcoli
 M_{xRd} -233,4 kNm
 σ_c -18,81 N/mm²
 σ_s 450 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 8,689 ‰
 d 25,4 cm
 x 7,293 x/d 0,2871
 δ 0,7989

Parametri
 Tipo Sezione: Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato
 N° rett. 100
 L₀ 0 cm Col. modello
 Precompresso

Il momento resistente risulta pari a:
 $M_{Rd} = -233,40$ kNm > $M_{Sd} = -124,07$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta soddisfatta.

20.2.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione – Combinazione eccezionale

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -113,14$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	32	1	12,72	6,6
			2	10,05	6,6
			3	12,72	24

Tipologia Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Solecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione
 Retta Deviata

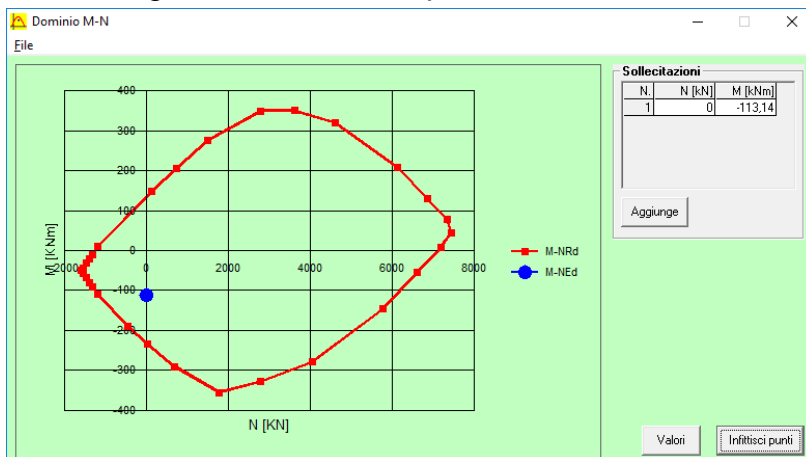
Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 450 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
 ε_{syd} 2,25 ‰ σ_{c,adm} 12,25 N/mm²
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} kNm
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Calcola MRd **Dominio M-N**
 L₀ cm **Col. modello**
 Precompresso

Il momento resistente risulta pari a:
 $M_{Rd} = -233,40$ kNm > $M_{Sd} = -113,14$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC	
Relazione di calcolo	
	Foglio 254 di 273

20.2.6. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio – Combinazione STR

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = -200,60$ kNm.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	100,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	32,00	[cm]
Copriferro netto:	c	3,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	29,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	200,60	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	5,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	20,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trav}	12,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	1,13	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	28,25	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	100,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,000	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,0000	

RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	288,52	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	1.227,57	[kN]

AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	288,52	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d} / V_{S,d}$	1,44	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 255 di 273

20.2.7. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio – Combinazione Eccezionale

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = -148,59$ kNm.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	100,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	32,00	[cm]
Copriferro netto:	c	3,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	29,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	V_{Sd}	148,59	[kN]
Azione normale di calcolo:	N_{Sd}	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	5,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	20,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trav}	12,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	1,13	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	28,25	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
 La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	100,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,000	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,0000	

RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	288,52	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	1.227,57	[kN]

AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	288,52	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d} / V_{S,d}$	1,94	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA

20.3. Sezione in campata – Verifiche strutturali

20.3.1. Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni

Combinazione SLE – Quasi Permanente

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 11,12$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	32	1	12,72	6,6
			2	10,05	24
			3	12,72	24

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 11,12 kNm
 M_{yEd} 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C32/40
 E_{su} 67,5 ‰ E_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 450 N/mm² E_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
 E_{syd} 2,25 ‰ σ_{c,adm} 12,25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

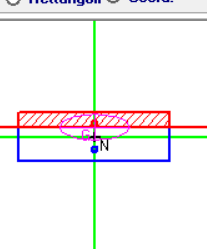
σ_c -1,027 N/mm²
 σ_s 23,84 N/mm²

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

ε_s 0,1192 ‰
 d 24 cm
 x 9,423 x/d 0,3926
 δ 0,9308



Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 1,02 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 23,84 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta soddisfatta.

Combinazione SLE – Frequente

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 65,28$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	32	1	12,72	6,6
			2	10,05	24
			3	12,72	24

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Solecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C32/40
 ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 450 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81
 E_s / E_c 15 f_{cc} / f_{cd} 1
 ϵ_{syd} 2,25 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

σ_c -6,032 N/mm²
 σ_s 140 N/mm²

Verifica

ϵ_s 0,6998 ‰
 d 24 cm
 x 9,423 x/d 0,3926
 δ 0,9308

N° iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 6,03 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 140,00 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta soddisfatta.

Combinazione SLE – Rara

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 83,33$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	32	1	12,72	6,6
			2	10,05	24
			3	12,72	24

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Solecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 83,33 kNm
 M_{yEd} 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 450 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
 ε_{syd} 2,25 ‰ σ_{c,adm} 12,25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

σ_c -7,7 N/mm²
 σ_s 178,7 N/mm²

Verifica

ε_s 0,8933 ‰ N° iterazioni: 4
 d 24 cm
 x 9,423 x/d 0,3926
 Precompresso
 δ 0,9308

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 7,70 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 19,92 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 178,70 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta soddisfatta.

20.3.2. Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione Quasi Permanente

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

H	32	cm	Armatura tesa nell'area di cls efficace:			Armatura compressa:		
b	100	cm	A_s	22,78	cm ²	A_s'	12,72	cm ²
$c_{f\text{effettivo}}$	4,1	cm	$y_{G A_s} (*)$	6,60	cm	$y_{G A_s'} (*)$	24,00	cm
$c_{f\text{norma}}$	3	cm	x (cm) (*)	n_{ferri}	Φ (mm)	x (cm) (*)	n_{ferri}	Φ (mm)
d	25,40	cm	6,6	5	18	24	5	18
			6,6	5	16			
R_{ck}	40	MPa						
f_{ctm}	3,16	MPa						
f_{ctk}	2,21	MPa						
E_s	210000	MPa						
n	15		Φ_{medio}	17	mm	Φ_{staffe}	16	mm

Sezione interam. reagente

y_G	15,55	cm
A_{ideale}	3732	cm ²
I_{ideale}	314709	cm ⁴

Fessurazione indotta da:

Caratteristiche ambiente:

β_1	1	
β_2	0,5	
k_1	0,8	
k_2	0,5	
k	-	
$h_{A\text{ cls eff}}$	16,50	cm
$A_{\text{cls eff}}$	1650,00	cm ²
ρ_r	0,0138	
σ_s	22,43	MPa
σ_{sr}	128,92	MPa
ϵ_{sm}	0	
s_{rm}	173,2	mm
w_m	0,000	mm
β	1,7	
χ	1,3666667	
w_k	0,000	mm
$w_k\text{ limite}$	0,1	mm
w_k	<	$w_k\text{ limite}$

Calcolo delle tensioni nella sezione fessurata

N	0	kN	carico assiale agente
M	11,12	kN m	momento agente
e	∞	cm	eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ
en	5,13	cm	estremità nocciolo d'inerzia
d_G	19,16	cm	baricentro armature
u	∞	cm	distanza centro di pressione - lembo compresso
p	∞	cm ²	
q	∞	cm ³	
y_p	0,00	cm	distanza asse neutro - centro di pressione
y_c	9,92	cm	asse neutro
A^*	1525	cm ²	area ideale
S_n^*	0	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro
I_n^*	115112,56	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro
σ_c	0,96	MPa	massima tensione di compressione nel cls
σ_s	22,43	MPa	tensione di trazione nell'acciaio

