

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA

Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza

PROGETTO ESECUTIVO

PONTI E VIADOTTI

VIADOTTO MONTEBELLO VICENTINO DAL km 33+463,75 AL km33+722,75

IMPALCATO

Impalcato struttura mista 4 travi - relazione di calcolo

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio			
Ing. Giovanni MALAYENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503	Iricav Due ing. Paolo Carmona			
Data:	Data:			

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

I	N	1	7	1	2	E	I	2	C	L	V	I	2	1	0	5	0	0	1	B	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing. Alberto LEVORATO	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Apr.21	M.Proietti	Apr.21	G.Grimaldi	Apr.21	
B	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISVI2100001A	E.d.in	Lug.2022	M. Proietti	Lug.2022	G. Grimaldi	Lug.2022	

CIG. 8377957CD1

CUP: J41E91000000009

File: IN1712EI2CLVI2105001B

Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

INDICE

1	PREMESSA.....	6
1.1	Assunzioni per analisi e verifiche.....	9
2	RIFERIMENTI.....	10
2.1	Normative di riferimento.....	10
2.2	Elaborati di riferimento.....	10
3	VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITA' DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 14/01/2008)	11
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	12
4.1	Calcestruzzo gettato in opera.....	12
4.2	Carpenteria metallica.....	13
4.3	Predalle (senza funzioni strutturali).....	14
4.4	Velette prefabbricate.....	14
4.5	Classe di esecuzione.....	15
5	ANALISI DEI CARICHI.....	16
5.1	Carichi permanenti strutturali (G1).....	16
5.2	Carichi permanenti non strutturali (G2).....	16
5.3	Azioni verticali da traffico (Qv).....	17
5.3.1	Modelli di Carico.....	17
5.3.2	Effetti dinamici.....	18
5.3.3	Eccentricità dei carichi verticali.....	19
5.4	Azioni orizzontali da traffico.....	19
5.4.1	Forza centrifuga (Qt).....	19
5.4.2	Azione laterale di serpeggio (Qs).....	22
5.4.3	Azione di avviamento e frenatura (Qla e Qlb).....	22
5.5	Azioni del vento (Q5).....	22
5.6	Azione del vento durante fasi di montaggio (Q5_m).....	24
5.7	Azioni della temperatura (Q7).....	27
5.8	Ritiro (ϵ_2) e Viscosità (ϵ_3).....	27
5.9	Cedimenti vincolari (ϵ_4).....	29
5.10	Azione sismica (E).....	29
5.10.1	Vita nominale.....	29
5.10.2	Classe d'uso.....	29
5.10.3	Periodo di riferimento per l'azione sismica.....	30
5.10.4	Parametri per la definizione degli spettri.....	30

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

5.10.5	Categoria di sottosuolo	31
5.10.6	Condizioni topografiche	31
5.10.7	Spettro di risposta elastico in accelerazione	32
5.10.8	Spettri di progetto in accelerazione	34
6	COMBINAZIONI DI CARICO.....	37
6.1	Stato limite Ultimo	37
6.2	Stato limite di Esercizio.....	39
6.3	Stato limite di Fatica.....	39
7	ANALISI GLOBALI DI IMPALCATO	40
7.1	Modello di calcolo	40
7.1.1	Software di calcolo.....	40
7.1.2	Analisi per carichi permanenti.....	40
7.1.3	Analisi per carichi variabili	44
7.1.4	Analisi sismiche	46
7.1.5	Modellazione degli appoggi	48
7.2	Descrizione dei casi di carico implementati nel software	50
7.3	Risultati delle analisi globali	54
7.3.1	Analisi modale.....	54
7.3.2	Diagrammi delle sollecitazioni elementari nelle travi	56
8	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IMPALCATO	66
8.1	Descrizione delle sezioni e dei conci delle travi principali	66
8.2	Larghezza efficace della soletta	75
8.3	Coefficienti di omogeneizzazione della soletta	77
8.4	Caratteristiche geometriche lorde delle sezioni delle travi	77
8.5	Elementi secondari dell'impalcato	87
9	VERIFICA DELLE TRAVI PRINCIPALI DI IMPALCATO	88
9.1	Classificazione delle sezioni	89
9.2	Instabilità locale. Metodo delle larghezze efficaci.....	92
9.3	Shear Lag nelle piattabande.....	98
9.4	Verifiche sezionali SLU	100
9.4.1	Verifica SLU a presso/tenso-flessione.....	100
9.4.2	Verifica SLU per instabilità a taglio dell'anima.....	102
9.4.3	Verifica SLU di interazione taglio-momento.....	104
9.4.4	Verifica SLU delle saldature di composizione	106
9.4.5	Verifica SLU dei connettori trave-soletta	108
9.4.6	Verifica SLU dell'armatura trasversale in soletta	113
9.4.7	Risultati delle verifiche sezionali SLU	115
9.5	Verifiche sezionali SLE	122

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

9.5.1	Verifica dello stato limite di limitazione delle tensioni	122
9.5.2	Verifica dello stato limite di apertura delle fessure	126
9.5.3	Verifica SLE dei connettori trave-soletta.....	128
9.5.4	Risultati delle verifiche sezionali SLE	129
9.6	Verifiche a fatica	135
9.6.1	Coefficiente di sicurezza per le verifiche a fatica.....	135
9.6.2	Classe dei dettagli.....	135
9.6.3	Influenza dello spessore	137
9.6.4	Verifica a danneggiamento	138
9.6.5	Verifica a danneggiamento dei pioli.....	140
9.6.6	Risultati delle verifiche a fatica	141
9.7	Riepilogo dei risultati delle verifiche delle travi	147
10	VERIFICA DEGLI IRRIGIDIMENTI D'ANIMA	148
10.1	Verifica degli irrigidimenti longitudinali.....	148
10.2	Verifica degli irrigidimenti trasversali	150
11	VERIFICA DEI CONTROVENTI INFERIORI E DEI DIAFRAMMI.....	154
11.1	Criteri di verifica	154
11.2	Verifica dei controventi inferiori di torsione	159
11.3	Verifica dei diagonali.....	163
11.4	Verifica delle briglie superiori.....	166
11.5	Verifica delle briglie inferiori.....	170
11.6	Verifica delle saldature tra piastra di collegamento e anima della trave	173
11.7	Riepilogo dei tassi di sfruttamento delle aste	176
12	VERIFICA DEI CONTROVENTI SUPERIORI DI MONTAGGIO.....	177
12.1	Analisi per azione del vento.....	177
12.2	Effetto dell'instabilità della piattabanda superiore	178
12.3	Verifica dei controventi superiori.....	182
13	VERIFICHE DEL DIAFRAMMA DI APPOGGIO.....	185
13.1	Sollecitazioni sul diaframma di appoggio	185
13.1.1	Condizione di sollevamento	192
13.2	Verifiche sezionali SLU	195
13.2.1	Verifica della sezione a "doppio T"	195
13.2.2	Verifica SLU delle saldature di composizione	198
13.2.3	Verifica SLU dei connettori trave-soletta e dell'armatura trasversale.....	199
13.3	Verifiche sezionali SLE	200
13.3.1	Verifica dello stato limite di apertura delle fessure	200
13.3.2	Verifica dello stato limite di limitazione delle tensioni	201
13.3.3	Verifica SLE dei connettori trave-soletta.....	202

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

13.4	Verifica del giunto bullonato.....	203
14	VERIFICHE IN DEFORMABILITÀ.....	210
14.1	Verifiche per stati limite di servizio del traffico ferroviario.....	210
14.1.1	Accelerazione verticale dell'impalcato	211
14.1.2	Deformazioni torsionali dell'impalcato	211
14.1.3	Inflessione nel piano orizzontale dell'impalcato.....	212
14.1.4	Inflessione nel piano verticale dell'impalcato.....	213
14.2	Verifiche per stato limite di comfort dei passeggeri	215
14.3	Riepilogo delle verifiche	216
15	CALCOLO DELLA CONTROFRECCIA	217
16	APPOGGI, VARCHI, GIUNTI E RITEGNI SISMICI.....	218
16.1	Azioni sugli appoggi	218
16.2	Varchi e giunti	222
16.3	Ritegni sismici	224
16.3.1	Ritegno longitudinale	224
16.3.2	Ritegno trasversale	226
16.4	Sistema anti-sollevamento.....	228
16.4.1	Verifica dell'ancoraggio.....	230
16.4.2	Verifica della piastra di base	239
16.4.3	Verifiche nella zona di battuta.....	240
17	VERIFICHE DEGLI IRRIGIDIMENTI NELLA ZONA DI APPOGGIO E AL MARTINETTO	243
17.1	Irrigidimenti sull'appoggio	243
17.2	Irrigidimenti sul martinetto.....	246
18	ANALISI LOCALI E VERIFICHE DELLA SOLETTA	251
18.1	Calcolo degli effetti locali	251
18.2	Sollecitazioni in fase 1 e verifica dei tralici delle predalle	252
18.3	Sollecitazioni elementari in fase 2 e 3	257
18.3.1	Carichi permanenti strutturali (g1)	258
18.3.2	Carichi permanenti non strutturali (g2)	259
18.3.3	Carichi variabili da traffico.....	262
18.3.4	Effetti globali	274
18.3.5	Azione del vento	276
18.3.6	Carico sui marciapiedi.....	281
18.3.7	Azioni eccezionali: deragliamenti al di sopra del ponte	283
18.4	Combinazioni di carico e sollecitazioni di progetto	287
18.4.2	Sollecitazioni di progetto per la condizione "senza barriere"	290
18.4.3	Sollecitazioni di progetto per la condizione "con barriere"	294
18.5	Calcolo delle armature e verifiche	298

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

18.5.1	Verifica dell'armatura a flessione di base	299
18.5.2	Verifica dell'armatura a flessione aggiuntiva sullo sbalzo	306
18.5.3	Verifica per SLU a taglio	308
18.6	Calcolo e verifica cordolo.....	310
18.7	Calcolo e verifica della soletta in corrispondenza del palo TE	311
18.7.1	Modello di calcolo e risultati	311
18.8	Calcolo e verifica della veletta	322
Allegato A	ELENCO DELLE COMBINAZIONI DI CARICO	329
A.1	Combinazioni di carico per le verifiche delle travi.....	329
A.2	Combinazioni di carico per le verifiche delle aste di diaframmi e controventi inferiori	334
Allegato B	VERIFICHE SLU DELLE TRAVI DI IMPALCATO - VERIFICHE IN FORMA ESTESA E TABULATI DI VERIFICA	339
B.1	Verifiche del concio "sezione tipo 1"	342
B.2	Verifiche del concio "sezione tipo 2"	349
B.3	Verifiche del concio "sezione tipo 3"	357
Allegato C	VERIFICHE SLE DELLE TRAVI DI IMPALCATO - VERIFICHE IN FORMA ESTESA E TABULATI DI VERIFICA	368
Allegato D	VERIFICHE A FATICA DELLE TRAVI DI IMPALCATO - TABULATI DI VERIFICA.....	376
Allegato E	VERIFICHE DEI DIAFRAMMI E DEI CONTROVENTI INFERIORI – TABULATI DI VERIFICA.....	381
Allegato F	VERIFICHE INTEGRATIVE DEL DIAFRAMMA DI APPOGGIO.....	389
F.1	Verifiche sezionali SLU	389
F.2	Verifica a taglio SLU nella sezione forata.....	393
Allegato G	VERIFICHE FLESSIONALI DELLA SOLETTA	394
G.1	Sezione A – sezione corrente (armatura ordinaria).....	394
G.2	Sezione A – sezione al montante della barriera (con armatura aggiuntiva).....	400
G.3	Sezione B.....	406
G.4	Sezione C	412
G.5	Sezione D	421
Allegato H	CONFRONTO DEI RISULTANTI OTTENUTI DAI MODELLI CON DIVERSO INTERVIA	428
H.1	Analisi globali per carichi permanenti	428
H.2	Analisi globali per carichi variabili da traffico	431
H.3	Analisi locali per il calcolo della soletta.....	434

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento e la verifica dell'impalcato ferroviario a struttura mista in semplice appoggio facente parte del **Viadotto Montebello Vicentino**, anche noto come **VI21**. L'opera si inserisce all'interno della linea AV/AC Torino – Venezia, tratta Verona – Padova, lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza.

Il tratto di linea in cui ricade l'impalcato oggetto di analisi presenta intervallata pari a **4.2m**, una velocità di percorrenza massima pari a **220km/h** con raggio di curvatura pari a **2500m** e un sovralzato del binario pari a **130mm**.

La sovrastruttura ferroviaria è costituita da vasca portaballast, due binari, canaline porta cavi, parapetto e tutto ciò che compete l'elettrificazione della linea. È stata inoltre prevista la possibilità di installare barriere antirumore.

L'impalcato è costituito da una struttura mista formata da quattro travi portanti longitudinali con luce netta degli appoggi pari a 38m e con una lunghezza totale di 40m; superiormente troviamo la soletta in calcestruzzo con una larghezza di piattaforma pari a **13.1m**, resa collaborante mediante connettori di tipo piolo Nelson. Le travi sono collegate tra loro da elementi asta che vanno a costituire le briglie, sia inferiori che superiori, i diagonali e i controventi inferiori e superiori.

Altre caratteristiche geometriche sono visibili nelle immagini che seguono e nella descrizione geometrica dell'impalcato riportata al §8.

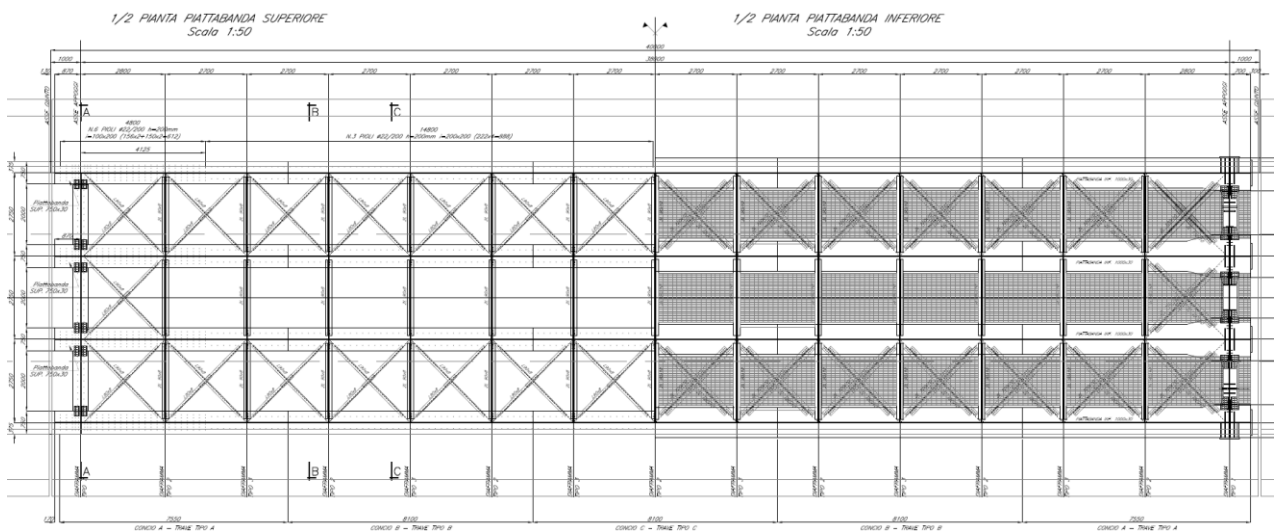


Figura 1 – Vista in pianta dell'impalcato

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Gli apparecchi d'appoggio sono disposti con il convenzionale schema di vincolo fisso-mobile. In una delle due estremità delle travi, quella "lato fisso", sono presenti due apparecchi d'appoggio fissi (sotto le due travi centrali) e due apparecchi d'appoggio multidirezionali (sotto le due travi esterne). Nell'altra estremità, quella "lato mobile", è presente un apparecchio d'appoggio unidirezionale longitudinale (sotto una delle due travi interne) e tre apparecchi d'appoggio multidirezionali.

Nell'immagine seguente si riporta lo schema appoggi adottato.



Figura 4 – Schema appoggi

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

1.1 Assunzioni per analisi e verifiche

Sul lotto oggetto di progettazione, risultano presenti diversi viadotti il cui sviluppo prevede, laddove necessario, l'utilizzo della campata con quattro travi a struttura mista oggetto di verifica nel presente documento. Tali viadotti risultano avere caratteristiche differenti in quanto a velocità di percorrenza, in quanto ai raggi di curvatura e conseguenti sovralti della piattaforma ferroviaria e in quanto alla larghezza dell'intervia, la cui diretta conseguenza è sulle dimensioni trasversali della soletta in calcestruzzo.

Nella tabella seguente si riportano le principali differenze tra le caratteristiche assegnate ai gruppi di modelli corrispondenti ai tre diversi intervvia presenti sulla linea (4.00m, 4.20m e 4.50m)

ASSUNZIONI NEI MODELLI					
Descrizione [-]	Velocità [km/h]	Raggio [m]	Sovralzo [mm]	B soletta [m]	B vasca [m]
4Travi - i=4.50	250	3400	120	13.40	9.50
4Travi - i=4.20	220	2500	130	13.10	9.00
4Travi - i=4.00	130	2200	47	12.60	8.50

Tabella 1 – Assunzioni nei due modelli con diversa intervvia

Le analisi globali e locali, e quindi le verifiche, sono state effettuate con riferimento all'impalcato tipologico con intervvia 4.50m, per la cui descrizione si rimanda al capitolo 8.

Tale approccio risulta essere a favore di sicurezza, in quanto le sollecitazioni ottenute dai modelli con intervvia 4.50m sono risultate essere complessivamente maggiori rispetto a quelle ottenute dai modelli con intervvia 4.00m e 4.20m.

Si riporta in Allegato H il confronto tra le sollecitazioni ottenute dai tre gruppi di modelli citati.

A partire dal capitolo seguente, dove non diversamente specificato, si fa riferimento sempre all'impalcato con intervvia 4.50m descritto in Tabella 1.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

2 RIFERIMENTI

2.1 Normative di riferimento

- [1] *Decreto ministeriale 14 Gennaio 2008.*
- [2] *RFIDTCSIPSMIFS001B - Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - Sezione 2.*
- [3] *UNI EN 1992-1-1 Design of concrete structures -General - Common rules for building and civil engineering structures.*
- [4] *UNI EN 1993-1-5 Design of steel structures - Plated structural elements.*
- [5] *UNI EN 1994-2 Design of composite steel and concrete structures - General rules and rules for bridges.*
- [6] *UNI EN 1993-1-1 Design of steel structures - General rules and rules for buildings.*
- [7] *Circolare 2 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP..*
- [8] *UNI EN 1993-1-8 Design of steel structures - Design of Joints.*
- [9] *UNI EN 1993-1-9 Design of steel structures - Fatigue.*
- [10] *UNI EN 1993-2 Design of steel structures - Steel bridges.*
- [11] *UNI EN 1992-2.*
- [12] *UNI EN 1994-1-1 Design of composite steel and concrete structures - General rules and rules for buildings.*

2.2 Elaborati di riferimento

- IN1710EI2CLVI0005006A Relazione di calcolo impalcato a struttura mista 4 travi 40m, i=4,5m
- IN1710EI2CLVI0005009A Analisi dinamica impalcato a struttura mista 4 travi 40m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

3 VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITA' DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 14/01/2008)

Le analisi della struttura sono state condotte con un programma agli elementi finiti (MIDAS).

L'affidabilità del codice di calcolo è confermata dai test di validazione allegati alla release del programma e dalla sua ampia diffusione che lo pone tra i software specialistici standard previsti dalla specifica tecnica Italferr PPA.0002851.

I risultati ottenuti sono stati considerati attendibili dallo scrivente a fronte di verifiche condotte con metodi semplificati o con altri codici di calcolo nonché dal confronto critico con i risultati presentati dai documenti di progettazione definitiva.

Lo schema statico è di trave appoggiata e la tipologia di impalcato rientra negli standard tipologici adottata da RFI. Il calcolo a graticcio condotto è stato verificato con metodi semplificati di ripartizione trasversale dei carichi (metodo dei trasversi rigidi) applicabile in funzione dei rapporti geometrici dell'impalcato e del numero dei traversi presenti.

Il confronto tra i risultati del PE con quelli del PD è stato criticamente eseguito al fine di validare i valori ottenuti.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Tutte le caratteristiche e le proprietà dovranno essere conformi a quanto previsto dal Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili RFI.

Tutti i materiali dovranno essere corredati di certificati e documenti di tracciabilità.

Si riportano di seguito le caratteristiche fisiche e meccaniche.

4.1 Calcestruzzo gettato in opera

CALCESTRUZZO SOLETTA IMPALCATO

- Classe di resistenza minima C32/40
- Tipo cemento CEM I÷V
- Rapporto A/C: ≤ 0.50
- Classe minima di consistenza: S4
- Classe di esposizione ambientale: XC3
- Copriferro = 35 mm
- Diametro massimo inerti: 20 mm

CALCESTRUZZO PARABALLAST E CORDOLI IMPALCATO

- Classe di resistenza minima C32/40
- Tipo cemento CEM I÷V
- Rapporto A/C: ≤ 0.50
- Classe minima di consistenza: S4
- Classe di esposizione ambientale: XC4 + XF1
- Copriferro = 45 mm
- Diametro massimo inerti: 20 mm

ACCIAIO ORDINARIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

In barre e reti elettrosaldate

B450C saldabile che presenta le seguenti caratteristiche:

- Tensione di snervamento caratteristica $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
 - Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- $1.15 \leq f_{tk} / f_{yk} \leq 1.35$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

4.2 Carpenteria metallica

ACCIAIO

- Acciaio S355J0 UNI EN 10025 Per profilati e lamiera
- Acciaio S355J2 UNI EN 10025 Per travi ed elementi saldati
- Acciaio S235 JR + C450 ST37/3K $f_y \geq 350 \text{ N/mm}^2$ $f_m \geq 450 \text{ N/mm}^2$ EN 13918 Per pioli

APPARECCHI DI APPOGGIO

SI rimanda agli elaborati specifici di dettaglio e al "Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili" di RFI, (Parte II – Sezione 12 Ponti, Viadotti, Sottovia e Cavalcavia).

BULLONI

- Viti classe 10.9-8.8 UNI EN ISO 898-1, UNI EN 14399-4
- Dadi classe 10-8 UNI EN 20898-2, UNI 14399-4
- Rosette Acciaio C 50 UNI EN 10083-2, temperato e rinvenuto HRC 32÷40, UNI EN 14399-6
- Piastrine Acciaio C 50 UNI EN 10083-2, temperato e rinvenuto HRC 32÷40, UNI EN 14399-6

Gioco foro bullone – strutture principali:

- 0.3 mm (compresa tolleranza della vite)

Gioco foro bullone – grigliati e strutture provvisorie

- Bullone fino a M20 +1 mm (compresa tolleranza vite)
- Bullone oltre a M20 +1.5 mm (compresa tolleranza vite)

SALDATURE

Secondo: "Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili" di RFI, (Parte II – Sezione 12 Ponti, Viadotti, Sottovia e Cavalcavia).

VERNICIATURA

Secondo: "Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili" di RFI, (Parte II – Sezione 12 Ponti, Viadotti, Sottovia e Cavalcavia).

NOTE GENERALI

Approvvigionamento, collaudo e controllo delle lavorazioni di officina dei materiali, nonché controlli da eseguire durante l'accettazione provvisoria e montaggio in opera della struttura, in accordo al Capitolato Generale Tecnico delle opere Civili di RFI "parte II sezione 6 e sezione 12".

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

4.3 Predalle (senza funzioni strutturali)

CALCESTRUZZO PREDALLE

- Classe di resistenza minima C35/45
- Tipo cemento CEM I÷V
- Rapporto A/C: ≤ 0.50
- Classe minima di consistenza: S4
- Classe di esposizione ambientale: XC3
- Copriferro = 35 mm
- Diametro massimo inerti: 20 mm

ACCIAIO ORDINARIO PER PREDALLE

In barre e reti elettrosaldate

B450C saldabile che presenta le seguenti caratteristiche:

- Tensione di snervamento caratteristica $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
 $1.15 \leq f_{tk} / f_{yk} \leq 1.35$

4.4 Velette prefabbricate

CALCESTRUZZO VELETTE PREFABBRICATE

- Classe di resistenza minima C35/45
- Tipo cemento CEM I÷V
- Rapporto A/C: ≤ 0.50
- Classe minima di consistenza: S4
- Classe di esposizione ambientale: XC4 + XF1
- Copriferro = 35 mm
- Diametro massimo inerti: 20 mm

ACCIAIO ORDINARIO PER VELETTE PREFABBRICATE

In barre e reti elettrosaldate

B450C saldabile che presenta le seguenti caratteristiche:

- Tensione di snervamento caratteristica $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
 $1.15 \leq f_{tk} / f_{yk} \leq 1.35$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

4.5 Classe di esecuzione

Tutti gli elementi lavorati dovranno essere controllati ed accettati in accordo al Capitolato Generale Tecnico delle opere Civili di RFI “parte II sezione 6 e sezione 12” e alla UNI EN 1090-2 (**classe di esecuzione EXC3** eccetto camminamenti e grigliati per i quali, come previsto sull’appendice B, si può utilizzare classe di esecuzione EXC2).

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

5 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente capitolo si riporta l'analisi dei carichi agenti sull'impalcato.

5.1 Carichi permanenti strutturali (G1)

Il carico dovuto al peso proprio dei vari elementi strutturali che compongono l'opera è stato valutato direttamente dal modello di calcolo, assegnando un peso per unità di volume pari a 25kN/m^3 per gli elementi in calcestruzzo e 78.5kN/m^3 per gli elementi in acciaio. Il peso dell'acciaio è stato quindi incrementato del 10% (86.35kN/m^3) per tener conto del peso aggiuntivo di giunti, coprigiunti, pioli ed altre parti di carpenteria non direttamente modellate. Il peso corrispondente agli irrigidimenti trasversali e longitudinali presenti sulle travi e sul traverso di appoggio è stato considerato attraverso l'applicazione di carichi nodali e/o distribuiti.

Il peso della soletta è stato calcolato considerando uno spessore di 0.3775 m, pari alla media tra lo spessore massimo di 0.422m presente in asse impalcato e lo spessore minimo di 0.333m presente sui fili interni dei cordoli.

Si riportano di seguito i pesi per unità di lunghezza relativi alla parte metallica e alla parte in calcestruzzo dell'impalcato:

Carpenterie metalliche (dato ricavato dal modello numerico)	53.80 kN/m
Soletta e predalles ($0.3775\text{ m} \times 13.40\text{ m} \times 25\text{ kN/m}^3$)	126.5 kN/m

5.2 Carichi permanenti non strutturali (G2)

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi permanenti non strutturali:

Massicciata, armamento e impermeabilizzazione	$20\text{ kN/m}^3 \times 0.8\text{ m} \times 9.09\text{ m}$	145.4	kN/m
Muretti parballast	$2 \times 25\text{ kN/m}^3 \times 0.705\text{ m} \times 0.205\text{ m}$	7.2	kN/m
Canalette portacavi	$2 \times 3\text{ kN/m}$	6.0	kN/m
Camminamento	$0.5\text{ kN/m}^2 \times 5.0\text{ m}$	2.5	kN/m
Cordoli	$2 \times 25\text{ kN/m}^3 \times 0.55\text{ m} \times 0.19\text{ m}$	5.2	kN/m
Velette	$2 \times 25\text{ kN/m}^3 \times 0.178\text{ m}^2$	8.9	kN/m
Barriere antirumore	$2 \times 4\text{ kN/m}^2 \times 4\text{ m}$	32.0	kN/m
TOTALE g2		207.2	kN/m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

5.3 Azioni verticali da traffico (Q_v)

I carichi verticali associati al traffico ferroviario sono stati valutati in accordo con quanto indicato nelle NTC [1].

5.3.1 Modelli di Carico

Si riportano di seguito i modelli di carico così come definiti in normativa.

I valori dei carichi di seguito specificati sono stati amplificati con i relativi coefficienti di adattamento “ α ” indicati successivamente per ognuno dei modelli di carico.

Modello di Carico LM71

Questo treno di carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale come mostrato nella Figura 5 e risulta costituito da:

- Quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;
- Carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

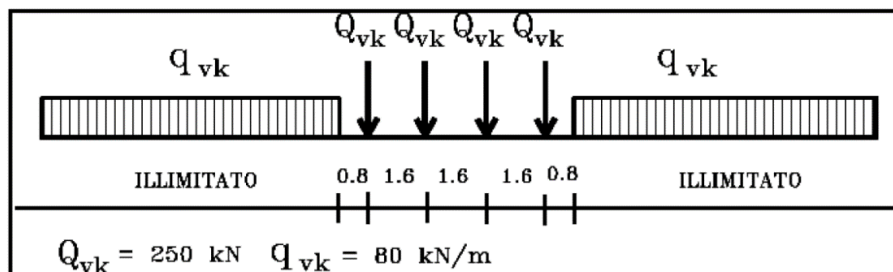


Figura 5 – Modello di Carico LM71

Per questo modello di carico è prevista una eccentricità del carico rispetto all'asse del binario, dipendente dallo scartamento s , per tenere conto dello spostamento dei carichi; pertanto, essa è indipendente dal tipo di struttura e di armamento. Tale eccentricità è calcolata sulla base del rapporto massimo fra i carichi afferenti a due ruote appartenenti al medesimo asse $Q_{v2}/Q_{v1}=1.25$, essendo Q_{v1} e Q_{v2} i carichi verticali delle ruote di un medesimo asse, e risulta quindi pari a $s/18$ con $s= 1435$ mm; questa eccentricità deve essere considerata nella direzione più sfavorevole.

Il carico distribuito presente alle estremità del treno tipo LM71 deve segmentarsi al di sopra dell'opera andando a caricare solo quelle parti che forniscono un incremento del contributo ai fini della verifica dell'elemento per l'effetto considerato. Questa operazione di segmentazione non va effettuata per i successivi modelli di carico SW che devono essere considerati sempre agenti per tutta la loro estensione.

Il valore del coefficiente di adattamento “ α ” da adottarsi per il modello di carico LM71 nella progettazione di ferrovie ordinarie è pari a 1,1.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001 B

Modelli di Carico SW

Il modello di carico SW è illustrato in Figura 6; per tale modello di carico, sono considerate due distinte configurazioni denominate SW/0 ed SW/2.

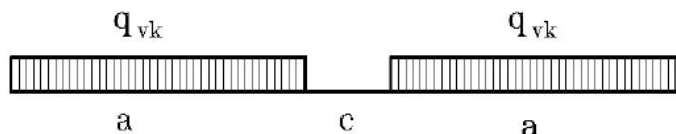


Figura 6 – Modello di Carico SW

Il modello di carico SW/0 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale per travi continue (esso andrà utilizzato solo per le travi continue qualora più sfavorevole dell'LM71).

Il modello di carico SW/2 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante.

Le caratterizzazioni di entrambe queste configurazioni sono indicate nella tabella seguente.

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

Tabella 2 – Caratteristiche Modelli di Carico SW

Il valore del coefficiente di adattamento “ α ” da adottarsi nella progettazione delle ferrovie ordinarie è pari, rispettivamente, a 1,1 per il modello di carico SW/0 ed a 1,0 per il modello di carico SW/2.

Poiché il viadotto in esame è caratterizzato da una serie di campate appoggiate consecutive, sono stati considerati i soli modelli di carico LM71 e SW/2.

5.3.2 Effetti dinamici

Gli effetti dinamici associati al passaggio di un convoglio ferroviario sono stati presi in conto nel calcolo attraverso l'applicazione del metodo statico semplificato indicato nel MDP RFI [2], il quale consiste nell'amplificare i carichi LM71 e SW attraverso coefficienti correttivi Φ .

Poiché non è garantito il soddisfacimento dei requisiti richiesti al §2.5.1.4.1.4 del MDP RFI [1], sono state eseguite in aggiunta le analisi dinamiche, per le quali si rimanda al documento IN1710EI2CLVI0005009A.

Si riporta di seguito il calcolo del coefficiente dinamico Φ_2 (elevato standard manutentivo) per i diversi elementi presenti nell'impalcato:

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\phi - 0,2}} + 0,82 \text{ con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

La lunghezza caratteristica è stata assunta è pari a:

$L_{\phi} = 38.0 \text{ m}$ per elementi soggetti prevalentemente ad effetti globali (travi, pioli, controventi inferiori, diaframma di appoggio, ecc)

$L_{\phi} = 10.8 \text{ m}$ per i diaframmi intermedi (valutata tramite linee di influenza da modello)

$L_{\phi} = 8.25 \text{ m}$ per la soletta (pari a 3 volte l'interasse tra le travi)

per cui si ottengono i seguenti valori dei coefficienti di amplificazione dinamica:

$\Phi_2 = 1.06$ per travi, pioli, controventi inferiori, diaframma di appoggio, ecc

$\Phi_2 = 1.29$ per i diaframmi intermedi

$\Phi_2 = 1.36$ per la soletta

5.3.3 Eccentricità dei carichi verticali

In aggiunta all'eccentricità associata allo spostamento dei carichi nel modello LM71, è stata assunta nei calcoli anche l'eccentricità legata alla presenza del sovrizzo "u":

$$e_u = (1800\text{mm}/1435\text{mm}) \cdot u = (1800\text{mm}/1435\text{mm}) \cdot 120\text{mm} = 150.5 \text{ mm}$$

L'eccentricità legata alla curvatura del tracciato è stata trascurata, in quanto di segno opposto rispetto all'eccentricità dovuta al sovrizzo. Assunzione, dunque, a favore di sicurezza.

5.4 Azioni orizzontali da traffico

Si riportano di seguito le azioni orizzontali associate al traffico ferroviario.

5.4.1 Forza centrifuga (Q_t)

Poiché il tracciato sovrastante la struttura presenta un andamento planimetrico curvilineo, nel progetto si è tenuto conto della forza centrifuga.

In accordo con quanto indicato al §5.2.2.4.1 delle NTC [1] tale forza è stata applicata in direzione orizzontale con verso uscente rispetto alla curva e ad una quota pari a 1.80m rispetto al P.F. Tale forza è stata calcolata come:

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) = \frac{v^2}{127 \cdot r} (f \cdot Q_{vk})$$

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

dove:

Q_{tk} - q_{tk} = valore caratteristico della forza centrifuga [kN - kN/m];

Q_{vk} - q_{vk} = valore caratteristico dei carichi verticali [kN - kN/m];

v = velocità di progetto espressa in m/s;

V = velocità di progetto espressa in km/h;

f = fattore di riduzione (definito in seguito);

g = accelerazione di gravità in m/s²;

r = è il raggio di curvatura in m.

Il fattore di riduzione "f" è pari a:

$$f = \left[1 - \frac{V - 120}{100} \left(\frac{814}{V} + 1,75 \right) \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{2,88}{L_f}} \right) \right]$$

Dove L_f è la lunghezza di influenza in metri, della parte curva di binario carico sul ponte, che è la più sfavorevole per il progetto del generico elemento strutturale.

Il fattore "f" è pari a 1 per $V \leq 120$ km/h o $L_f < 2.88$ ed è pari a $f(300$ km/h) per $V > 300$ km/h.

L'azione centrifuga è stata determinata in riferimento a quanto indicato nella tabella seguente. In particolare, per il modello di carico LM71, poiché la velocità di progetto è maggiore ai 120 km/h, è stato considerato il più gravoso tra i due casi indicati.

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

Tabella 3 – Parametri per la definizione della forza centrifuga

Essendo la velocità di progetto pari a 250 km/h e il raggio di curvatura 3400m e assumendo che a favore di sicurezza l'intero impalcato sia carico, si ottengono i seguenti risultati:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Dati di base			
R	[m]	3400	Raggio di curvatura
V	[km/h]	250	Velocità di progetto
Lf (LM71)	[m]	40	Zona caricata (LM71)
Lf (SW/0)	[m]	33	Zona caricata (SW/0)

Azione centrifuga corrispondente al modello LM71				
		V>120 a)	V>120 b)	V<120
V	[km/h]	120	250	-
α	[-]	1.1	1.0	-
f	[-]	1.000	0.524	-
Qtk	[kN]	9.2	19.0	-
qtk	[kN/m]	2.9	6.1	-

Azione centrifuga corrispondente al modello SW/0				
		V>120 a)	V>120 b)	V<120
V	[km/h]	120	250	-
α	[-]	1.1	1.0	-
f	[-]	1.000	0.541	-
qtk	[kN/m]	4.9	10.4	-

Azione centrifuga corrispondente al modello SW/2				
		V>120 a)	V>120 b)	V<120
V	[km/h]	100		
α	[-]	1.0		
f	[-]	1.000		
qtk	[kN/m]	3.5		

Legenda

V	Velocità indicata per il calcolo della forza centrifuga
α	Coefficiente di adattamento
f	Fattore di riduzione
Qtk	Valore caratt. della forza centrifuga associato al singola asse
qtk	Valore caratt. della forza centrifuga associato al carico distribuito

Come già indicato in precedenza, poiché il viadotto è caratterizzato da una successione di travi appoggiate, si assumono nei calcoli le sole azioni associate ai modelli LM71 e SW/2.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

5.4.2 Azione laterale di serpeggio (Q_s)

In accordo con quanto indicato al §5.2.2.4.2 delle NTC [1], la forza laterale indotta dal serpeggio è stata assunta come una forza concentrata agente orizzontalmente applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario.