Calcolo delle tensioni nella condizione di carico di prima fessurazione

N	0	kN	carico assiale agente
M_F	64	kN m	momento di prima fessurazione
e	∞		eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ
u	∞		distanza centro di pressione - lembo compresso
p	∞	cm ²	
q	∞	cm ³	
y_p	0,00	cm	distanza asse neutro - centro di pressione
y_c	9,92	cm	asse neutro
A^*	1525	cm ²	area ideale
S_n^*	0	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro
I_n^*	115112,56	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro
σ_{cr}	5,51	MPa	massima tensione di compressione nel cls
σ_{sr}	128,92	MPa	tensione di trazione nell'acciaio

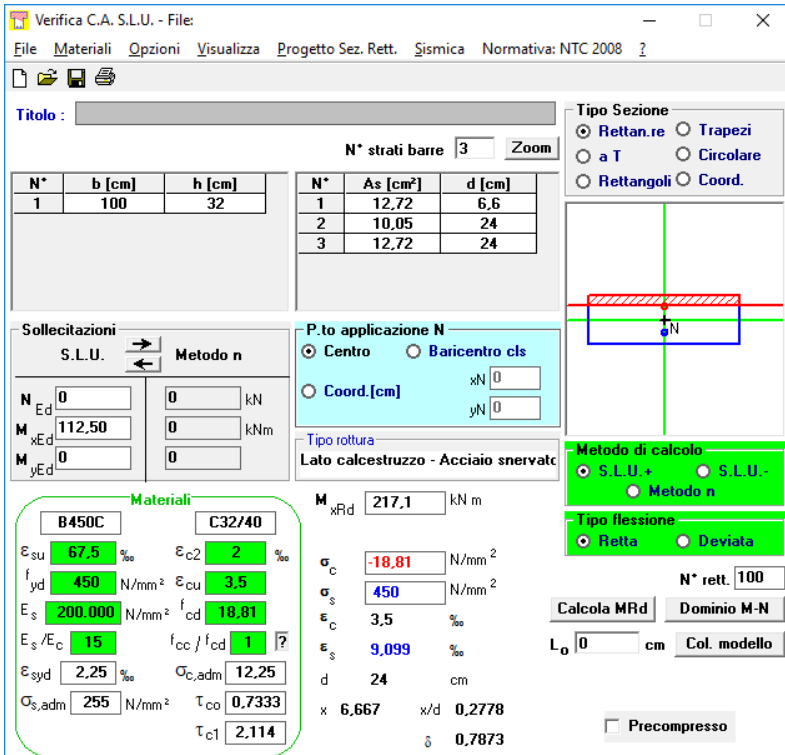
GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC	
Relazione di calcolo	
Foglio 260 di 273	

20.3.3. Verifica allo Stato Limite di fessurazione – Combinazione Frequente

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE											
H	32	cm	Armatura tesa nell'area di cls efficace:				Armatura compressa:				
b	100	cm	A_s	22,78	cm ²	A_s'	12,72	cm ²			
$c_{f\text{effettivo}}$	4,1	cm	$y_{G A_s} (*)$	6,60	cm	(*) da lembo teso	$y_{G A_s'} (*)$	24,00	cm		
$c_{f\text{norma}}$	3	cm	x (cm) (*)	$n_{f\text{eri}}$	Φ (mm)	x (cm) (*)	$n_{f\text{eri}}$	Φ (mm)			
d	25,40	cm	6,6	5	18	24	5	18			
			6,6	5	16						
R_{ck}	40	MPa									
f_{ctm}	3,16	MPa									
f_{ctk}	2,21	MPa									
E_s	210000	MPa									
n	15		Φ_{medio}	17	mm	Φ_{staffe}	16	mm			
Sezione interam. reagente			Calcolo delle tensioni nella sezione fessurata								
y_G	15,55	cm	N	0	kN	carico assiale agente					
A_{ideale}	3732	cm ²	M	65,28	kN m	momento agente					
I_{ideale}	314709	cm ⁴	e	∞	cm	eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ					
Fessurazione indotta da:			en	5,13	cm	estremità nocciolo d'inerzia					
carichi			d_G	19,16	cm	baricentro armature					
Caratteristiche ambiente:			u	∞	cm	distanza centro di pressione - lembo compresso					
molto o moderatamente aggressivo			p	∞	cm ²						
β_1	1		q	∞	cm ³						
β_2	0,5		y_p	0,00	cm	distanza asse neutro - centro di pressione					
k_1	0,8		y_c	9,92	cm	asse neutro					
k_2	0,5		A^*	1525	cm ²	area ideale					
k	-		S_n^*	0	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro					
$h_{A\text{ cls eff}}$	16,50	cm	I_n^*	115112,56	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro					
$A_{\text{cls eff}}$	1650,00	cm ²	σ_c	5,63	MPa	massima tensione di compressione nel cls					
ρ_r	0,0138		σ_s	131,67	MPa	tensione di trazione nell'acciaio					
σ_s	131,67	MPa	Calcolo delle tensioni nella condizione di carico di prima fessurazione								
σ_{sr}	128,92	MPa	N	0	kN	carico assiale agente					
ϵ_{sm}	0,00033		M_F	64	kN m	momento di prima fessurazione					
s_{rm}	173,2	mm	e	∞		eccentricità GRANDE ECCENTRICITÀ					
w_m	0,057	mm	u	∞		distanza centro di pressione - lembo compresso					
β	1,7		p	∞	cm ²						
χ	1,3666667		q	∞	cm ³						
w_k	0,096	mm	y_p	0,00	cm	distanza asse neutro - centro di pressione					
$w_k\text{ limite}$	0,2	mm	y_c	9,92	cm	asse neutro					
w_k	<	$w_k\text{ limite}$	A^*	1525	cm ²	area ideale					
			S_n^*	0	cm ³	momento statico relativo all'asse neutro					
			I_n^*	115112,56	cm ⁴	momento d'inerzia relativo all'asse neutro					
			σ_{cr}	5,51	MPa	massima tensione di compressione nel cls					
			σ_{sr}	128,92	MPa	tensione di trazione nell'acciaio					

20.3.4. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione – Combinazione STR

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 112,50$ kNm.