Il valore caratteristico di tale forza è pari a $Q_{sk} = 100$ kN, il quale deve essere moltiplicato per α .

5.4.3 Azione di avviamento e frenatura (Q_{la} e Q_{lb})

In accordo con quanto indicato al §5.2.2.4.3 delle NTC [1], le azioni derivanti da frenatura e avviamento sono state considerate come forze uniformemente distribuite sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso e per una lunghezza L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato.

I valori caratteristici sono i seguenti:

avviamento: $Q_{la,k} = 33[\text{kN/m}] \cdot L[\text{m}] \leq 1000$ kN per LM71, SW/0, SW/2

frenatura: $Q_{lb,k} = 20[\text{kN/m}] \cdot L[\text{m}] \leq 6000$ kN per LM71, SW/0

$Q_{lb,k} = 35[\text{kN/m}] \cdot L[\text{m}]$ per SW/2

Poiché il viadotto presenta doppio binario, è stata considerata anche la condizione con entrambi i treni in transito in versi opposti, uno in avviamento e l'altro in frenatura.

I valori caratteristici sopraelencati devono essere moltiplicati per i corrispondenti coefficienti α .

5.5 Azioni del vento (Q_5)

L'azione del vento è stata definita in accordo al §3.3 delle NTC [1].

Il viadotto si trova in Veneto, dunque zona 1, ad una altitudine di 53 m slm.

Per l'impalcato si assume una quota rispetto al terreno pari a 8 m.

In accordo con quanto indicato nel §2.5.1.8.3.2 del MDP RFI [2], la pressione del vento è stata assunta, a favore di sicurezza, pari ad un valore non inferiori a 2.5 kN/m².

Si riportano di seguito i calcoli eseguiti:

Dati di base			
a_s	[m]	53	Altitudine sul livello del mare
zona	[-]	1	Zona di pertinenza
z	[m]	8	Altimetria della struttura
Velocità base di riferimento (§3.3.1)			
$v_{b,0}$	[m/s]	25	Velocità base di riferimento al livello del mare (tab. 3.3.I)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

a_0	[m]	1000	Parametro funzione della zona da tab. 3.3.I
k_s	[-]	0.4	Parametro funzione della zona da tab. 3.3.I
c_a	[-]	1.00	Coefficiente di altitudine
v_b	[m/s]	25.0	Velocità base di riferimento

Velocità di riferimento (§3.3.2)

T_r	[anni]	50	Periodo di ritorno di progetto
c_r	[-]	1.00	Coefficiente di ritorno
v_r	[m/s]	25.0	Velocità di riferimento

Pressione cinetica di riferimento (§3.3.6)

q_r	[kN/m ²]	0.391	Pressione cinetica di riferimento
-------	----------------------	-------	-----------------------------------

Coefficiente di esposizione (§3.3.7)

Cl.Rug.	[-]	D	Classe di rugosità
Cat	[-]	II	Categoria di esposizione del sito
K_r	[-]	0.19	Parametro funzione della categoria di esposizione da tab. 3.3.II
z_0	[m]	0.05	Parametro funzione della categoria di esposizione da tab. 3.3.II
z_{min}	[m]	4.00	Parametro funzione della categoria di esposizione da tab. 3.3.II
c_t	[-]	1.000	Coefficiente di topografia
c_e	[-]	2.212	Coefficiente di esposizione

Coefficiente aerodinamico (§3.3.8 ; §C3.3.8.6.1 e §C3.3.8.6.2)

φ	[-]	1	Rapporto tra sup. delimitata dal contorno della trave e sup. della parte piena
c_p	[-]	1.400	Coefficiente aerodinamico

Coefficiente dinamico (§3.3.9)

c_d	[-]	1	Coefficiente dinamico
-------	-------	---	-----------------------

Geometrie

H_T	[m]	2.6	Altezza delle travi
H_b	[m]	4	Altezza delle barriere antirumore/convogli
H_s	[m]	0.6	Altezza soletta + cordolo

Pressione del vento sulle travi

n_T	[-]	4	Numero di travi
p_{T1}	[kN/m ²]	2.500	Pressione del vento sulla prima trave
$d_{T,1-2}$	[m]	2.75	Distanza tra prima e seconda trave
μ_{T2}	[-]	0.200	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per la seconda trave
p_{T2}	[kN/m ²]	0.500	Pressione del vento sulla seconda trave

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

$d_{T,2-3}$	[m]	2.75	Distanza tra seconda e terza trave
μ_{T3}	[-]	0.200	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per la terza trave
p_{T3}	[kN/m ²]	0.100	Pressione del vento sulla terza trave
$d_{T,3-4}$	[m]	2.75	Distanza tra terza e quarta trave
μ_{T4}	[-]	0.200	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per la quarta trave
p_{T4}	[kN/m ²]	0.020	Pressione del vento sulla quarta trave
$d_{T,4-5}$	[m]	2.75	Distanza tra quarta e quinta trave
μ_{T5}	[-]	0.000	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per la quinta trave
p_{T5}	[kN/m ²]	0.000	Pressione del vento sulla quinta trave
$d_{T,5-6}$	[m]		Distanza tra quinta e sesta trave
μ_{T6}	[-]	0.000	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per la sesta trave
p_{T6}	[kN/m ²]	0.000	Pressione del vento sulla sesta trave
Pressione del vento su altri ostacoli presenti sulla piattaforma			
n_b	[-]	4	Numero di ostacoli sulla piattaforma
p_{b1}	[kN/m ²]	2.500	Pressione del vento sul primo ostacolo
$d_{b,1-2}$	[m]	4.30	Distanza tra primo e secondo ostacolo
μ_{b2}	[-]	0.200	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per il secondo ostacolo
p_{b2}	[kN/m ²]	0.500	Pressione del vento sul secondo ostacolo
$d_{T,3-4}$	[m]	4.50	Distanza tra secondo e terzo ostacolo
μ_{T4}	[-]	0.200	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per il terzo ostacolo
p_{T4}	[kN/m ²]	0.100	Pressione del vento sul terzo ostacolo
$d_{T,4-5}$	[m]	4.45	Distanza tra terzo e quarto ostacolo
μ_{T5}	[-]	0.200	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per il quarto ostacolo
p_{T5}	[kN/m ²]	0.020	Pressione del vento sul quarto ostacolo
Forza al metro lineare di impalcato			
q_h	[kN/m]	22.09	

5.6 Azione del vento durante fasi di montaggio (Q5_m)

Per la valutazione dell'entità dell'azione da vento durante le fasi di montaggio, si è assunto un periodo di ritorno pari a 10 anni.

Tale azione è stata considerata applicata su tutta l'altezza delle travi.

Dati di base			
a_s	[m]	53	Altitudine sul livello del mare
zona	[-]	1	Zona di pertinenza
z	[m]	8	Altimetria della struttura

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

Velocità base di riferimento (§3.3.1)

$v_{b,0}$	[m/s]	25	Velocità base di riferimento al livello del mare (tab. 3.3.I)
a_0	[m]	1000	Parametro funzione della zona da tab. 3.3.I
k_s	[-]	0.4	Parametro funzione della zona da tab. 3.3.I
c_a	[-]	1.00	Coefficiente di altitudine
v_b	[m/s]	25.0	Velocità base di riferimento

Velocità di riferimento (§3.3.2)

T_r	[anni]	10	Periodo di ritorno di progetto
c_r	[-]	0.90	Coefficiente di ritorno
v_r	[m/s]	22.6	Velocità di riferimento

Pressione cinetica di riferimento (§3.3.6)

q_r	[kN/m ²]	0.319	Pressione cinetica di riferimento
-------	----------------------	-------	-----------------------------------

Coefficiente di esposizione (§3.3.7)

Cl.Rug.	[-]	D	Classe di rugosità
Cat	[-]	II	Categoria di esposizione del sito
K_r	[-]	0.19	Parametro funzione della categoria di esposizione da tab. 3.3.II
z_0	[m]	0.05	Parametro funzione della categoria di esposizione da tab. 3.3.II
z_{min}	[m]	4.00	Parametro funzione della categoria di esposizione da tab. 3.3.II
c_t	[-]	1.000	Coefficiente di topografia
c_e	[-]	2.212	Coefficiente di esposizione

Coefficiente aerodinamico (§3.3.8 ; §C3.3.8.6.1 e §C3.3.8.6.2)

φ	[-]	1	Rapporto tra sup. delimitata dal contorno della trave e sup. della parte piena
c_p	[-]	1.400	Coefficiente aerodinamico

Coefficiente dinamico (§3.3.9)

c_d	[-]	1	Coefficiente dinamico
-------	-----	---	-----------------------

Geometrie

H_T	[m]	2.6	Altezza delle travi
H_b	[m]	0	Altezza delle barriere antirumore/convogli
H_s	[m]	0	Altezza soletta + cordolo

Pressione del vento sulle travi

n_T	[-]	4	Numero di travi
p_{T1}	[kN/m ²]	0.987	Pressione del vento sulla prima trave

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

$d_{T,1-2}$	[m]	2.75	Distanza tra prima e seconda trave
μ_{T2}	[-]	0.200	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per la seconda trave
p_{T2}	[kN/m ²]	0.197	Pressione del vento sulla seconda trave
$d_{T,2-3}$	[m]	2.75	Distanza tra seconda e terza trave
μ_{T3}	[-]	0.200	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per la terza trave
p_{T3}	[kN/m ²]	0.039	Pressione del vento sulla terza trave
$d_{T,3-4}$	[m]	2.75	Distanza tra terza e quarta trave
μ_{T4}	[-]	0.200	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per la quarta trave
p_{T4}	[kN/m ²]	0.008	Pressione del vento sulla quarta trave
$d_{T,4-5}$	[m]	2.75	Distanza tra quarta e quinta trave
μ_{T5}	[-]	0.000	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per la quinta trave
p_{T5}	[kN/m ²]	0.000	Pressione del vento sulla quinta trave
$d_{T,5-6}$	[m]		Distanza tra quinta e sesta trave
μ_{T6}	[-]	0.000	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per la sesta trave
p_{T6}	[kN/m ²]	0.000	Pressione del vento sulla sesta trave

Pressione del vento su altri ostacoli presenti sulla piattaforma

n_b	[-]	0	Numero di ostacoli sulla piattaforma
p_{b1}	[kN/m ²]	0.000	Pressione del vento sul primo ostacolo
$d_{b,1-2}$	[m]		Distanza tra primo e secondo ostacolo
μ_{b2}	[-]	0.000	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per il secondo ostacolo
p_{b2}	[kN/m ²]	0.000	Pressione del vento sul secondo ostacolo
$d_{T,3-4}$	[m]		Distanza tra secondo e terzo ostacolo
μ_{T4}	[-]	0.000	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per il terzo ostacolo
p_{T4}	[kN/m ²]	0.000	Pressione del vento sul terzo ostacolo
$d_{T,4-5}$	[m]		Distanza tra terzo e quarto ostacolo
μ_{T5}	[-]	0.000	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per il quarto ostacolo
p_{T5}	[kN/m ²]	0.000	Pressione del vento sul quarto ostacolo

Forza al metro lineare di impalcato

q_h	[kN/m]	3.20
-------	--------	------

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

5.7 Azioni della temperatura (Q7)

In accordo con quanto indicato al §5.2.2.4.2 delle NTC [1] e al §2.5.1.4.4.1.1 del MDP RFI [2], sono state considerate le seguenti azioni termiche sulla struttura:

- Variazione termica uniforme sull'intero impalcato pari a $\pm 15^{\circ}\text{C}$. Esclusivamente per il calcolo dei giunti tale valore è stato incrementato del 50%.
- Variazione termica differenziale con andamento lineare sull'altezza della sezione mista trave-soletta pari a $\pm 5^{\circ}\text{C}$; con associato un gradiente termico tra trave metallica e soletta di $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Il primo dei due contributi è stato trascurato in quanto poco significativo per travi semplicemente appoggiate.

5.8 Ritiro (ϵ_2) e Viscosità (ϵ_3)

Ai fini della valutazione dell'entità delle azioni di ritiro e viscosità si è fatto riferimento a quanto indicato nell'EC 2-1-1 [3].

Parametri per la definizione del ritiro e della viscosità

f_{cm}	=	40 MPa	resistenza caratteristica media a 28 giorni
UR	=	70 %	umidità relativa
h_0	=	0.624 m	dimensione fittizia dell'elemento ($2 \cdot A_c/u$)
α	=	0	cemento di Classe N

Per il ritiro si ha:

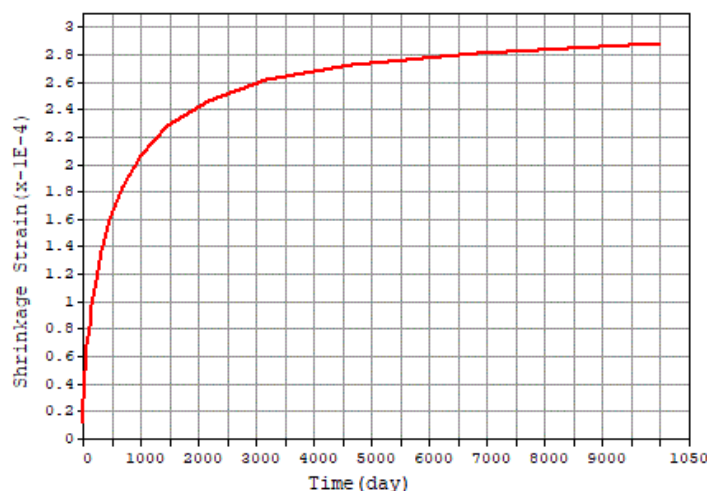


Figura 7 – Curva di ritiro

La deformazione totale da ritiro a tempo infinito è pari a $\epsilon_s = 0.000288$.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Per la viscosità si ha:

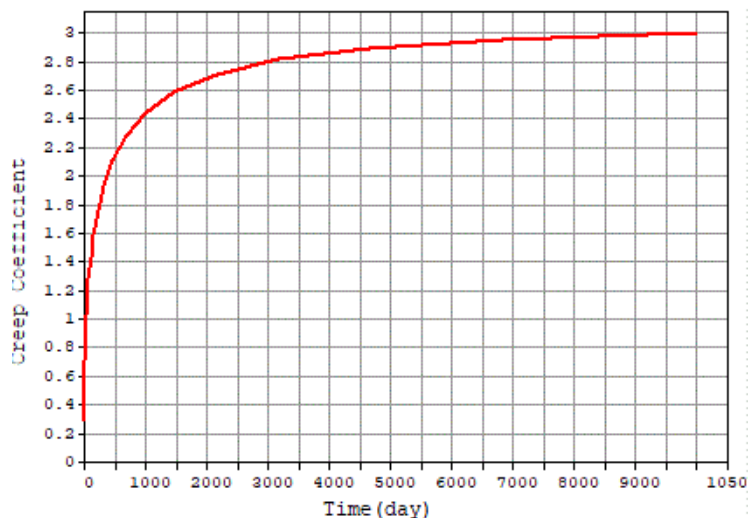


Figura 8 – Coefficiente di viscosità Φ per applicazione del carico a un'età del calcestruzzo $t_0=1$ gg

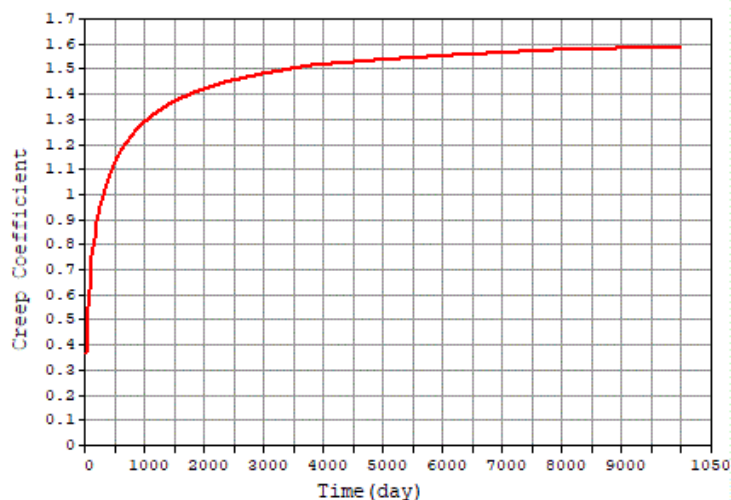


Figura 9 – Coefficiente di viscosità Φ per applicazione del carico a un'età del calcestruzzo $t_0=30$ gg

Ai fini delle analisi svolte, le quali si basano sul metodo del modulo ridotto, si è assunto:

- per la valutazione delle sollecitazioni causate da carichi permanenti portati (applicati ad un'età del calcestruzzo pari a 30 gg): Φ (30 gg) = 1.590;
- per la valutazione delle sollecitazioni causate dal ritiro (applicato ad un'età del calcestruzzo pari a 1 gg): Φ (1 gg) = 2.998;

Nei calcoli si è tenuto conto anche del fenomeno dell'invecchiamento del calcestruzzo.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Quanto detto è esposto più in dettaglio nel capitolo relativo alla modellazione, ossia al capitolo 7 della presente relazione di calcolo.

5.9 Cedimenti vincolari (ε4)

Poiché la struttura risulta isostatica nei confronti di possibili cedimenti in fondazione, tale azione non è stata considerata come significativa e dunque non è stata analizzata.

5.10 Azione sismica (E)

La valutazione dell'azione sismica è stata eseguita in conformità a quanto indicato nelle NTC [1].

5.10.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

In accordo con quanto indicato nel MDP RFI [2], la vita nominale è stata assunta pari a $V_N = 100$ anni.

TIPO DI COSTRUZIONE ⁽¹⁾	Vita Nominale V_N [Anni] ⁽¹⁾
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ($V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V < 250$ Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V \geq 250$ km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 ⁽²⁾
<p>(1) – La stessa V_N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprighiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.</p> <p>(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.</p>	

Tabella 4 – Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

5.10.2 Classe d'uso

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

In accordo con quanto indicato nel MDP RFI [2], la classe d'uso è stata assunta pari a $C_U = 1.5$.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

TIPO DI COSTRUZIONE	Classe d'uso	Coefficiente d'uso [CU]
GRANDI STAZIONI	C IV	2,00
OPERE D'ARTE DEL SISTEMA DI GRANDE VIABILITÀ FERROVIARIA	C III	1,50
ALTRE OPERE D'ARTE	C II	1,00

Tabella 5 – Classi d'uso per le infrastrutture ferroviarie

5.10.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche 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 .

$$V_R = V_N \times C_U = 100 \text{ anni} \times 1.5 = \mathbf{150 \text{ anni}}$$

Le probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, sono pari al 5% nel caso dello stato limite di collasso (SLC), al 10% nel caso dello stato limite di salvaguardia della vita (SLV), al 63 % nel caso dello stato limite di danno (SLD) e all'81% nel caso dello stato limite di operatività (SLO).