Verifica C.A. S.L.U. - File

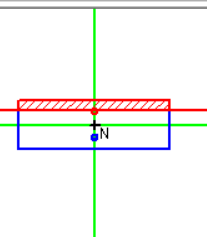
File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	32	1	12,72	6,6
			2	10,05	24
			3	12,72	24

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma di sezione: 

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 112,50 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipologia rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione:
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali:

Proprietà	B450C	C32/40
ε _{su}	67,5 ‰	2 ‰
f _{yd}	450 N/mm²	3,5
E _s	200.000 N/mm²	18,81
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd} 1
ε _{syd}	2,25 ‰	σ _{c,adm} 12,25
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co} 0,7333
		τ _{c1} 2,114

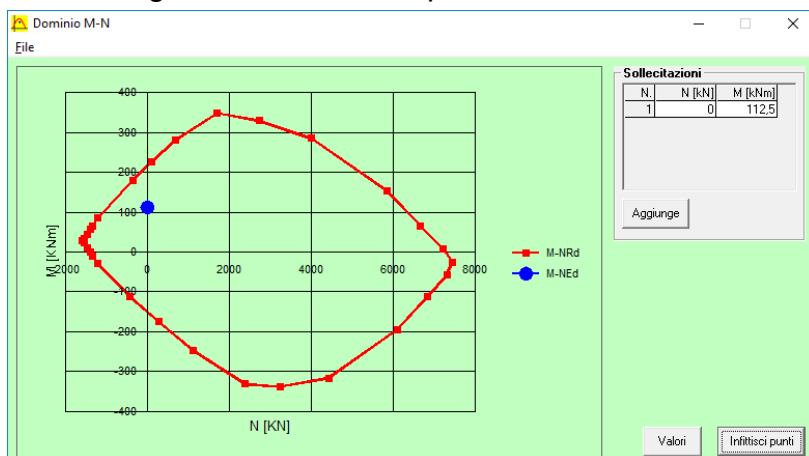
M_{xRd} 217,1 kNm

σ_c -18,81 N/mm²
 σ_s 450 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 9,099 ‰
 d 24 cm
 x 6,667 x/d 0,2778
 δ 0,7873

Il momento resistente risulta pari a:

$M_{Rd} = 217,10$ kNm > $M_{Sd} = 112,50$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:

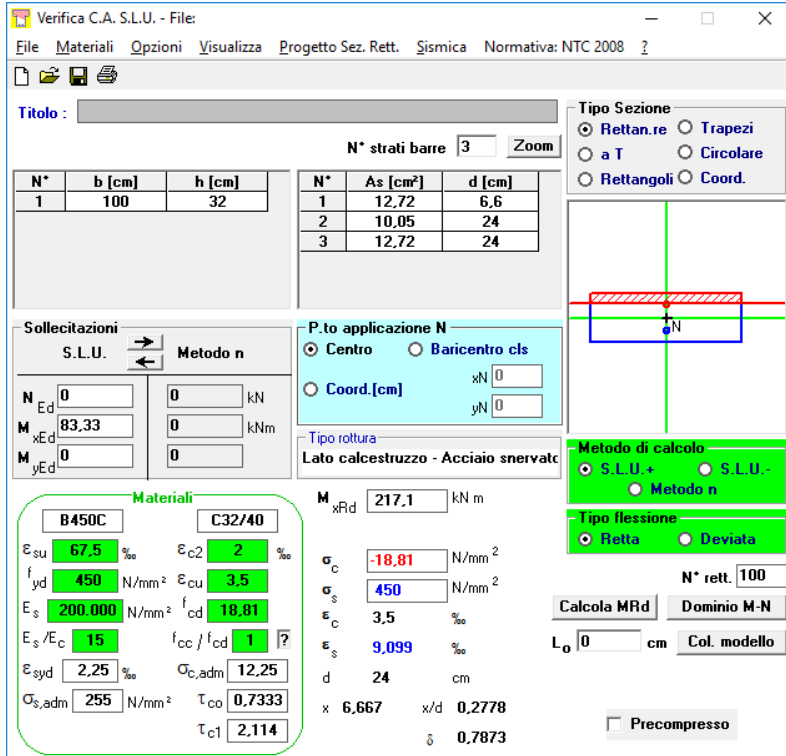


La verifica risulta soddisfatta.

Relazione di calcolo

20.3.5. Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione – Combinazione eccezionale

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 83,33 \text{ kNm}$.



Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	32	1	12,72	6,6
			2	10,05	24
			3	12,72	24

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 83,33 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali
 B450C C32/40

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 450 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
 ε_{syd} 2,25 ‰ σ_{c,adm} 12,25 N/mm²
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

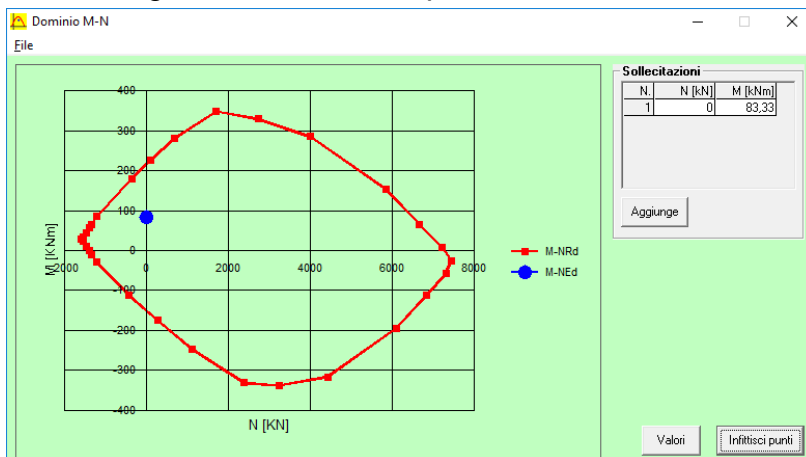
M_{xRd} 217,1 kNm
 σ_c -18,81 N/mm²
 σ_s 450 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 9,099 ‰
 d 24 cm
 x 6,667 x/d 0,2778
 δ 0,7873

Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Il momento resistente risulta pari a:
 $M_{Rd} = 217,10 \text{ kNm} > M_{Sd} = 83,30 \text{ kNm}$

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Foglio Relazione di calcolo 263 di 273

20.3.6. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio – Combinazione STR

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = 103,19$ kNm.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	100,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	32,00	[cm]
Copriferro netto:	c	3,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	29,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	103,19	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	5,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	20,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trasv}	12,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	1,13	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	28,25	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
 La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	100,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,000	[N/mm ²]
Coefficiente moltiplicativo α_c :	α_c	1,0000	

RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	288,52	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	1.227,57	[kN]

AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	288,52	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d} / V_{S,d}$	2,80	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	
Foglio 264 di 273	

20.3.7. Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio – Combinazione Eccezionale

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = 76,44$ kNm.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	100,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	32,00	[cm]
Copriferro netto:	c	3,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	29,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	76,44	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	5,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	20,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trav}	12,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	1,13	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	28,25	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La verifica allo S.L.U. per taglio viene condotta secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, par.4.1.2.1.3.2
 La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	100,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,000	[N/mm ²]
Coefficiente moltiplicativo α_c :	α_c	1,0000	

RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	288,52	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	1.227,57	[kN]

AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	288,52	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d} / V_{S,d}$	3,77	

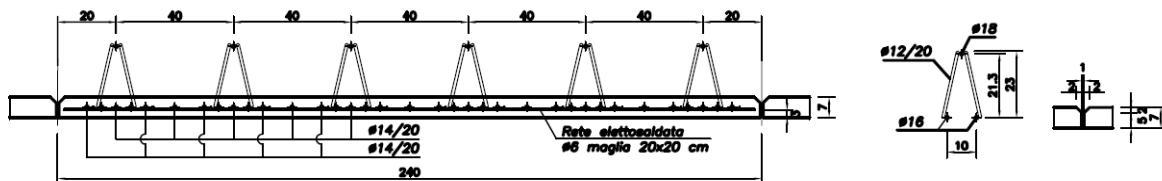
LA VERIFICA RISULTA POSITIVA

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo
	Foglio 265 di 273

20.4. Verifica delle lastre prefabbricate

20.4.1. Caratteristiche del traliccio e definizione delle fasi di getto

Le dalle hanno una larghezza pari a 240 cm, spessore pari 7 cm e sono dotate di tralicci come evidenziato in figura.



Ai fini delle verifiche, si considera resistente solo l'armatura del traliccio della *dalla* che risulta soggetta al peso proprio ed a quello del getto della soletta, nonché, sullo sbalzo, ad un'azione accidentale di servizio pari a **1,00 kN/m²**.

Il getto viene eseguito in due momenti successivi:

- 1° fase : viene gettata l'intera soletta della campata centrale e un metro oltre gli appoggi (travi principali) sugli sbalzi.
- 2° fase : viene completato il getto sugli sbalzi.

20.4.2. Armatura del traliccio

Per la verifica delle dalle è stato considerato agente solo il traliccio così composto:

- Corrente superiore → **1Ø 18/40**
- Corrente inferiore → **2Ø 16/40**
- Diagonali → **2Ø 12/20**

La distanza fra i due correnti è pari a **23 cm**.

20.4.3. Verifica del traliccio

Verifica del traliccio in Campata

Schema	Campata	---	molt mom	0,13	---	Luce	3,85	m
inter tral.	400,00	mm	sp dalla	70,00	mm	sp soletta	250,00	mm
qacc=	1,00	kN/mq	h traliccio	230,00	mm	Passo long.	200,00	mm
fyk=	430,00	N/mm ²	coeff.	1,15	---	Coeff. SLU	1,50	
Φsup	18,00	mm	Φinf	16,00	mm	Φdiag.	12,00	mm
Inter. Ferri inf	100,00	mm						
M tot	6,67	kNm	Vtot=	6,93	kN			
Nsup	29,00	kN	σsup=	114,02	Mpa			
Ninf	-29,00	kN	σinf=	-72,16	Mpa			
Ndiag.=	4,70	kN	σdiag=	20,78	Mpa			

Corrente compresso

λ=	44,44		ε=	0,74		λ=	0,64	---
ΦΦ=	0,81		X=	0,76				

Corrente diagonale

λ=	85,24		ε=	0,74		λ=	1,23	---
ΦΦ=	1,51		X=	0,42				

ord comp=	284,65	N/mm ²	σslu=	171,03	N/mm ²	Verifica soddisfatta
ord teso=	-373,91	N/mm ²	σslu (-)=	-108,23	N/mm ²	Verifica soddisfatta
ord diag=	157,28	N/mm ²	σslu (-)=	31,18	N/mm ²	Verifica soddisfatta

Verifica del traliccio allo sbalzo

Schema	Sbalzo	---	molt mom	0,50	---	Luce	1,65	
inter tral.	400,00	mm	sp dalla	70,00	mm	sp soletta	250,00	mm
qacc=	1,00	kN/mq	h traliccio	230,00	mm	ptrasv=	200,00	mm
fyk=	430,00	N/mm ²	coeff.	1,15	---	Coeff. SLU	1,50	
Φsup	18,00	mm	Φinf	16,00	mm	Φdiag.	12,00	mm
Inter. Ferri inf	100,00	mm						
M tot	4,90	kNm	Vtot=	5,94	kN			
Nsup	-21,31	kN	σsup=	-83,77	Mpa			
Ninf	21,31	kN	σinf=	53,01	Mpa			
Ndiag.=	4,03	kN	σdiag=	17,82	Mpa			

Corrente compresso

λ=	50,00		ε=	0,74		λ=	0,72	---
ΦΦ=	0,89		X=	0,71				

Corrente diagonale

λ=	85,24		ε=	0,74		λ=	1,23	---
ΦΦ=	1,51		X=	0,42				

ord comp=	266,26	N/mm ²	σslu=	79,52	N/mm ²	Verifica soddisfatta
ord teso=	-373,91	N/mm ²	σslu (-)=	-125,66	N/mm ²	Verifica soddisfatta
ord diag=	157,28	N/mm ²	σslu (-)=	26,72	N/mm ²	Verifica soddisfatta

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo		Foglio 267 di 273

21. APPOGGI E GIUNTI

21.1. Apparecchi d'appoggio

La definizione degli scarichi sugli apparecchi di appoggio è riferita ad un'unica carreggiata (essendo le due carreggiate simmetriche i valori calcolati possono essere riferiti ad entrambe le carreggiate).

CARICO	APPOGGI SPALLA FISSA - VALORI CARATTERISTICI DEGLI SCARICHI)								
	APPOGGIO B1 (Trave T1)			APPOGGIO B2 (Trave T2)			APPOGGIO B3 (Trave T3)		
	N_k [kN]	$V_{long,k}$ [kN]	$V_{trasv,k}$ [kN]	N_k [kN]	$V_{long,k}$ [kN]	$V_{trasv,k}$ [kN]	N_k [kN]	$V_{long,k}$ [kN]	$V_{trasv,k}$ [kN]
PESI PROPRI STRUTTURALI	829,23	0,00	0,00	866,63	0,00	0,00	829,23	0,00	0,00
CARICHI PERMANENTI PORTATI	392,89	0,00	0,00	194,67	0,00	0,00	112,09	0,00	0,00
CARICHI MOBILI (TRAFFICO E FOLLA)	823,46	0,00	0,00	1.018,54	0,00	0,00	823,46	0,00	0,00
AZIONE LONGITUDINALE DELLA FRENATURA	0,00	156,00	0,00	0,00	156,00	0,00	0,00	156,00	0,00
AZIONE TRASVERSALE DEL VENTO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,60	0,00	0,00	0,00

CARICO	APPOGGI SPALLA MOBILE - VALORI CARATTERISTICI DEGLI SCARICHI)								
	APPOGGIO A1 (Trave T1)			APPOGGIO A2 (Trave T2)			APPOGGIO A3 (Trave T3)		
	N_k [kN]	$V_{long,k}$ [kN]	$V_{trasv,k}$ [kN]	N_k [kN]	$V_{long,k}$ [kN]	$V_{trasv,k}$ [kN]	N_k [kN]	$V_{long,k}$ [kN]	$V_{trasv,k}$ [kN]
PESI PROPRI STRUTTURALI	829,23	0,00	0,00	866,63	0,00	0,00	829,23	0,00	0,00
CARICHI PERMANENTI PORTATI	392,89	0,00	0,00	194,67	0,00	0,00	112,09	0,00	0,00
CARICHI MOBILI (TRAFFICO E FOLLA)	823,46	0,00	0,00	1.018,54	0,00	0,00	823,46	0,00	0,00
AZIONE LONGITUDINALE DELLA FRENATURA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AZIONE TRASVERSALE DEL VENTO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,60	0,00	0,00	0,00

Sulla base degli scarichi sopra riportati, si riepilogano di seguito le azioni massime agenti sui diversi apparecchi d'appoggio per le condizioni statica e sismica:

SOTTOSTRUTTURA	APPOGGIO	TIPOLOGIA	DIREZIONE	STATO LIMITE ULTIMO - STR			STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA		
				N_{Sd} [kN]	$V_{long,Sd}$ [kN]	$V_{trasv,Sd}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	$V_{long,Sd}$ [kN]	$V_{trasv,Sd}$ [kN]
SPALLA B (FISSA)	B1	unidirezionale	trasversale	2.820,47	234,00	0,00	1.222,12	363,32	0,00
	B2	fisso	-	2.836,98	234,00	140,40	1.061,30	363,32	544,98
	B3	unidirezionale	trasversale	2.399,27	234,00	0,00	941,32	363,32	0,00
	B4	unidirezionale	trasversale	2.399,27	234,00	0,00	941,32	363,32	0,00
	B5	fisso	-	2.836,98	234,00	140,40	1.061,30	363,32	544,98
	B6	unidirezionale	trasversale	2.820,47	234,00	0,00	1.222,12	363,32	0,00
SPALLA A (MOBILE)	A1	multirezionale	-	2.820,47	0,00	0,00	1.222,12	0,00	0,00
	A2	unidirezionale	longitudinale	2.836,98	0,00	140,40	1.061,30	0,00	544,98
	A3	multirezionale	-	2.399,27	0,00	0,00	941,32	0,00	0,00
	A4	multirezionale	-	2.399,27	0,00	0,00	941,32	0,00	0,00
	A5	unidirezionale	longitudinale	2.836,98	0,00	140,40	1.061,30	0,00	544,98
	A6	multirezionale	-	2.820,47	0,00	0,00	1.222,12	0,00	0,00

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo	Foglio 268 di 273

21.2. Giunto di dilatazione sulla spalla mobile

Il dimensionamento dello scorrimento dei giunti e degli apparecchi di appoggio è stato effettuato nel modo di seguito descritto:

- Azioni statiche (spinta dei terreni e dei sovraccarichi a tergo della spalla, azione longitudinale della frenatura): dal calcolo è risultato uno spostamento longitudinale complessivo pari a **0,32 mm**. Lo spostamento longitudinale dovuto alle sole azioni permanenti è risultato pari a **0,16 mm**.
- Azioni termiche: il calcolo degli spostamenti dovuti alla variazione uniforme di temperatura dell'impalcato è stato effettuato considerando un coefficiente d'espansione termica $\alpha=1,20 \cdot 10^{-5}$ ed una differenza di temperatura di $\pm 25^{\circ}\text{C}$ rispetto alla condizione di riposo.
La lunghezza delle travi metalliche è pari a **39,0 m**; se ne ricava una dilatazione per effetto della termica longitudinale pari a:
 $\Delta L = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 39.000 \cdot 25 = 11,70 \text{ mm}$
- Azioni sismiche (sovrappinta dinamica dei terreni a tergo della spalla, azioni inerziali longitudinali della spalla, dell'impalcato e del terreno a tergo): dal calcolo è risultato uno spostamento sismico totale pari a **1,56 mm**.

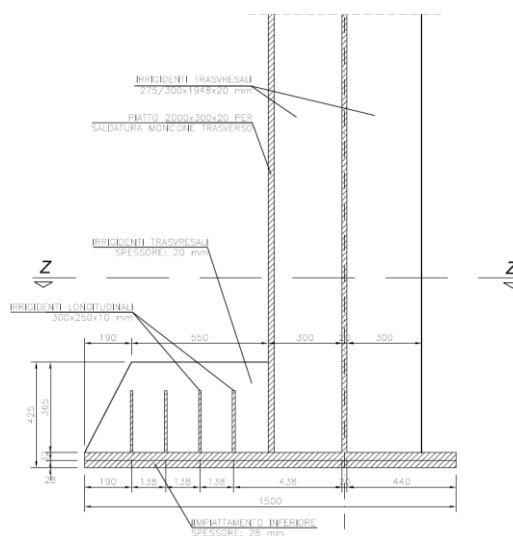
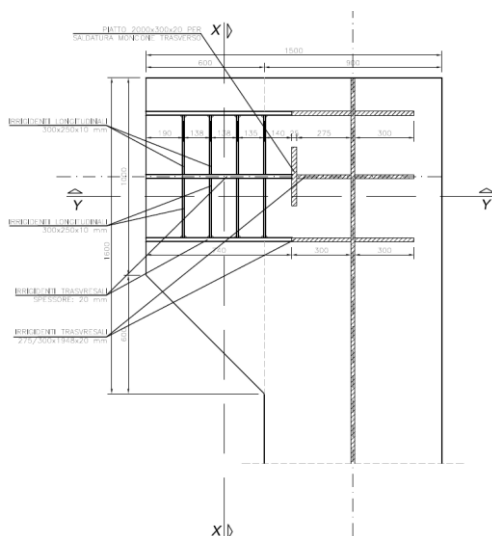
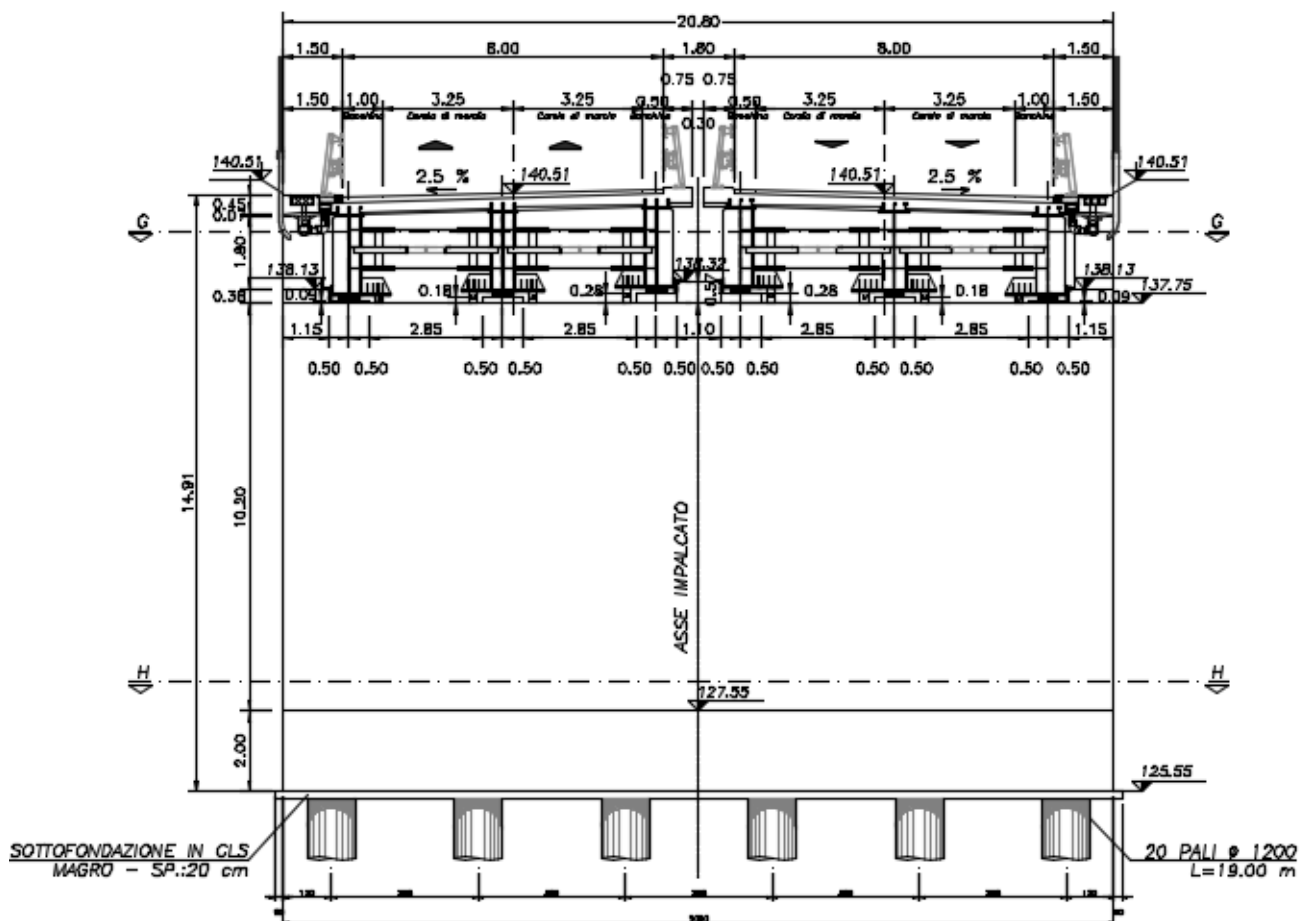
Di seguito è riportata la definizione degli spostamenti longitudinali massimi in fase statica e in fase sismica:

- FASE STATICA $\rightarrow u_1 = u_{st.tot} + u_{term} = 0,32 + 11,70 = 12,02 \text{ mm}$
- FASE SISMICA $\rightarrow u_2 = u_{st.perm} + u_{term} + u_{sism} = 0,16 + 11,70 + 1,56 = 13,43 \text{ mm}$

Pertanto si prescrive per i giunti e gli apparecchi di appoggio uno scorrimento minimo di **$\pm 20 \text{ mm}$** .

22. VERIFICA DELLE SELLE DI SOLLEVAMENTO

Per le operazioni di sollevamento dell'impalcato in occasione delle attività di manutenzione in corrispondenza delle testate delle travi principali vengono realizzate apposite selle metalliche irrigidite, al disotto delle quali verrà applicata la spinta dei martinetti oleodinamici.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Foglio Relazione di calcolo 270 di 273

22.1. Carichi assegnati

Dal capitolo relativo agli apparecchi d'appoggio si richiama la tabella relativa agli scarichi massimi sugli appoggi stessi:

CARICO	APPOGGI SPALLA FISSA - VALORI CARATTERISTICI DEGLI SCARICHI)								
	APPOGGIO B1 (Trave T1)			APPOGGIO B2 (Trave T2)			APPOGGIO B3 (Trave T3)		
	N _k [kN]	V _{long,k} [kN]	V _{trasv,k} [kN]	N _k [kN]	V _{long,k} [kN]	V _{trasv,k} [kN]	N _k [kN]	V _{long,k} [kN]	V _{trasv,k} [kN]
PESI PROPRI STRUTTURALI	829,23	0,00	0,00	866,63	0,00	0,00	829,23	0,00	0,00
CARICHI PERMANENTI PORTATI	392,89	0,00	0,00	194,67	0,00	0,00	112,09	0,00	0,00
CARICHI MOBILI (TRAFFICO E FOLLA)	823,46	0,00	0,00	1.018,54	0,00	0,00	823,46	0,00	0,00
AZIONE LONGITUDINALE DELLA FRENATURA	0,00	156,00	0,00	0,00	156,00	0,00	0,00	156,00	0,00
AZIONE TRASVERSALE DEL VENTO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,60	0,00	0,00	0,00

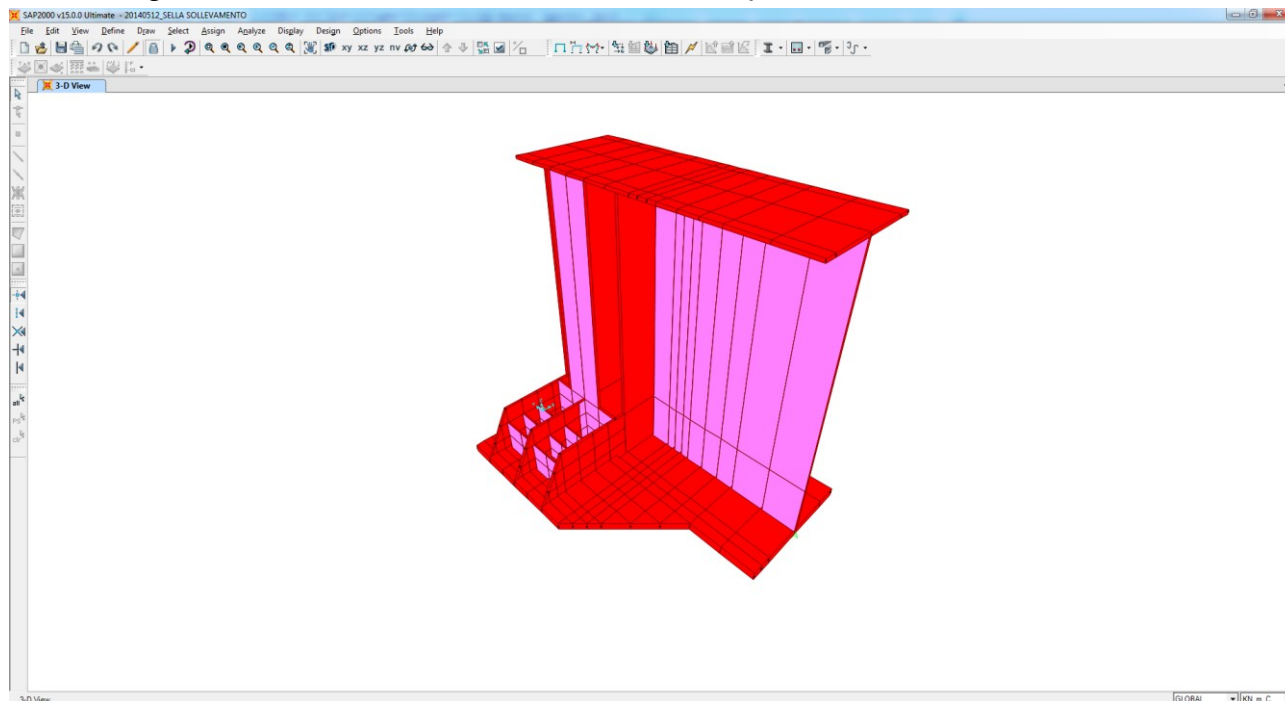
Il sollevamento in fase manutentiva avverrà esclusivamente sotto l'azione dei pesi propri e dei carichi permanenti portati. Il carico massimo di sollevamento viene dunque assunto pari a:

$$P_{\text{solli}} = 1,35 \times 829,23 + 1,50 \times 392,89 = 1.708,80 \text{ kN (sulle travi esterne – singolo martinetto)}$$

22.2. Definizione del modello di calcolo e dello schema statico adottato

Per la valutazione delle azioni sollecitanti è stato approntato un apposito modello di calcolo mediante il software agli elementi finiti SAP2000 v.15.1 (Computers & Structures, Inc.).

È stata modellata una porzione di trave principale con annessa la sella di sollevamento ed i relativi irrigidenti mediante elementi bidimensionali tipo "shell".