In definitiva, ad ogni stato limite può essere associata un'azione sismica di periodo di ritorno pari a:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

5.10.4 Parametri per la definizione degli spettri

Si riportano di seguito le coordinate del sito di progetto e i parametri per la definizione degli spettri di risposta.

$$\text{Long } [^\circ] = 11.25321;$$

$$\text{Lat } [^\circ] = 45.40079$$

I parametri per la definizione degli spettri di risposta sono indicati nella tabella seguente:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	90	0.067	2.493	0.265
SLD	151	0.086	2.475	0.269
SLV	1424	0.213	2.436	0.286
SLC	2475	0.261	2.385	0.292

Tabella 6 – Parametri per la definizione degli spettri di risposta

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

5.10.5 Categoria di sottosuolo

Per tener conto della tipologia di sottosuolo nella definizione dell'azione sismica, si può far riferimento all'approccio semplificato basato sull'individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento (tab 3.2.II NTC [1]):

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti 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).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, 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).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Tabella 7 – Categorie di sottosuolo secondo NTC [1]

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori delle velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s).

In base alle indagini geologico-geotecniche effettuate, i terreni di fondazione interessati dalle opere oggetto di questa relazione possono essere classificati come **categoria "C"**.

5.10.6 Condizioni topografiche

Per le condizioni topografiche si fa riferimento alla seguente classificazione (tab 3.2.IV NTC [1]):

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 $i > 30^\circ$

Tabella 8 – Categorie topografiche NTC [1]

La morfologia del territorio in cui ricade l'opera, è tale per cui ricade nella categoria topografica **T1**.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

5.10.7 Spettro di risposta elastico in accelerazione

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} .

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T \leq T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T \leq T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\
 T_C \leq T \leq T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \frac{T_C}{T} \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

dove

- T ed S_e sono, rispettivamente, il periodo di vibrazione e l'accelerazione spettrale orizzontale
- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente: $S = S_s \times S_T$; S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica ed S_T il coefficiente di amplificazione topografica riportati nelle tabelle seguenti;

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 9 – Espressioni di S_s e C_s (NTC [1])

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S _T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tabella 10 – Espressioni di S_T (NTC [1])

- η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali diversi dal 5%, mediante la relazione:

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55$$

dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

- F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2.2;
- T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato dalla relazione $T_C = C_C \cdot T_C^*$, dove C_C è il coefficiente funzione della categoria di sottosuolo;
- T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante ed è pari a $T_B = T_C / 3$;
- T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione: $T_D = 4.0 a_g/g + 1.6$

Lo spettro di risposta elastico della componente verticale è definito dalle espressioni seguenti:

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

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

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

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

nelle quali T e S_{ve} sono rispettivamente il periodo di vibrazione e l'accelerazione spettrale verticale, mentre F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in funzione dell'accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

I valori di a_g , F_o , S , η sono quelli già definiti per le componenti orizzontali; i valori di S_s , T_B , T_C e T_D , sono invece quelli riportati nella tabella seguente:

Categoria di sottosuolo	S_s	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Tabella 11 – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale (NTC [1])

5.10.8 Spettri di progetto in accelerazione

In accordo con quanto indicato ai §§ 7.9.5.3 e 7.9.5.4.1 delle NTC [1], per le verifiche degli elementi d'impalcato e per gli appoggi, è stato assunto un fattore di struttura $q=1$.

Tuttavia, in accordo con quanto indicato al §2.2.1.8.3.3 del MDP RFI [2], per la valutazione delle sollecitazioni sugli appoggi e sui ritegni sismici, si è assunto un valore di smorzamento corrispondente a $\xi=10\%$.

Si riportano di seguito i grafici e le tabelle degli spettri di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontale (corrispondenti a $\xi = 5\%$ e $\xi = 10\%$) e verticale per lo stato limite di salvaguardia della vita.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

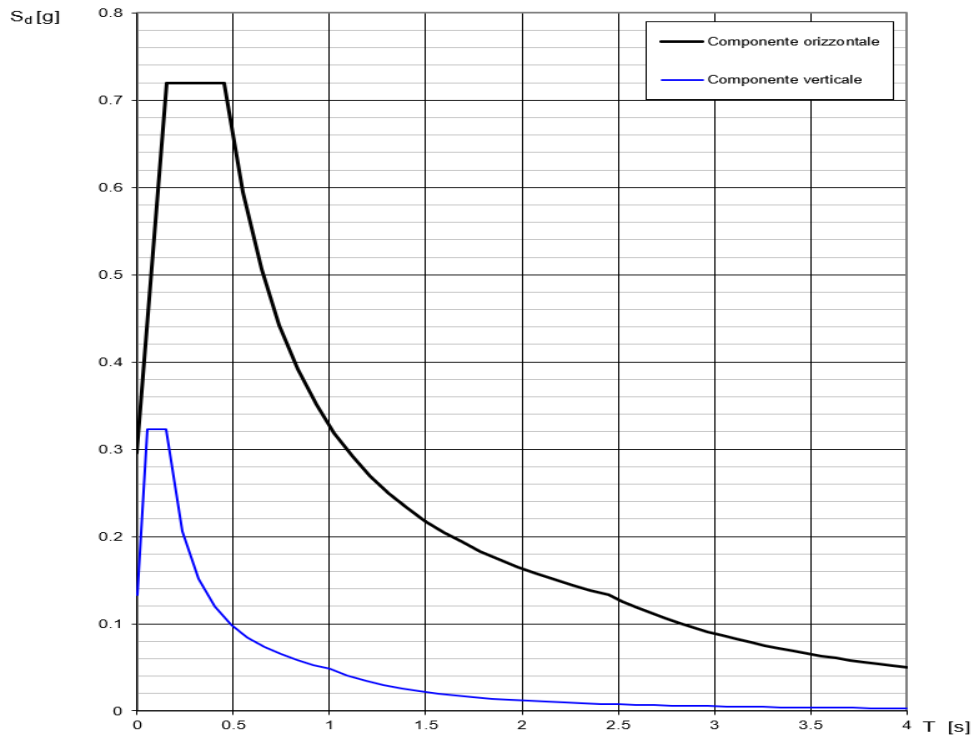


Figura 10 – Spettri di progetto delle componenti orizzontale e verticale per $q=1$

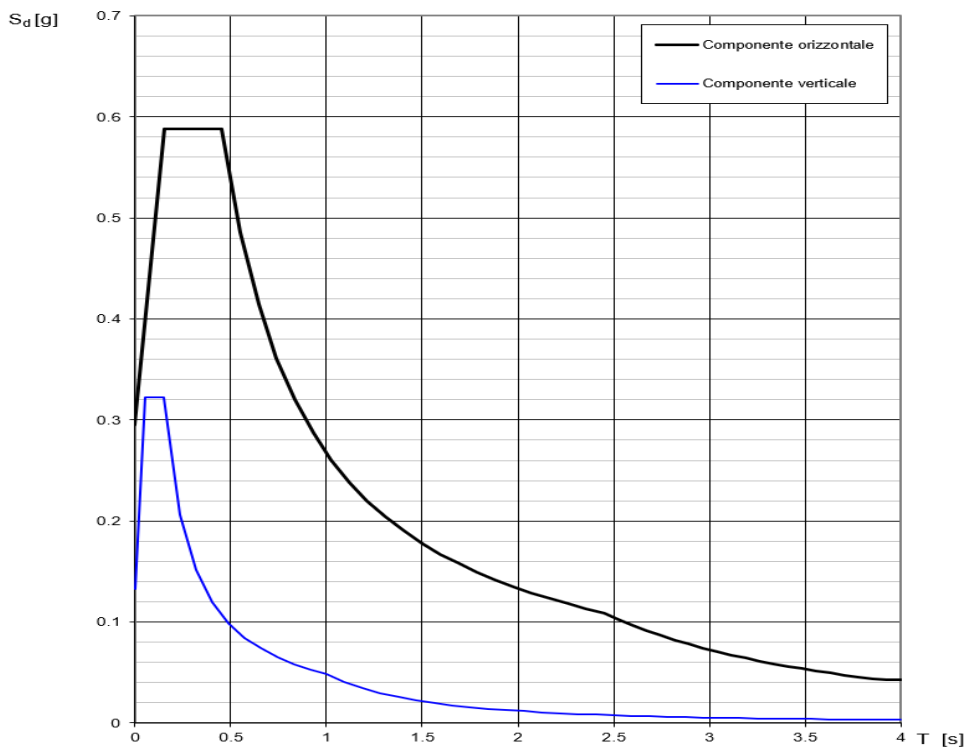


Figura 11 – Spettri di progetto delle componenti orizzontale e verticale per $q=1.224$ ($\xi=10\%$)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Punti dello spettro di risposta		Punti dello spettro di risposta		Punti dello spettro di risposta	
	T [s]	Se [g]		T [s]	Se [g]
	0.000	0.295		0.000	0.295
T _B ←	0.151	0.720	T _B ←	0.151	0.588
T _C ←	0.454	0.720	T _C ←	0.454	0.588
	0.549	0.595		0.549	0.486
	0.644	0.507		0.644	0.414
	0.739	0.442		0.739	0.361
	0.834	0.391		0.834	0.320
	0.929	0.351		0.929	0.287
	1.024	0.319		1.024	0.260
	1.119	0.292		1.119	0.238
	1.214	0.269		1.214	0.220
	1.310	0.249		1.310	0.204
	1.405	0.232		1.405	0.190
	1.500	0.218		1.500	0.178
	1.595	0.205		1.595	0.167
	1.690	0.193		1.690	0.158
	1.785	0.183		1.785	0.149
	1.880	0.174		1.880	0.142
	1.975	0.165		1.975	0.135
	2.070	0.158		2.070	0.129
	2.166	0.151		2.166	0.123
	2.261	0.144		2.261	0.118
	2.356	0.139		2.356	0.113
T _D ←	2.451	0.133	T _D ←	2.451	0.109
	2.525	0.126		2.525	0.103
	2.598	0.119		2.598	0.097
	2.672	0.112		2.672	0.092
	2.746	0.106		2.746	0.087
	2.820	0.101		2.820	0.082
	2.894	0.096		2.894	0.078
	2.967	0.091		2.967	0.074
	3.041	0.087		3.041	0.071
	3.115	0.082		3.115	0.067
	3.189	0.079		3.189	0.064
	3.262	0.075		3.262	0.061
	3.336	0.072		3.336	0.059
	3.410	0.069		3.410	0.056
	3.484	0.066		3.484	0.054
	3.557	0.063		3.557	0.052
	3.631	0.061		3.631	0.050
	3.705	0.058		3.705	0.048
	3.779	0.056		3.779	0.046
	3.852	0.054		3.852	0.044
	3.926	0.052		3.926	0.043
	4.000	0.050		4.000	0.043

Punti dello spettro di risposta		Punti dello spettro di risposta	
	T [s]	Se [g]	
	0.000	0.132	
T _B ←	0.050	0.323	
T _C ←	0.150	0.323	
	0.235	0.206	
	0.320	0.151	
	0.405	0.120	
	0.490	0.099	
	0.575	0.084	
	0.660	0.073	
	0.745	0.065	
	0.830	0.058	
	0.915	0.053	
T _D ←	1.000	0.048	
	1.094	0.040	
	1.188	0.034	
	1.281	0.029	
	1.375	0.026	
	1.469	0.022	
	1.563	0.020	
	1.656	0.018	
	1.750	0.016	
	1.844	0.014	
	1.938	0.013	
	2.031	0.012	
	2.125	0.011	
	2.219	0.010	
	2.313	0.009	
	2.406	0.008	
	2.500	0.008	
	2.594	0.007	
	2.688	0.007	
	2.781	0.006	
	2.875	0.006	
	2.969	0.005	
	3.063	0.005	
	3.156	0.005	
	3.250	0.005	
	3.344	0.004	
	3.438	0.004	
	3.531	0.004	
	3.625	0.004	
	3.719	0.004	
	3.813	0.003	
	3.906	0.003	
	4.000	0.003	

Tabella 12 – Spettri in accelerazione della componente orizzontale con $q=1$ (sinistra) e $q=1.224$ (centro) e della componente verticale

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

6 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico assunte nelle verifiche sono state definite in accordo ai paragrafi 2.5.3 e 5.2.3 delle NTC [1] e come previsto dalla normativa ferroviaria [2].

Le combinazioni analizzate sono riportate in Allegato A .

Prima di mostrare i coefficienti di combinazione ai vari stati limite considerati viene condiviso il criterio di simultaneità delle azioni da traffico ferroviario:

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

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

Tabella 13 – Gruppi di carichi da traffico

6.1 Stato limite Ultimo

Di seguito il criterio di combinazione adottato per le verifiche allo stato limite ultimo:

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

e il criterio per combinazioni di tipo sismico:

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

Vengono utilizzati i coefficienti di combinazione parziali per lo stato limite Ultimo come mostrato nella tabella seguente:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

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

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

Tabella 14 – Coefficienti parziali di sicurezza per le verifiche SLU

Ed i relativi coefficienti di combinazione:

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

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

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

Tabella 15 – Coefficienti di combinazione ψ

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

6.2 Stato limite di Esercizio

Segue il criterio di calcolo delle combinazioni per gli stati limiti di esercizio:

Rara:

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

Frequente:

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

Quasi Permanente:

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

I valori di combinazione indicati nelle precedenti espressioni sono già indicati nel sottoparagrafo relativo agli stati limite ultimi.

6.3 Stato limite di Fatica

Le verifiche a fatica sono state condotte facendo riferimento alla combinazione caratteristica (rara).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

7 ANALISI GLOBALI DI IMPALCATO

Nel presente capitolo si riporta una descrizione delle analisi globali effettuate sull'impalcato e, successivamente, se ne illustrano i risultati ottenuti.

7.1 Modello di calcolo

Sono state eseguite analisi di tipo lineare su tre diversi modelli di calcolo, allo scopo di valutare il comportamento globale della struttura sotto le diverse condizioni di carico:

- *Modello globale n°1*: per la valutazione degli effetti causati dai carichi permanenti;
- *Modello globale n°2*: per la valutazione degli effetti causati dai carichi variabili;
- *Modello globale n°3*: per la valutazione degli effetti causati dall'azione sismica.

Nei modelli si è scelto a priori di non sfruttare eventuali possibilità di redistribuzione plastica delle sollecitazioni. I risultati dei tre modelli vengono tra loro sommati in quanto valido il criterio della sovrapposizione degli effetti.

Il modello comprende l'impalcato con gli elementi principali esplicitamente modellati. Risultano quindi: le travi principali, elementi trasversali ad altezza soletta atti a simulare il comportamento flessionale della soletta in direzione trasversale, controventi superiori, controventi inferiori e diaframmi costituiti da briglia superiore, inferiore e diagonali.

Non sono state modellate le pile, le quali sono state rimpiazzate da vincoli ideali posti in corrispondenza degli appoggi.

7.1.1 Software di calcolo

Il software di calcolo utilizzato è Midas Civil 2020 v3.2, sviluppato da MIDAS Information Technology Co (1989) e distribuito in Italia da CSPFea.

7.1.2 Analisi per carichi permanenti

Il modello, denominato modello globale n°1 - carichi permanenti ed effetti reologici del calcestruzzo, simula le macro-fasi che caratterizzano la struttura oggetto della presente relazione, a partire dalla fase precedente al getto della soletta fino ad arrivare al cosiddetto "tempo infinito", corrispondente all'esaurimento degli effetti lenti nel calcestruzzo della soletta.

Il modello, interamente costituito da elementi tipo "beam", consta del solo impalcato essendo le sottostrutture modellate mediante vincoli ideali.

Le caratteristiche inerziali assegnate alle sezioni dei vari "beam" costituenti il graticcio rispecchiano la carpenteria indicata negli elaborati progettuali.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

L'impalcato è stato rappresentato con una modellazione a graticcio nella quale, per tener conto del contributo alla rigidità offerto dalla soletta negli effetti globali, alle travi sono state assegnate le proprietà delle corrispondenti sezioni miste acciaio-calcestruzzo, mediante l'uso della *Composite Section* implementata nel software adottato.

Al fine di ottenere la corretta ripartizione trasversale e replicare la giusta rigidità della soletta, sono state modellate aste in calcestruzzo la cui sezione presenta un'altezza pari allo spessore medio della soletta e larghezza pari alla discretizzazione adottata nel modello.

Tali elementi "soletta" sono inoltre utili per applicare i vari carichi agenti nella reale posizione sull'impalcato.

Si riporta nell'immagine seguente una vista dell'impalcato così come modellato. Si notano i "beam" delle travi miste, i "beam" della soletta, i traversi di tipo reticolare e, in colore ciano, i vincoli cinematici di tipo rigido che collegano i nodi baricentrici degli angolari con i nodi a estradosso impalcato.

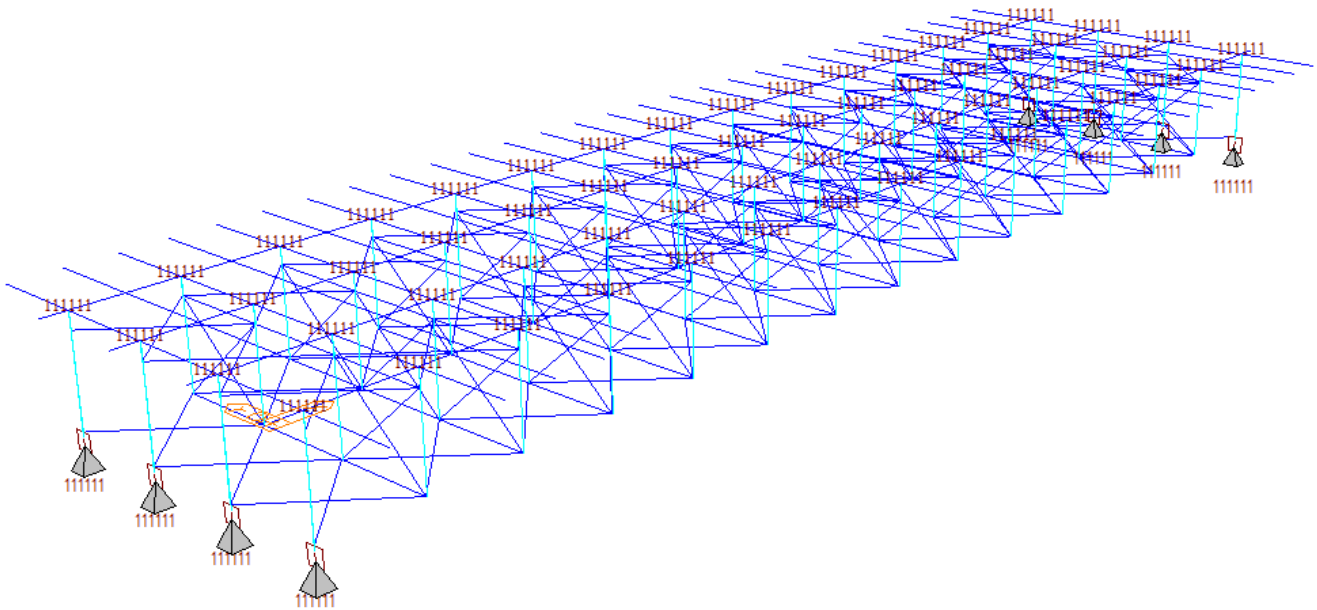


Figura 12 – Modellazione dell'impalcato con schema a graticcio

Con l'obiettivo di rappresentare le linee baricentriche dei diversi conci di impalcato nelle effettive posizioni, si è fatto uso del comando "Change Offset ...": tale funzione di Midas Civil consente di imporre agli elementi di impalcato modellati, un punto di inserimento specifico (Insertion Point) diverso dal baricentro dell'elemento stesso, permettendo così di modellare facilmente la reale quota a cui si trova l'impalcato. L'impalcato è stato dunque modellato in corrispondenza dell'estradosso, come può evincersi facilmente dalla figura seguente.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

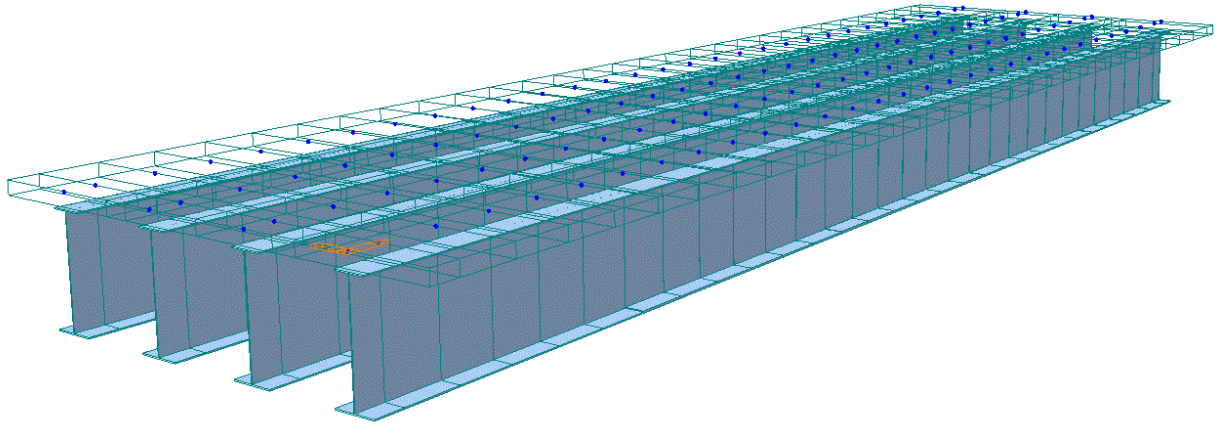


Figura 13 – Modellazione delle travi miste di impalcato attraverso il comando “Change Offset...”

I carichi distribuiti applicati su un elemento beam con un punto di inserimento specifico, così come gli output in sollecitazioni, vengono riportati sulla linea baricentrica: il software sposta automaticamente l'elemento trave sul suo asse baricentrico e lo connette tramite vincoli cinematici di tipo rigido ai nodi dell'Insertion Point, i quali a loro volta sono collegati al resto della struttura.

Il contributo alla rigidezza delle travi offerto dalla soletta è stato modellato assumendo un modulo di elasticità ridotto per tener conto degli effetti della viscosità.

Nell'immagine che segue viene mostrata esplicitamente la connessione mediante Rigid Link tra la trave e gli altri elementi ad essa connessa.

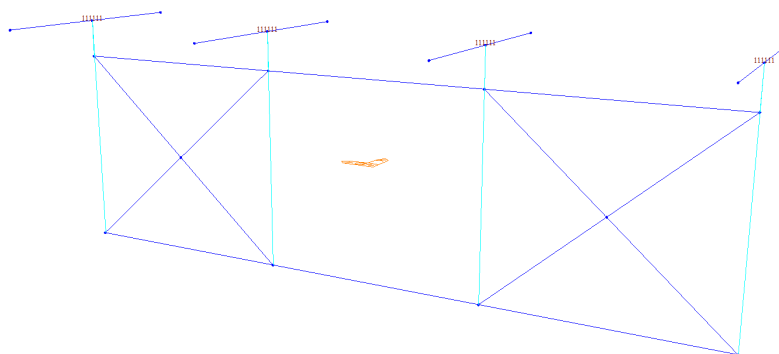


Figura 14 – Collegamento tra travi e elementi trasversali

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

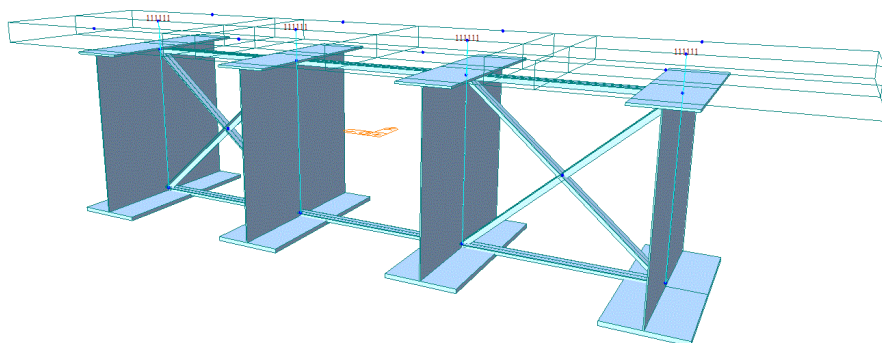


Figura 15 – Collegamento tra travi e elementi trasversali – vista estrusa

Modellazione delle azioni:

- I carichi permanenti associati alla carpenteria metallica vengono considerati nell'analisi a partire dalla geometria del modello stesso (fatta eccezione per le parti non modellate, delle quali si tiene comunque conto, in parte assumendo un peso specifico del materiale maggiorato del 10% e in parte attraverso carichi nodali o uniformemente distribuiti sulle travi). Il peso della soletta (comprensivo delle predalle) è stato applicato alle travi principali con carichi uniformemente distribuiti e ripartiti secondo le aree di influenza rispettive
- I carichi permanenti non strutturali sono stati applicati nella loro reale posizione come forze concentrate o distribuite rispettivamente sui nodi o sugli elementi della soletta.
- Gli effetti del ritiro sono stati modellati in maniera esplicita nell'analisi, assegnando al calcestruzzo della soletta, tramite il comando "Time Dependent Material Link", una deformazione impressa variabile nel tempo pari proprio alla deformazione da ritiro così come definita al §5.8 della presente relazione di calcolo. La valutazione degli effetti è possibile a seguito dell'implementazione di una "Construction stage analysis" in Midas Civil.
- Gli effetti viscosi legati all'applicazione dei carichi di lunga durata sono stati modellati indirettamente attraverso il Metodo del Modulo Ridotto (MMR).

Il MMR consiste nell'assumere un modulo di elasticità ridotto per il calcestruzzo nel calcolo degli effetti legati ai carichi di lunga durata. Tale metodo tiene conto anche del fenomeno dell'invecchiamento del materiale.

In particolare, nel modello di calcolo, è stato assunto un modulo di elasticità del calcestruzzo pari a $E_{c,RID} = 12\,359\text{ MPa}$

Come precedentemente accennato, nel modello globale n°1 è stata implementata una Construction Stage Analysis che consta in 5 fasi così articolate:

- Fase 1: solo acciaio: in tale fase vengono attivati i "beam" corrispondenti ai vari elementi costituenti la carpenteria metallica e le pile, il peso proprio degli stessi ed i vincoli esterni ed interni presenti.

Sezione dell'impalcato reagente: solo acciaio.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Carichi agenti sull'impalcato: peso proprio della carpenteria metallica.

- Fase 2: getto della soletta (fluida): viene applicato il carico distribuito lungo le travi corrispondente al peso della soletta opportunamente ripartito trasversalmente sulle varie travi.

Sezione dell'impalcato reagente: solo acciaio.

Carichi agenti sull'impalcato: peso proprio della soletta.

- Fase 3: sezione mista: è la fase a partire della quale la soletta si considera reagente: vengono attivati i frame trasversali della soletta (utili alla modellazione del comportamento a graticcio) e si considerano per gli elementi trave le caratteristiche della sezione mista, assumendo per il calcestruzzo della soletta il modulo elastico ridotto precedentemente indicato.

Sezione dell'impalcato reagente: sezione mista.

Carichi agenti sull'impalcato: nessuno (fase di transizione).

- Fase 4: permanenti non strutturali: in tale fase vengono applicati i carichi permanenti non strutturali (g2).

Sezione dell'impalcato reagente: sezione mista.

Carichi agenti sull'impalcato: permanenti non strutturali g2.

- Fase 5: tempo infinito: non vi è applicazioni di carichi esterni aggiuntivi. Viene effettuata un'analisi nel tempo al fine espletare gli effetti da ritiro che risultano esauriti per un tempo di 10 000 giorni.

Da tale fase vengono estratti gli output in sollecitazioni e spostamenti di tale modello.

Sezione dell'impalcato reagente: sezione mista.

Carichi agenti sull'impalcato: ritiro della soletta.

7.1.3 Analisi per carichi variabili

Il modello, denominato modello globale n°2 - carichi accidentali, è stato realizzato con lo scopo di analizzare la risposta della struttura sotto carichi variabili quali:

- carichi mobili;
- azione del vento;
- variazioni termiche.

Essendo queste azioni classificabili come carichi di "breve durata", gli effetti viscosi sono stati trascurati: alla soletta è stato assegnato il modulo elastico effettivo del calcestruzzo:

Ecm	=	33 346 Mpa	modulo elastico del calcestruzzo
n	=	6.298	coefficiente di omogeneizzazione (B.T.)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Per la geometria e le condizioni di vincolo si può fare riferimento al modello globale n°1.

Modellazione delle azioni:

- I carichi mobili verticali sono stati modellati attraverso una “Moving Load Analysis”.

Tale analisi è stata definita come segue: sono state assegnate delle linee di carico, entro quale il treno può muoversi, queste linee sono associate a dei frame, nello specifico vengono assegnati agli elementi delle travi. Assegnando una certa eccentricità si posiziona il carico in modo opportuno, centrandolo sull’asse binario e, dove richiesto, si considerano le eccentricità accidentali e/o le eccentricità legate al sovrizzo.

Il risultato è espresso in termini di involucro delle sollecitazioni e degli spostamenti al variare delle posizioni assunte dai carichi mobili lungo le linee.

Nell’immagine che segue si riporta un esempio di linea di carico, nello specifico: il frame preso come riferimento è la seconda trave da sinistra. Appare chiaro dall’immagine l’eccentricità della linea che corrisponde all’asse binario coerentemente con gli elaborati progettuali.

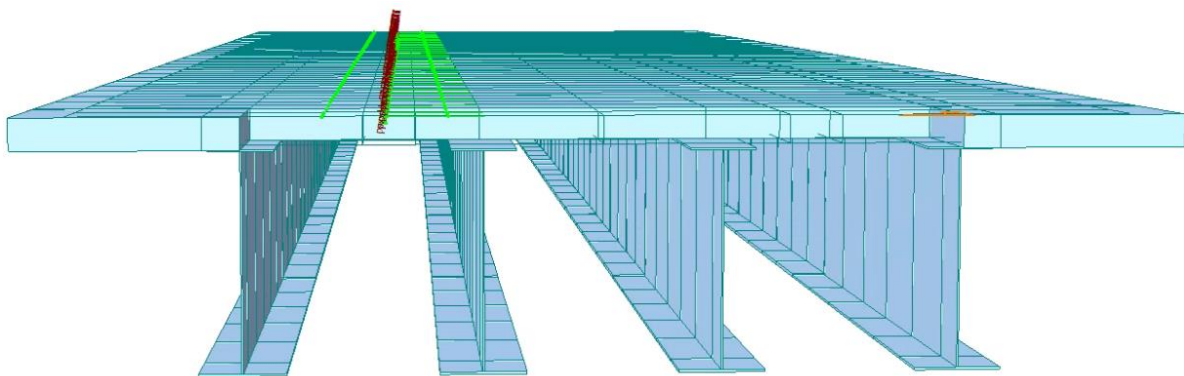


Figura 16- Esempio di linea di carico per i moving Load

- Le azioni da traffico orizzontali sono state considerate come carichi uniformemente distribuiti o puntuali applicati opportunamente e ripartiti come azioni equivalenti sui due cassoncini costituenti l’impalcato.

Gli effetti legati all’azione di frenamento/accelerazione sono applicati longitudinalmente considerando le giuste eccentricità rispetto alla modellazione adottata e applicando azioni di trasporto relative che si traducono in momenti flettenti longitudinali distribuiti.

- Il carico da vento è stato considerato come un’azione statica equivalente applicata su tutta la struttura in direzione trasversale. Il carico è stato ripartito lungo le singole travi e sulle estremità della soletta per tenere conto di effetti concentrati dovute a barriere antirumore. Si è tenuto conto anche dell’azione del vento sui convogli.
- La variazione termica uniforme è stata applicata su tutti gli elementi “beam” presenti nel modello.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

- La variazione termica differenziale trave-soletta è stata modellata attraverso forze equivalenti, come indicato nella figura seguente:

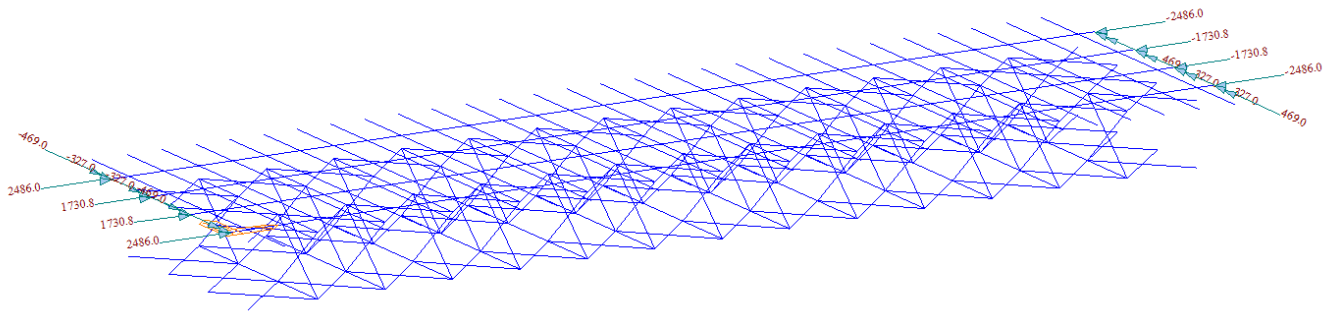


Figura 17 – Applicazione della termica differenziale trave-soletta

La forza corrispondente alla variazione termica differenziale trave-soletta è stata calcolata come:

$$N = \alpha \Delta T A_{cls} E_{c,0}$$

Tale forza è applicata sul baricentro della sezione composta dalla soletta più la predalla.

7.1.4 Analisi sismiche

Il modello, denominato modello globale n°3 - sismica, è stato utilizzato per eseguire analisi dinamiche lineari (analisi modali con spettri di risposta) finalizzate alla valutazione della risposta della struttura sotto azione sismica.

In tale modello, al fine di simulare la rigidità della soletta nel proprio piano, è stato necessario abbandonare per l'impalcato la modellazione a graticcio e si è ritenuto opportuno modellare la soletta attraverso elementi "plate".

Sia le travi quanto la soletta sono modellati a quota estradosso soletta. Per le travi si è utilizzato il comando "Change offset..." descritto precedentemente, per gli elementi plate della soletta è invece stato sufficiente inserire un offset pari metà spessore della soletta.

Modellazione dell'azione sismica

La risposta della struttura è stata valutata attraverso analisi di tipo lineare (analisi modale con spettri di risposta).

La combinazione tra gli effetti associati a ciascun modo di vibrare è stata eseguita attraverso la "combinazione quadratica completa" (CQC, §7.3.3.1 delle NTC [1]).

Nell'analisi modale sono state considerate le masse associate ai carichi permanenti strutturali g_1 e non strutturali g_2 . Data l'importanza della linea ferroviaria sono stati considerati il 20% dei carichi da traffico nella valutazione delle masse sismiche e i relativi carichi verticali associati.

Il numero di modi di vibrare considerato nell'analisi è pari a 100.

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

L'azione sismica è stata modellata attraverso gli spettri di risposta riportati al §5.10. Lo smorzamento viscoso equivalente associato alla struttura, e con il quale è stato ricavato lo spettro di progetto, è pari al 5%, fatta eccezione per il calcolo delle azioni sui dispositivi di vincolo e sui ritegni, dove si è assunto uno smorzamento del 10%.

Poiché nel modello non si è tenuto conto della deformabilità delle sottostrutture, a favore di sicurezza, lo spettro è stato modificato come indicato nelle immagini seguenti.