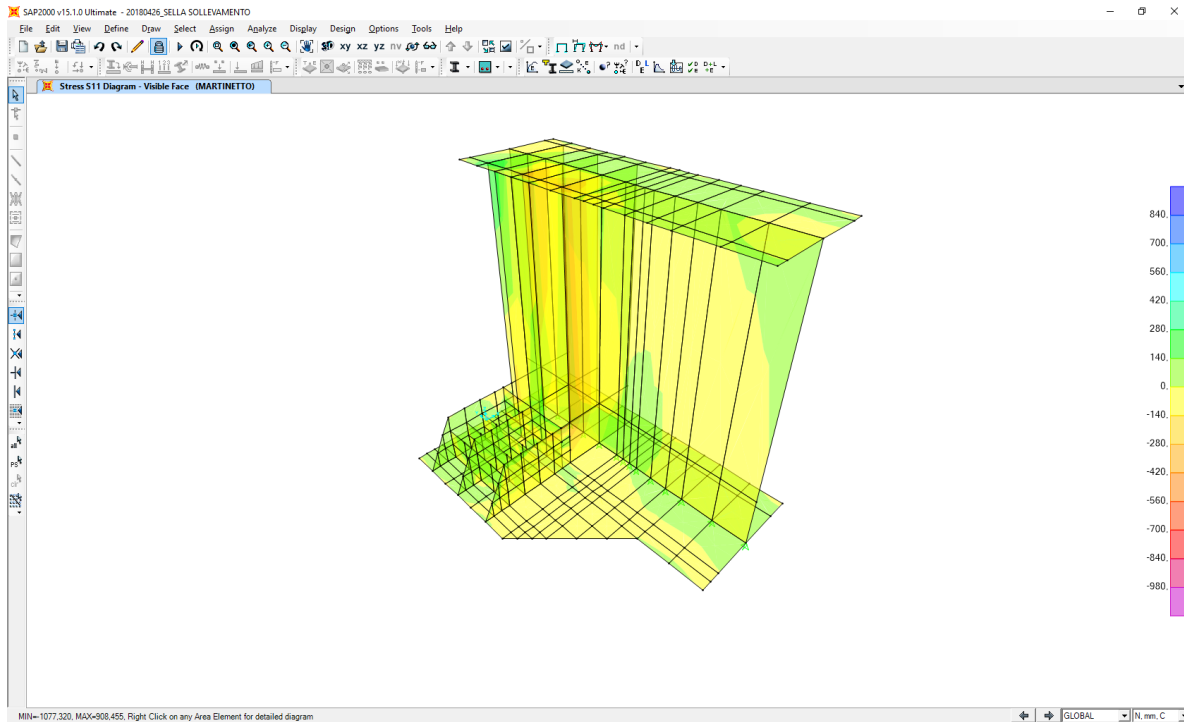


L'elemento è stato vincolato alla traslazione in corrispondenza dell'asse della trave, al fine di massimizzare l'effetto flettente del sollevamento.

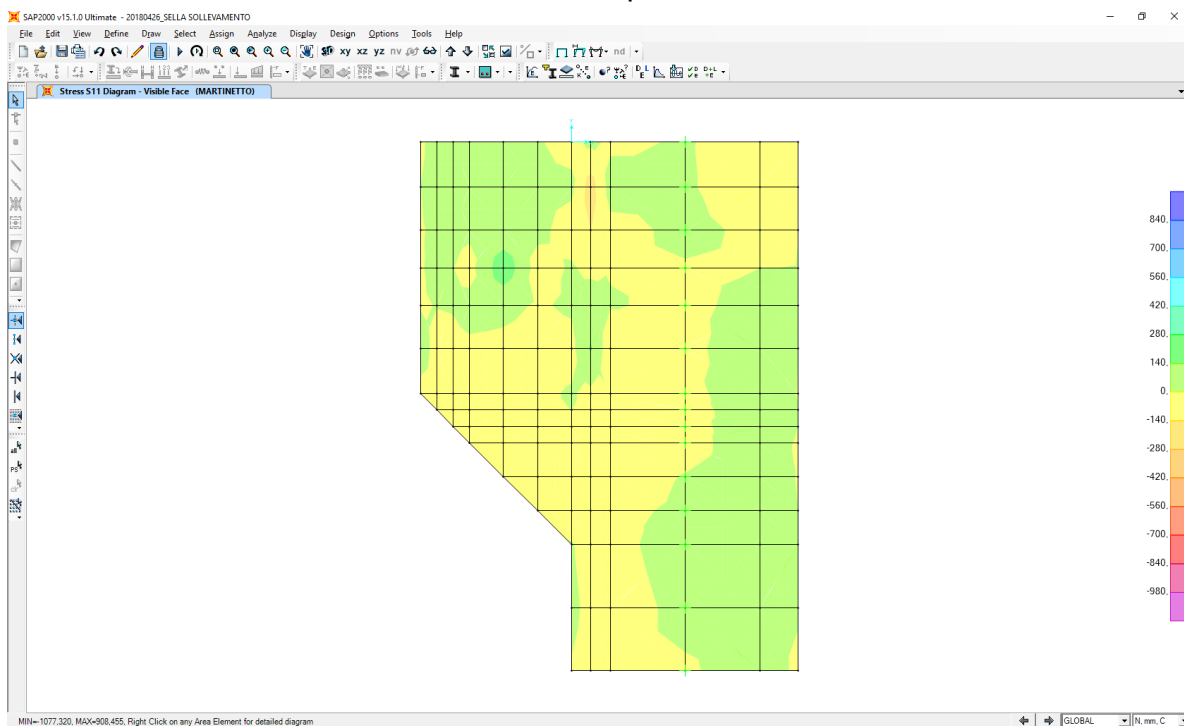
Tutti gli elementi sono stati modellati con le reali sezioni e spessori desumibili dagli elaborati grafici. Tutte le saldature sono state considerate a completa penetrazione.

22.3. Valutazione delle sollecitazioni e verifica

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento delle tensioni S11 (esprese in N/mm^2) determinate mediante il modello di calcolo:

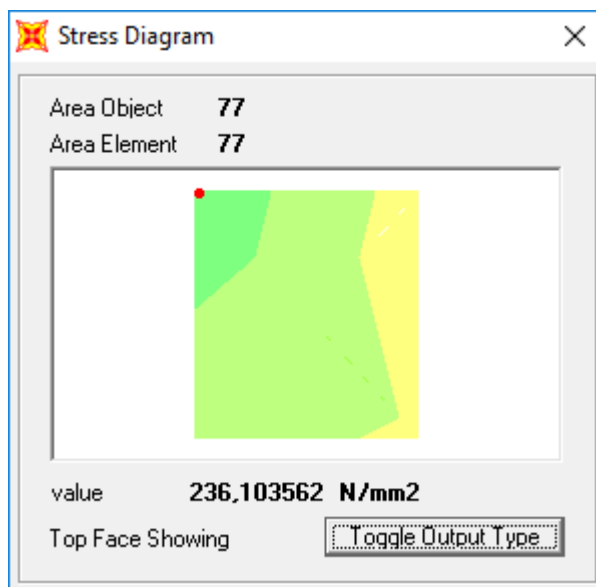


Nell'immagine successiva è riportato l'andamento delle tensioni S11 (esprese in N/mm^2) determinate mediante il modello di calcolo sulla piattabanda inferiore:

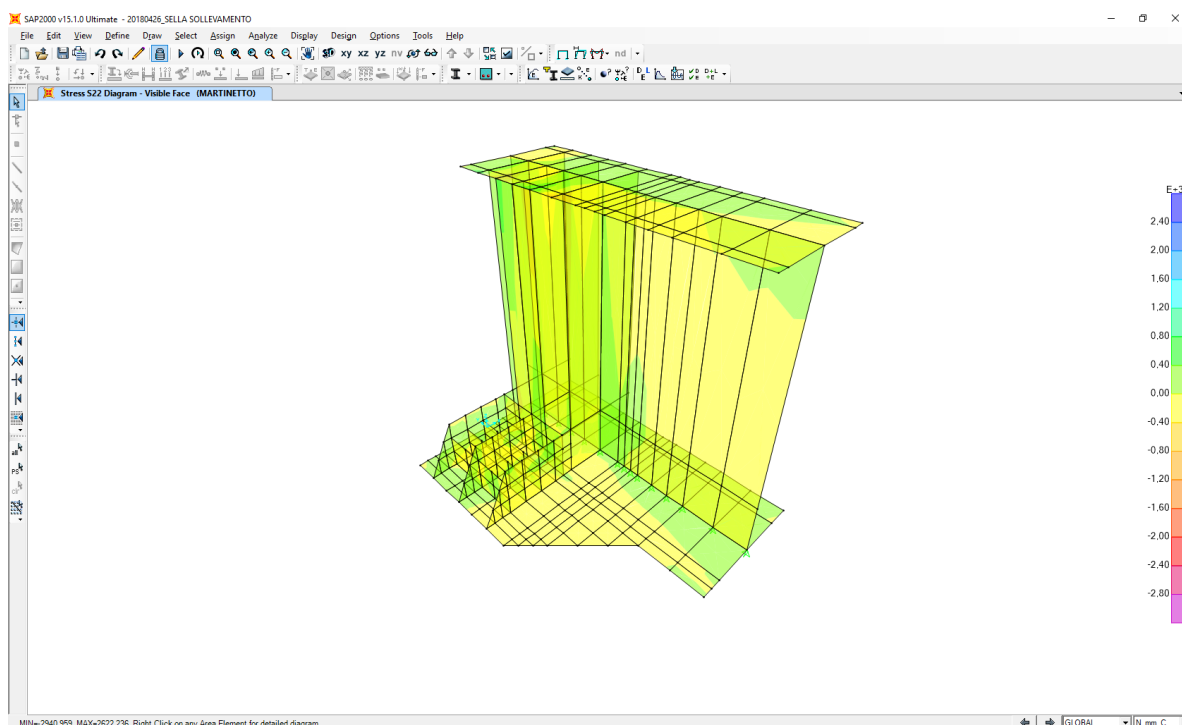


GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-001-A00.DOC Relazione di calcolo Foglio 272 di 273

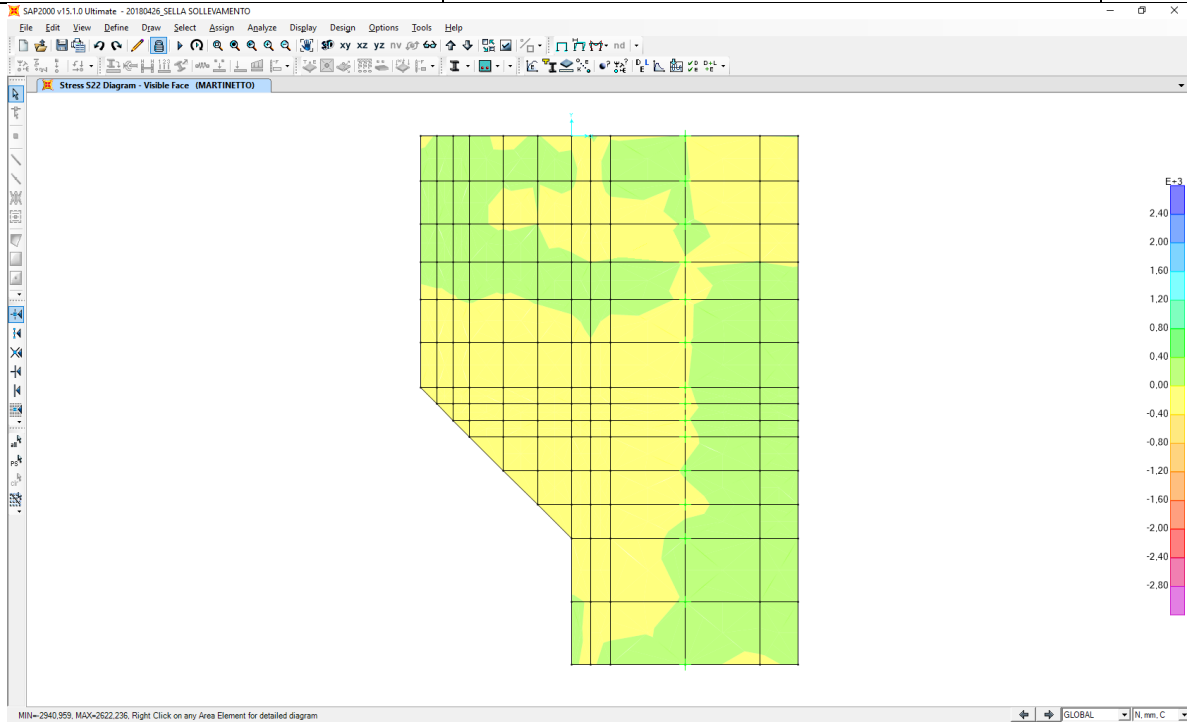
Nel dettaglio è riportato il valore massimo di tensione calcolato in corrispondenza del punto di applicazione del martinetto:



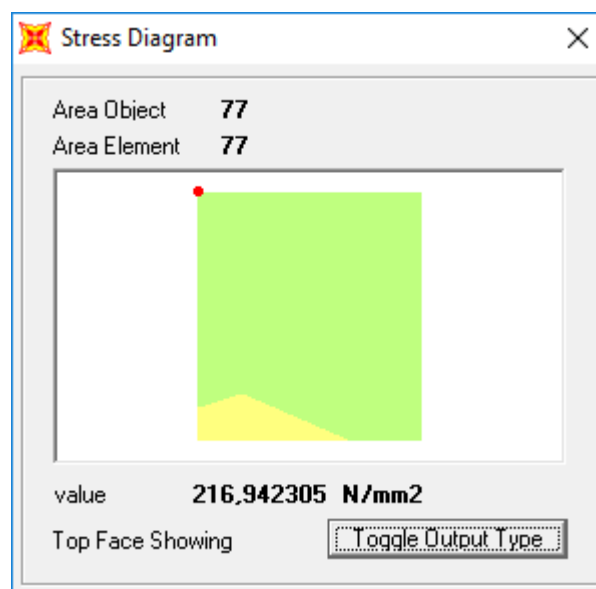
Nell'immagine successiva è riportato l'andamento delle tensioni S22 (espresse in N/mm²) determinate mediante il modello di calcolo:



Nell'immagine successiva è riportato l'andamento delle tensioni S22 (espresse in N/mm²) determinate mediante il modello di calcolo sulla piattabanda inferiore:



Nel dettaglio è riportato il valore massimo di tensione calcolato in corrispondenza del punto di applicazione del martinetto:



In nessun caso la tensione, come mostrato nelle immagini precedenti, è risultata superiore al limite minimo assunto pari a $f_{yd} = 338,09 \text{ N/mm}^2$.

La verifica risulta pertanto soddisfatta.