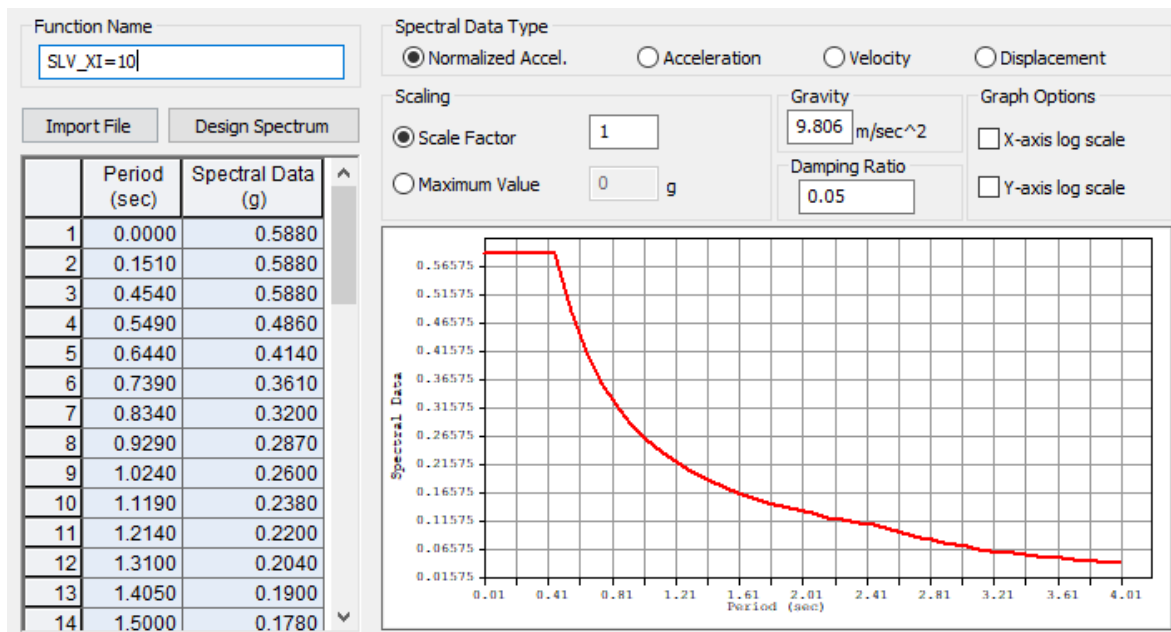


Figura 18 – Spettro SLV orizzontale utilizzato nelle analisi ($\xi=10\%$)

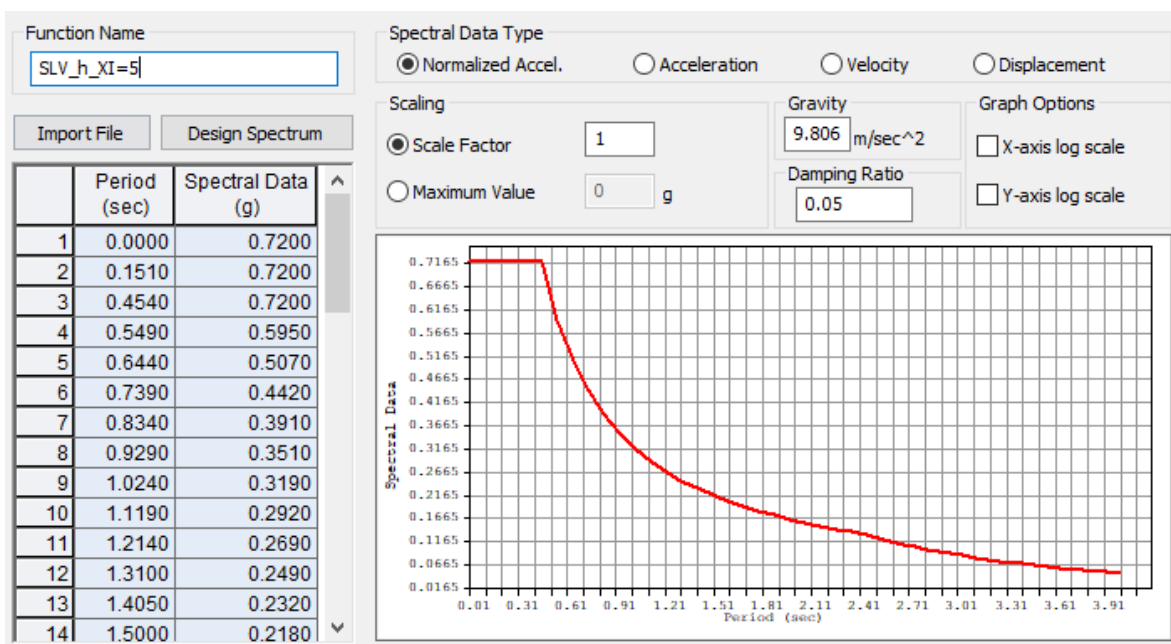


Figura 19 – Spettro SLV orizzontale utilizzato nelle analisi ($\xi=5\%$)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

7.1.5 Modellazione degli appoggi

I dispositivi di appoggio sono stati modellati attraverso link elastici (*elastic link*), i quali collegano i nodi posti ad intradosso travi con i nodi posti in corrispondenza dell'estradosso dei baggioli. A quest'ultimi è stato assegnato un vincolo ideale di incastro.

Nelle immagini seguenti si riportano delle viste del modello. In particolare, in Figura 21, si riporta la numerazione dei link elastici in appoggio.

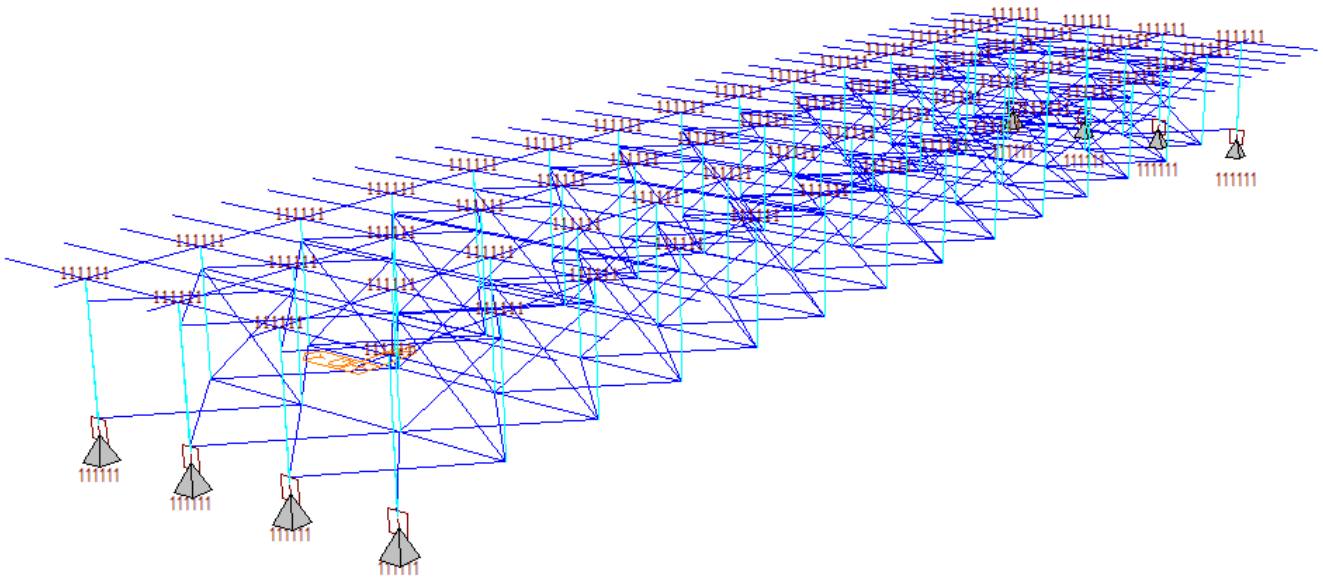


Figura 20 – Modellazione dei dispositivi di vincolo

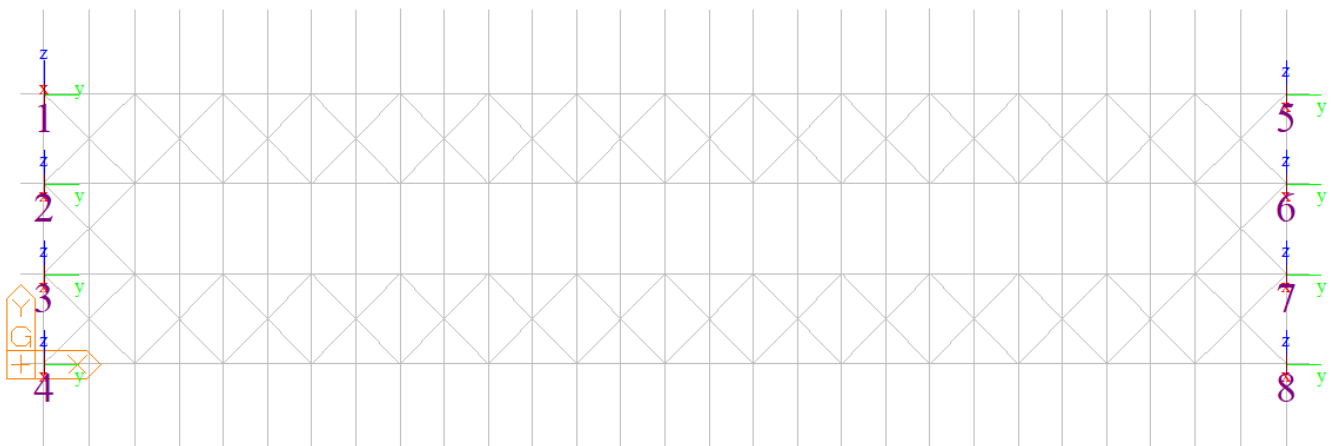


Figura 21 – Numerazione dei link elastici di appoggio

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

La rigidezza assiale dei link è stata posta pari a $k=1e10$ kN/m. Le rigidzze rotazionali sono invece state poste pari a zero (cerniere e carrelli).

Le rigidzze orizzontali sono state poste pari a $k=1e6$ kN/m laddove lo spostamento è impedito, mentre sono state poste pari a zero laddove lo spostamento è consentito.

No	Node1	Node2	Type	B Angle ([deg])	RIGID	SDx (kN/m)	SDy (kN/m)	SDz (kN/m)	SRx (kN*m/[rad])	SRy (kN*m/[rad])	SRz (kN*m/[rad])
1	400088	1	GEN	90.00	000000	10000000000.000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
2	400089	2	GEN	90.00	000000	10000000000.000	1000000.0000	1000000.0000	0.00	0.00	0.00
3	400090	3	GEN	90.00	000000	10000000000.000	1000000.0000	1000000.0000	0.00	0.00	0.00
4	400091	4	GEN	90.00	000000	10000000000.000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
5	400092	5	GEN	90.00	000000	10000000000.000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
6	400093	6	GEN	90.00	000000	10000000000.000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
7	400094	7	GEN	90.00	000000	10000000000.000	0.0000	1000000.0000	0.00	0.00	0.00
8	400095	8	GEN	90.00	000000	10000000000.000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00

Tabella 16 – Rigidezze dei link elastici in appoggio

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

7.2 Descrizione dei casi di carico implementati nel software

Si riporta di seguito una legenda dei casi di carico implementati nel modello FEM, al fine di consentire una più facile interpretazione dei risultati mostrati in relazione.

- **G1_steel** : Modello di Fase I + II – Load Case corrispondente al peso proprio della carpenteria metallica
- **G1_cls** : Modello di Fase I + II – Load case corrispondente al peso proprio della soletta in calcestruzzo
- **G2_ballast** : Modello di Fase I + II – Load case corrispondente al peso portato del ballast
- **G2_muretti** : Modello di Fase I + II – Load case corrispondente al peso proprio portato dei muretti della vasca porta ballast
- **G2_canaline** : Modello di Fase I + II – Load case corrispondente al peso proprio portato delle canaline portacavi
- **G2_cordoli** : Modello di Fase I + II – Load case corrispondente al peso proprio dei cordoli in estremità alla soletta
- **G2_velette** : Modello di Fase I + II – Load case corrispondente al peso proprio portato delle velette di estremità dell'impalcato
- **G2_barriere** . Modello di Fase I + II – Load case corrispondente al peso proprio delle barriere antirumore da considerare anche qualora la loro installazione non fosse prevista da progetto
- **G2_camminamento** : Modello di Fase I + II – Load case corrispondente al camminamento presente all'interno dell'impalcato ai fini dell'ispezione
- **G2** : somma dei carichi permanenti non strutturali G2, escluso G2_ballast
- **Termica U** : Modello di Fase III – Load case corrispondente ad un gradiente termico uniforme applicato sull'intera struttura
- **Termica DT** : Modello di Fase III – Load Case corrispondente ad un gradiente termico differenziale tra impalcato metallico e soletta
- **Qvento_(+)** : Modello di Fase III – Load case corrispondente al carico da vento applicato sulla struttura in direzione delle y crescenti
- **ML_LM71_p** : Modello di Fase III - Load case corrispondente al modello di carico LM71 in asse binario pari. Massimizzazione delle componenti di sollecitazione e spostamento mediante le linee di influenza
- **ML_LM71_d** : Modello di Fase III - Load case corrispondente al modello di carico LM71 in asse binario dispari. Massimizzazione delle componenti di sollecitazione e spostamento mediante le linee di influenza
- **ML_SW2_p** : Modello di Fase III - Load case corrispondente al modello di carico SW2 in asse binario pari. Massimizzazione delle componenti di sollecitazione e spostamento mediante le linee di influenza

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

- **ML_SW2_d** : Modello di Fase III - Load case corrispondente al modello di carico SW2 in asse binario dispari. Massimizzazione delle componenti di sollecitazione e spostamento mediante le linee di influenza
- **ML_LM71_p_sx** : Modello di Fase III - Load case corrispondente al modello di carico LM71 in asse binario pari, con eccentricità in sinistra (interno curva). Massimizzazione delle componenti di sollecitazione e spostamento mediante le linee di influenza
- **ML_LM71_p_dx** : Modello di Fase III - Load case corrispondente al modello di carico LM71 in asse binario pari, con eccentricità in destra (esterno curva). Massimizzazione delle componenti di sollecitazione e spostamento mediante le linee di influenza
- **ML_LM71_d_sx** : Modello di Fase III - Load case corrispondente al modello di carico LM71 in asse binario dispari, con eccentricità in sinistra (interno curva). Massimizzazione delle componenti di sollecitazione e spostamento mediante le linee di influenza
- **ML_LM71_d_dx** : Modello di Fase III - Load case corrispondente al modello di carico LM71 in asse binario dispari, con eccentricità in destra (esterno curva). Massimizzazione delle componenti di sollecitazione e spostamento mediante le linee di influenza
- **ML_SW2_p_sx** : Modello di Fase III - Load case corrispondente al modello di carico SW2 in asse binario pari, con eccentricità in sinistra (interno curva). Massimizzazione delle componenti di sollecitazione e spostamento mediante le linee di influenza
- **ML_SW2_p_dx** : Modello di Fase III - Load case corrispondente al modello di carico SW2 in asse binario pari, con eccentricità in destra (esterno curva). Massimizzazione delle componenti di sollecitazione e spostamento mediante le linee di influenza
- **ML_SW2_d_sx** : Modello di Fase III - Load case corrispondente al modello di carico SW2 in asse binario dispari, con eccentricità in sinistra (interno curva). Massimizzazione delle componenti di sollecitazione e spostamento mediante le linee di influenza
- **ML_SW2_d_dx** : Modello di Fase III - Load case corrispondente al modello di carico SW2 in asse binario dispari, con eccentricità in destra (esterno curva). Massimizzazione delle componenti di sollecitazione e spostamento mediante le linee di influenza
- **Qcent_LM71_j_k** : Modello di Fase III – Carico statico corrispondente alla forza centrifuga, gli indici j e k assumono le seguenti denominazioni a seconda della posizione considerata:
 - o j : p o d a seconda che si consideri il treno di carico i sul binario pari o dispari rispettivamente
 - o k : mezz (forza applicata in mezzeria), pila_M (forza applicata in corrispondenza della pila lato mobile), pila_F (forza applicata in corrispondenza della pila lato Fisso)
 - esempio: Qcent_LM71_d_pila_F : leggi come= Forza centrifuga relativa al treno di carico LM71 applicata sul binario dispari in corrispondenza della pila lato fisso.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

- **Qcent_SW2_p** : Modello di Fase III – Carico statico corrispondente alla forza centrifuga del treno di carico SW2 applicata sul binario pari
- **Qcent_SW2_d** : Modello di Fase III – Carico statico corrispondente alla forza centrifuga del treno di carico SW2 applicata sul binario dispari
- **Qserp_i_j_k** : Modello di Fase III – Carico statico corrispondente alla forza di serpeggio, gli indici i, j e k assumono le seguenti denominazioni a seconda della posizione considerata:
 - o i : LM71 o SW2 a seconda del modello di carico considerati
 - o j : p o d a seconda che si consideri il treno di carico i sul binario pari o dispari rispettivamente
 - o k : mezz (forza applicata in mezzeria), pila_M (forza applicata in corrispondenza della pila lato mobile), pila_F (forza applicata in corrispondenza della pila lato Fisso)
 - esempio: Qserp_LM71_d_pila_F : leggi come= Forza di serpeggio relativa al treno di carico LM71 applicata sul binario dispari in corrispondenza della pila lato fisso.
- **Qavv_LM71_p** : Modello di Fase III – Carico statico corrispondente alla forza di avviamento del treno di carico LM71 presente sul binario pari
- **Qavv_LM71_d** : Modello di Fase III – Carico statico corrispondente alla forza di avviamento del treno di carico LM71 presente sul binario dispari
- **Qavv_SW2_p** : Modello di Fase III – Carico statico corrispondente alla forza di avviamento del treno di carico SW2 presente sul binario pari
- **Qavv_SW2_d** : Modello di Fase III – Carico statico corrispondente alla forza di avviamento del treno di carico LM71 presente sul binario dispari
- **Qfren_LM71_p** : Modello di Fase III – Carico statico corrispondente alla forza di frenatura del treno di carico LM71 presente sul binario pari
- **Qfren_LM71_d** : Modello di Fase III – Carico statico corrispondente alla forza di frenatura del treno di carico LM71 presente sul binario dispari
- **Qfren_SW2_p** : Modello di Fase III – Carico statico corrispondente alla forza di frenatura del treno di carico SW2 presente sul binario pari
- **Qfren_SW2_d** : Modello di Fase III – Carico statico corrispondente alla forza di frenatura del treno di carico LM71 presente sul binario dispari
- **ENV_Traffico** : Modello di Fase III – Inviluppo di tutti i possibili scenari di traffico (gr.1 e gr.3) analizzati
- **ENV_Traffico_PSI** : Modello di Fase III – Inviluppo di tutti i possibili scenari di traffico (gr.1 e gr.3) analizzati assunti i valori frequenti
- **ENV_Traffico_gr4**: Modello di Fase III – Inviluppo di tutti i possibili scenari di traffico del gruppo 4 analizzati

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

- **LM71_p_fat** : Inviluppo degli scenari analizzati per il treno di carico LM71 su binario pari, per le verifiche a fatica (comprende centrifuga e effetti dinamici)
- **LM71_d_fat** : Inviluppo degli scenari analizzati per il treno di carico LM71 su binario dispari, per le verifiche a fatica (comprende centrifuga e effetti dinamici)

NOTA:

Negli output delle varie verifiche svolte e riportate nel presente documento, al fine di snellire l'esposizione delle stesse, i carichi sopra menzionati sono stati raggruppati nel seguente modo:

- g1 carichi permanenti strutturali
- g2 carichi permanenti non strutturali (G2 +G2_ballast)
- qt carichi da traffico (ENV_Traffico o ENV_Traffico_PSI o ENV_Traffico gr4, a secondo dalla combinazione)
- q5 azione del vento
- q7 variazione termica (combinazione della variazione termica uniforme con la variazione termica differenziale)
- ε2 azione di ritiro della soletta
- ε4 cedimenti differenziali in fondazione
- E azione sismica

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

7.3 Risultati delle analisi globali

7.3.1 Analisi modale

Si riportano nelle figure seguenti le deformate modali dei primi cinque modi di vibrare dell'impalcato.

Con i modi considerati si raggiunge una massa partecipante traslazionale maggiore all'85% in tutte e tre le direzioni.

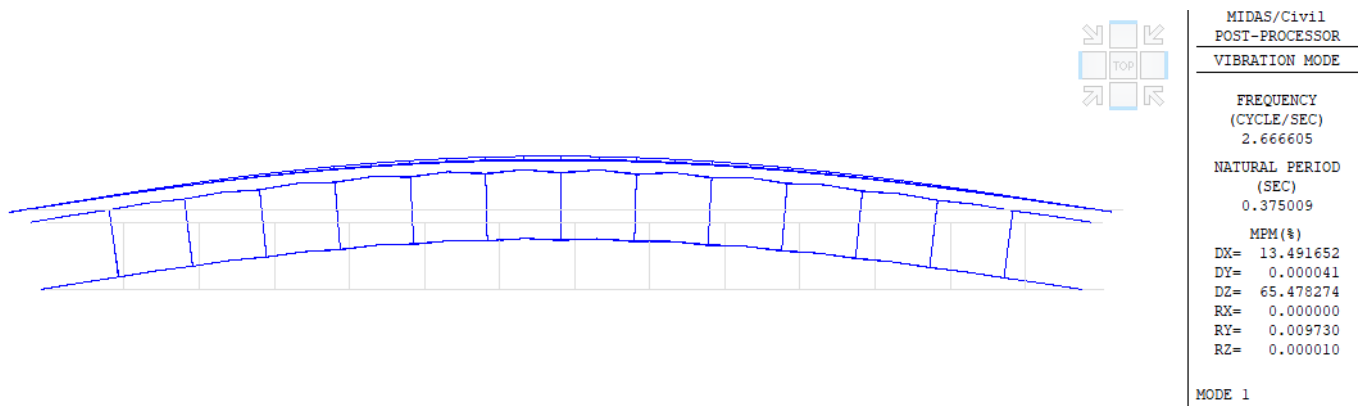


Figura 22 – 1 modo di vibrare

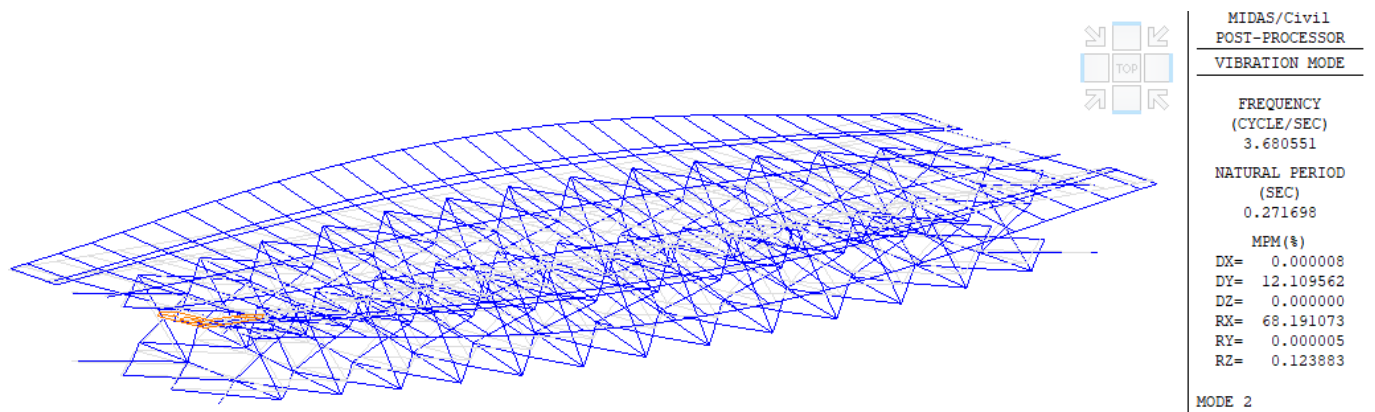


Figura 23- 2 Modo di vibrare

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Progetto	Lotto	Codifica		
IN17	12	EI2CLVI2105001	B	

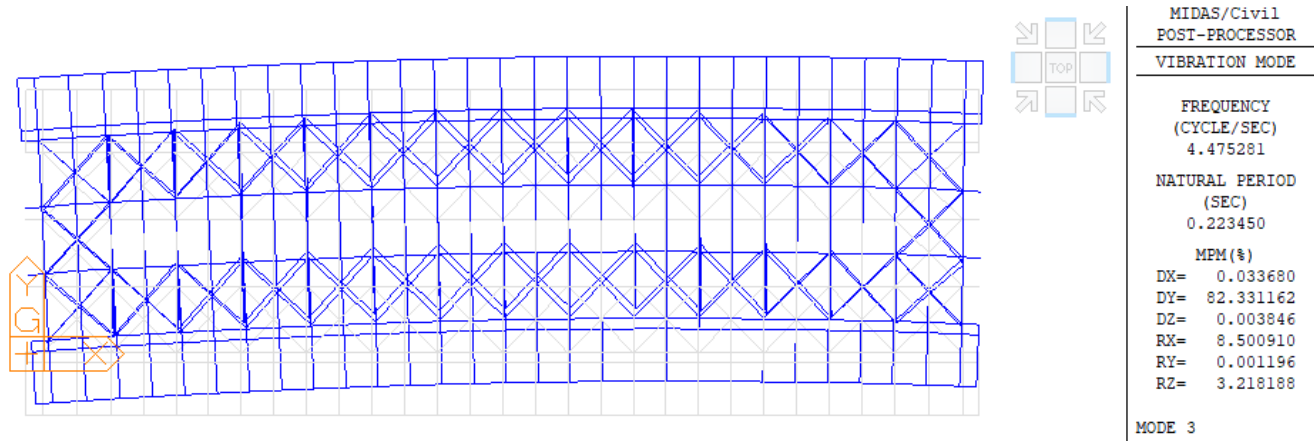


Figura 24 – 3 Modo di vibrare

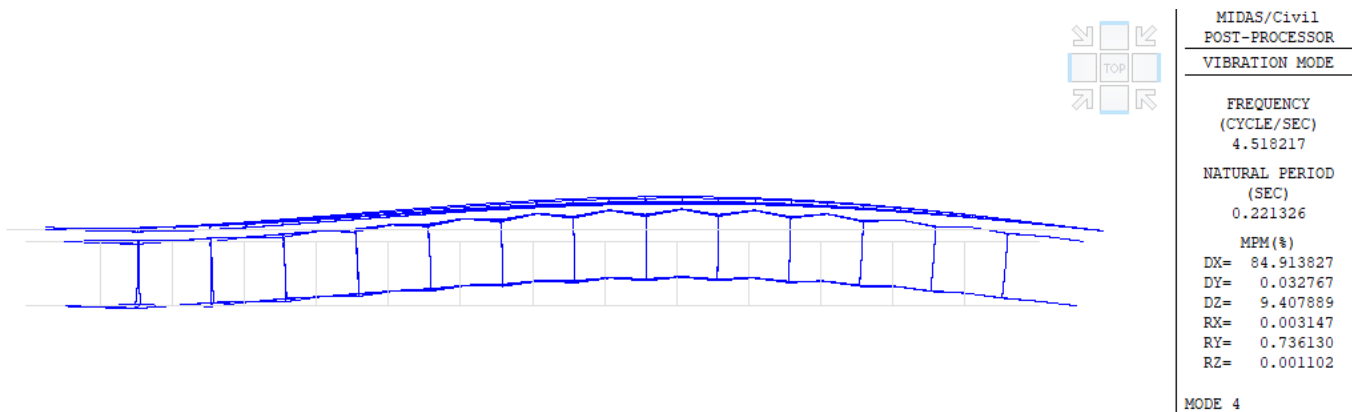


Figura 25 – 4 Modo di vibrare

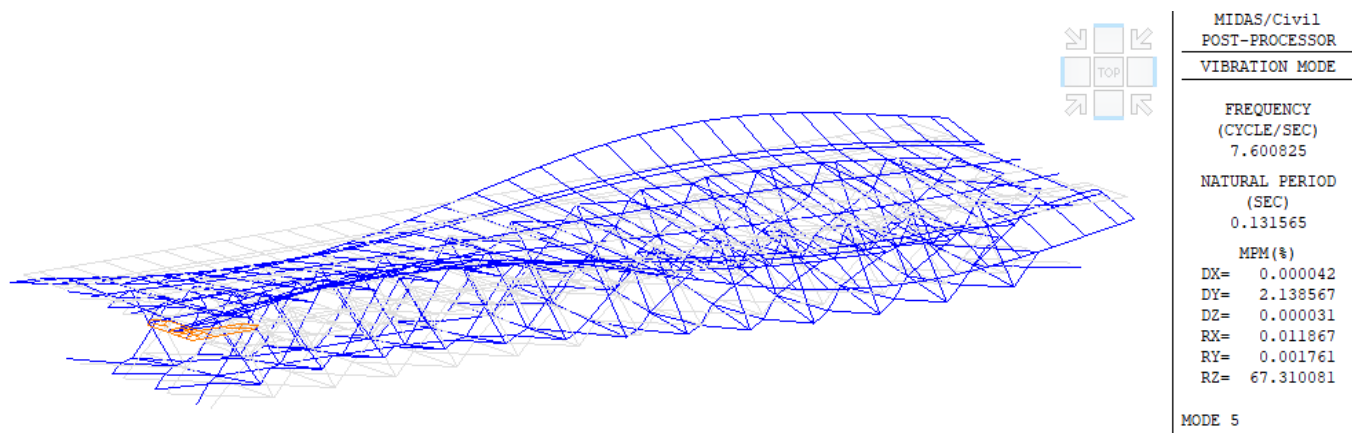


Figura 26 – 5 modo di vibrare

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

7.3.2 Diagrammi delle sollecitazioni elementari nelle travi

Si riportano nelle immagini seguenti i diagrammi delle sollecitazioni elementari agenti nelle travi di impalcato.

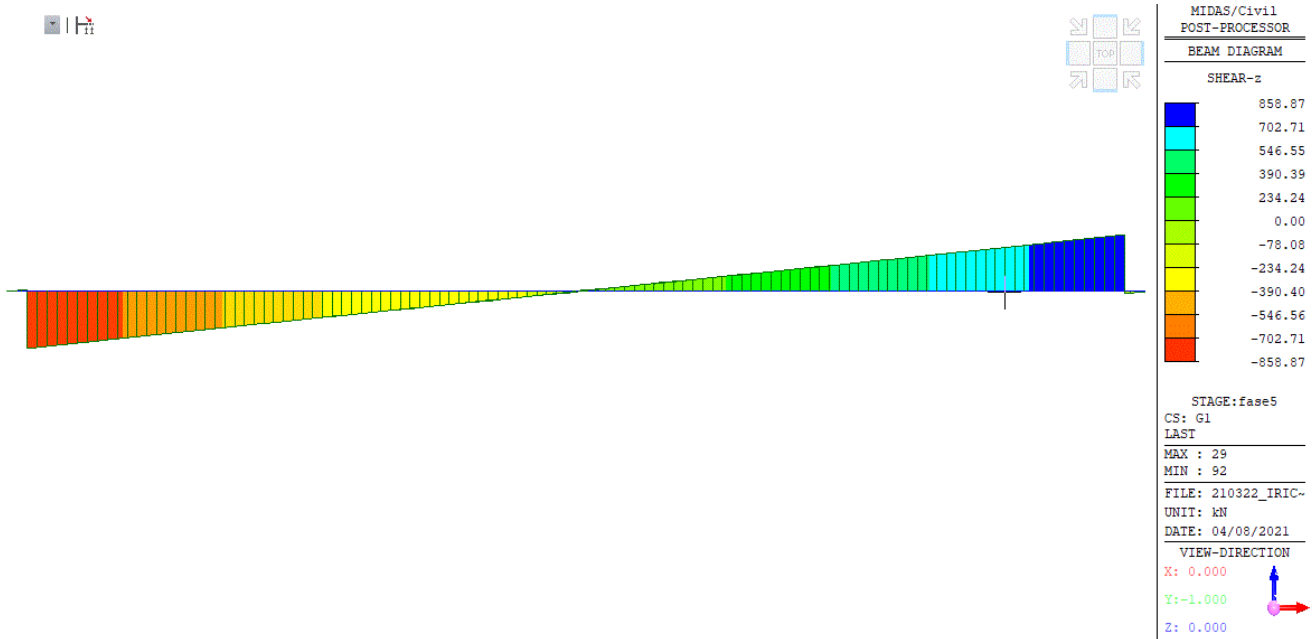


Figura 27 – G1_Taglio verticale

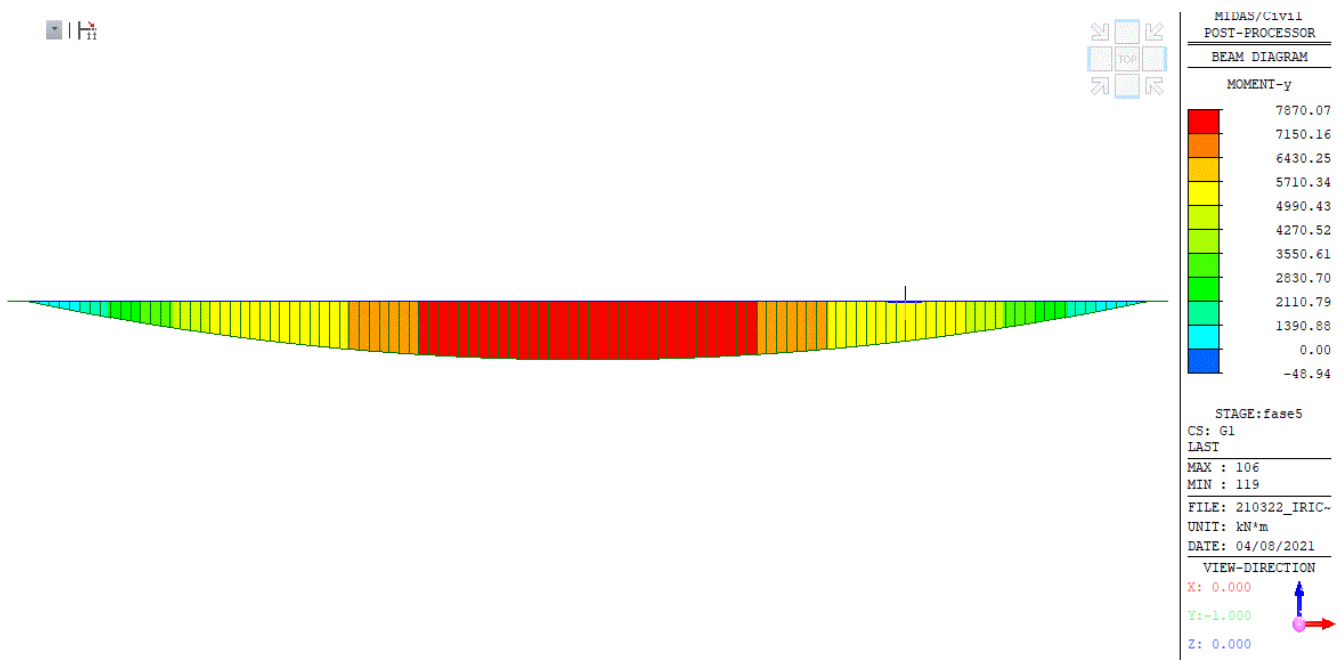


Figura 28 – G1_Momento flettente

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

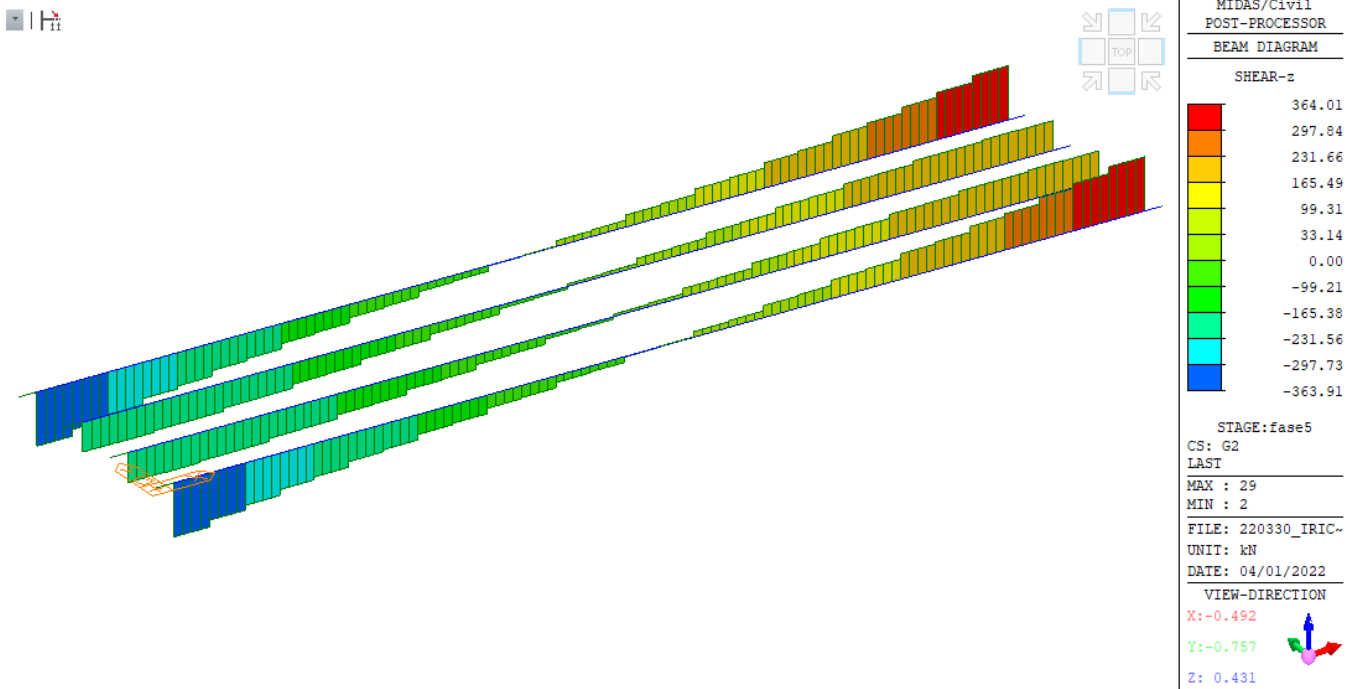


Figura 29 – G2_Taglio Verticale

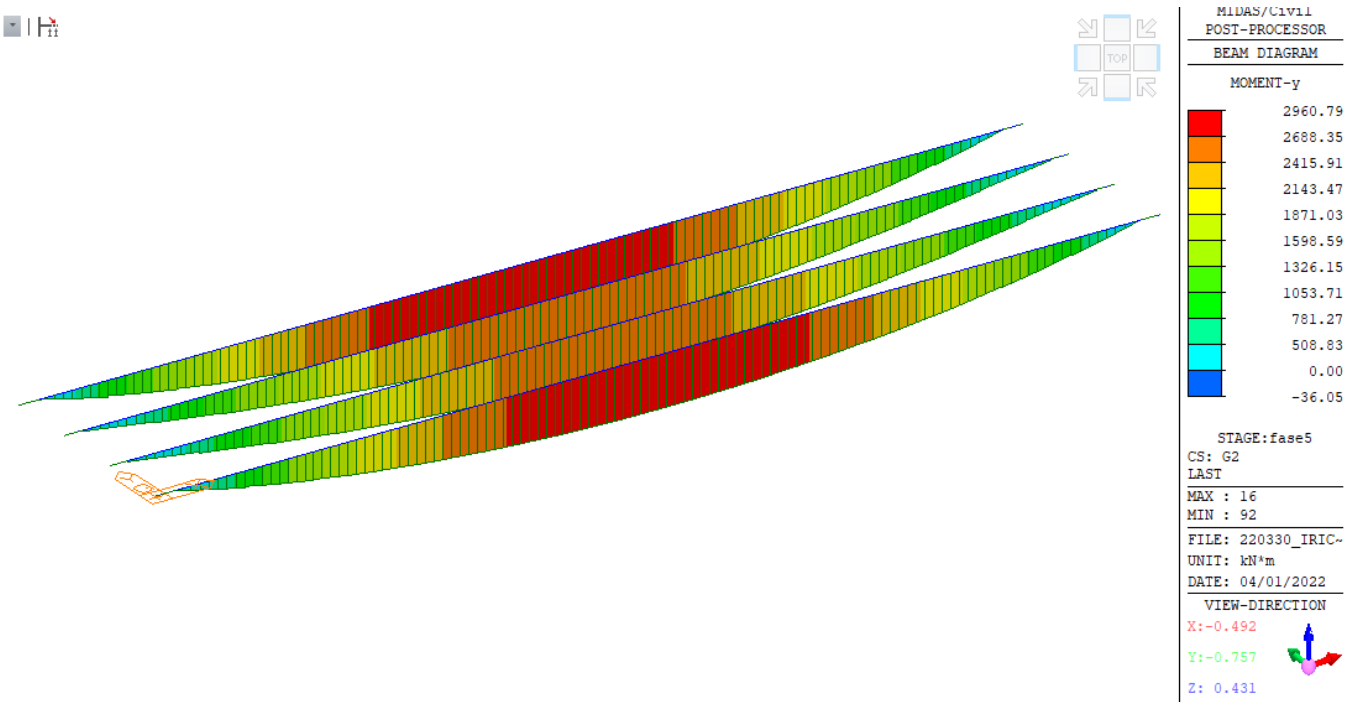


Figura 30 – G2_Momento Flettente

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

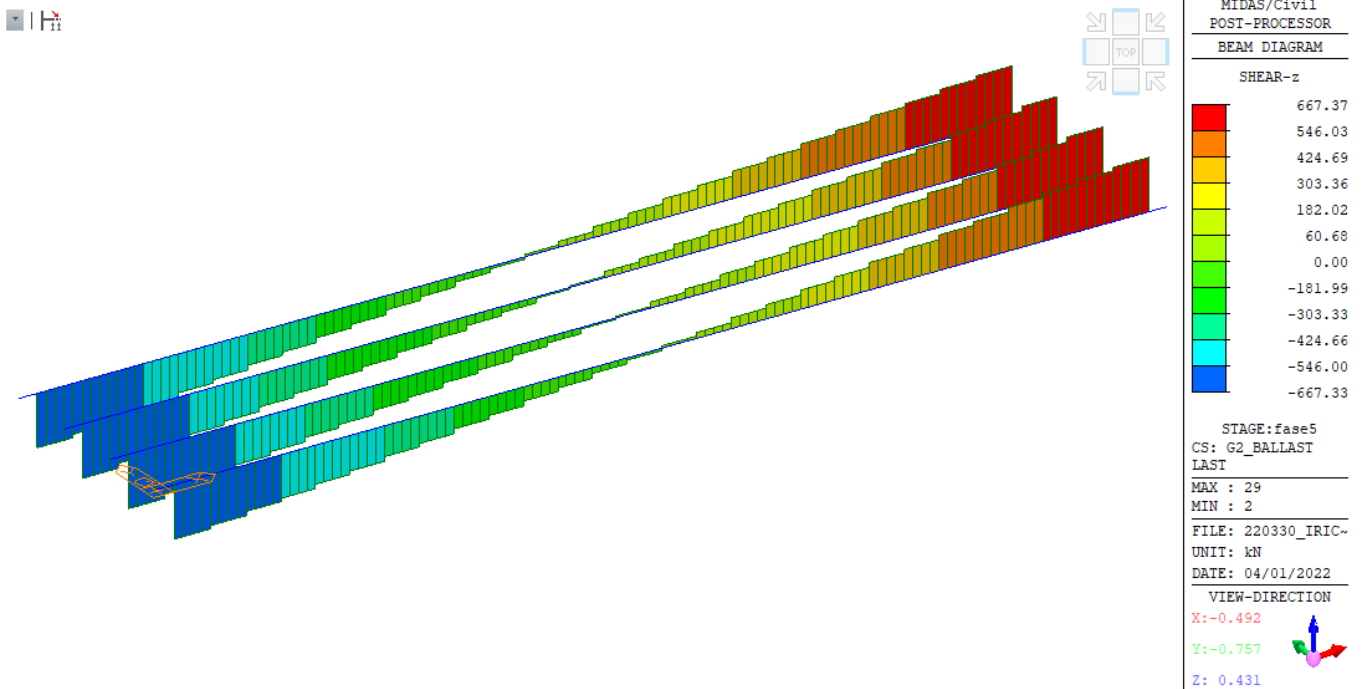


Figura 31 – G2 ballast_Taglio verticale

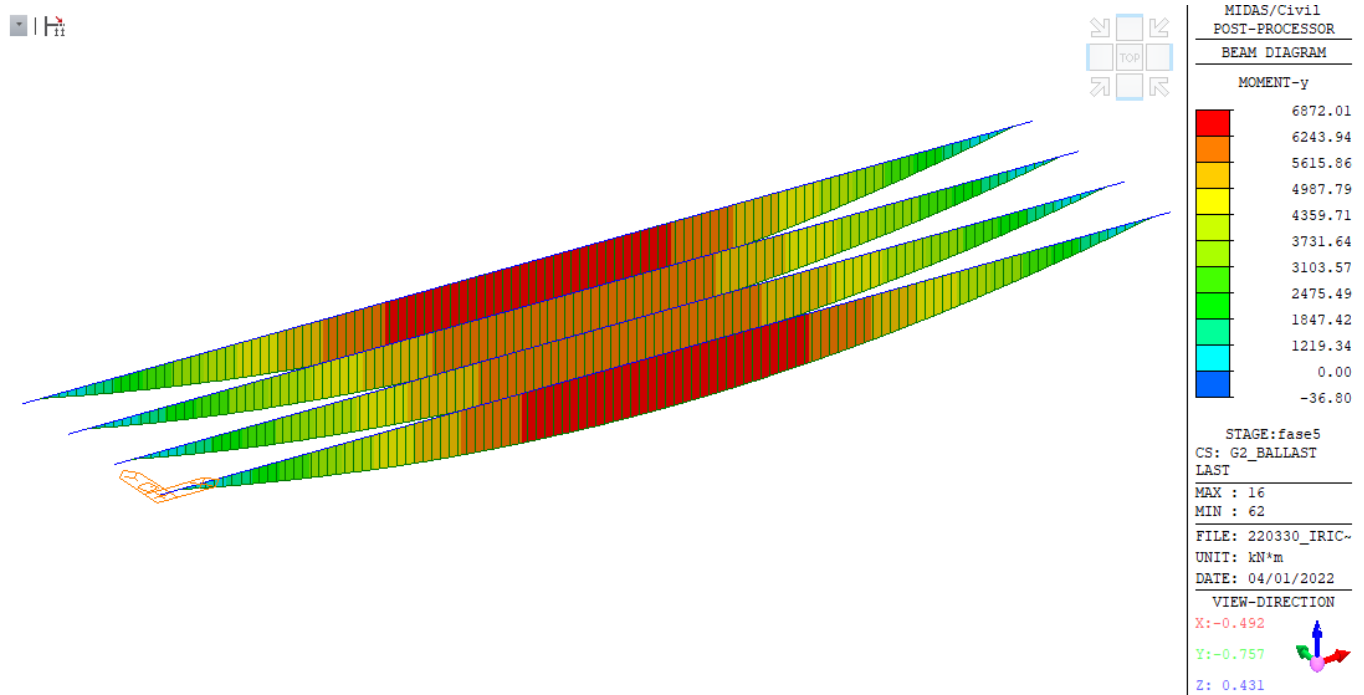


Figura 32 – G2 ballast_Momento flettente

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

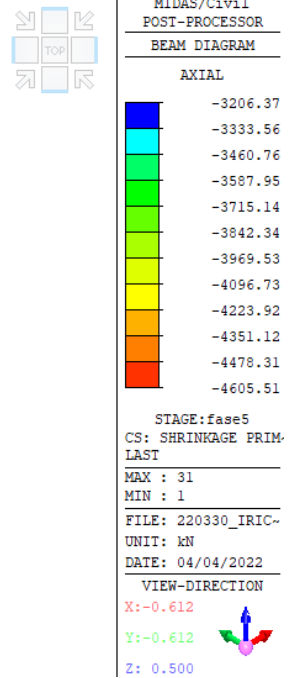
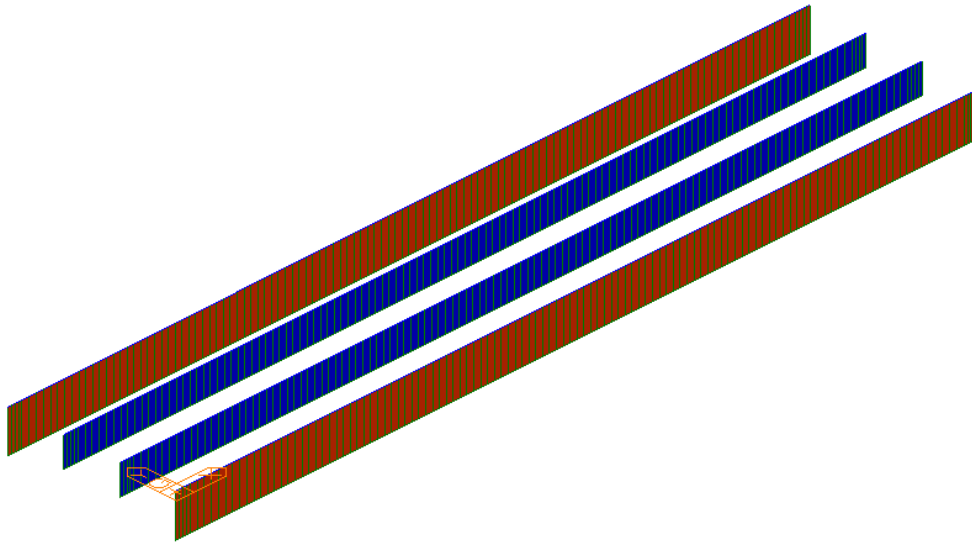


Figura 33 – Ritiro effetto primario_Sforzo Assiale

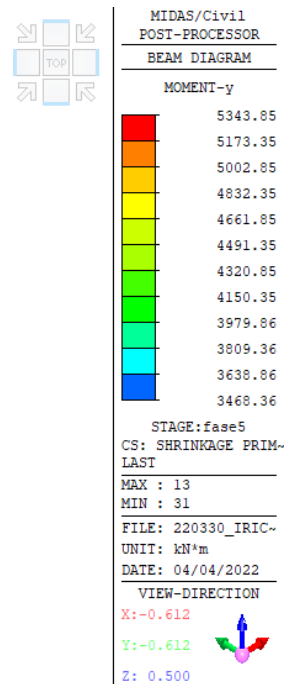
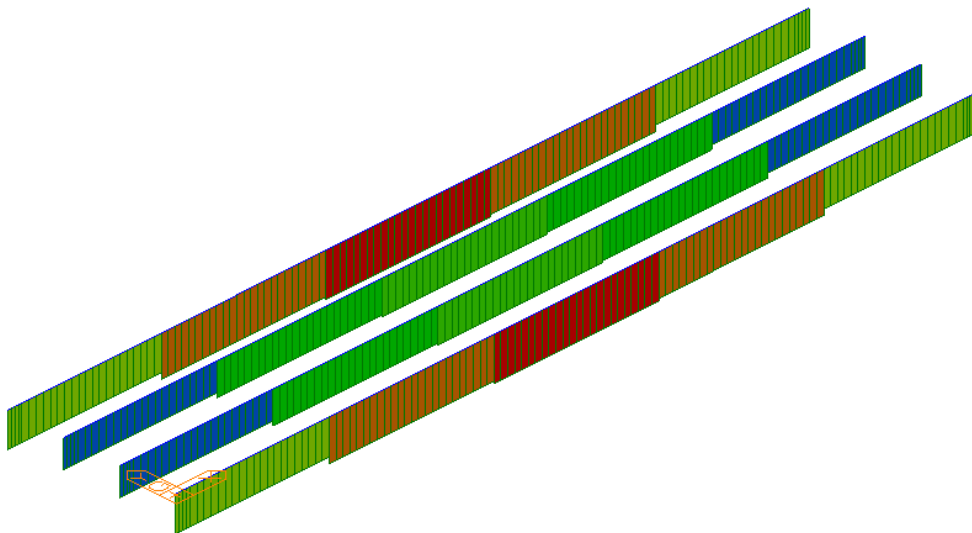
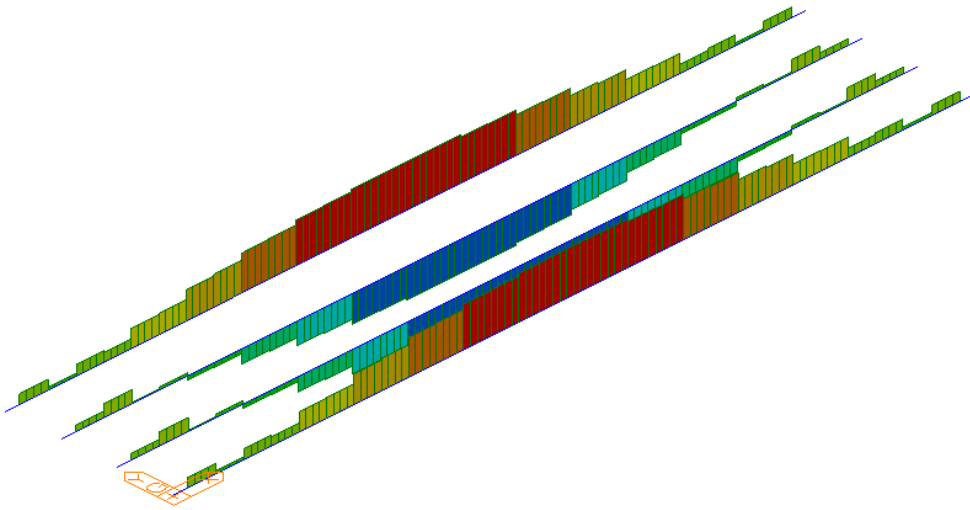


Figura 34 – Ritiro primario_Momento flettente

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

182.79
154.78
126.77
98.76
70.75
42.74
14.73
0.00
-41.29
-69.30
-97.32
-125.33

STAGE: fase5
CS: SHRINKAGE SEC-LAST
MAX : 15
MIN : 45
FILE: 220330_IRIC-
UNIT: kN
DATE: 04/04/2022

VIEW-DIRECTION
X: -0.612
Y: -0.612
Z: 0.500


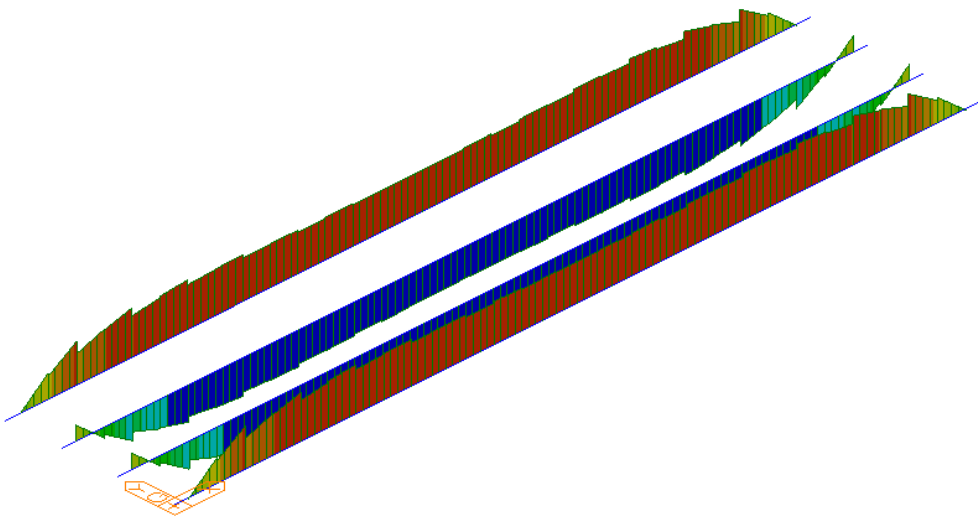


Figura 35 – Ritiro effetto secondario_Sforzo Assiale



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

342.55
271.47
200.39
129.31
58.23
0.00
-83.92
-155.00
-226.08
-297.16
-368.24
-439.32

STAGE: fase5
CS: SHRINKAGE SEC-LAST
MAX : 37
MIN : 7
FILE: 220330_IRIC-
UNIT: kN*m
DATE: 04/04/2022

VIEW-DIRECTION
X: -0.612
Y: -0.612
Z: 0.500


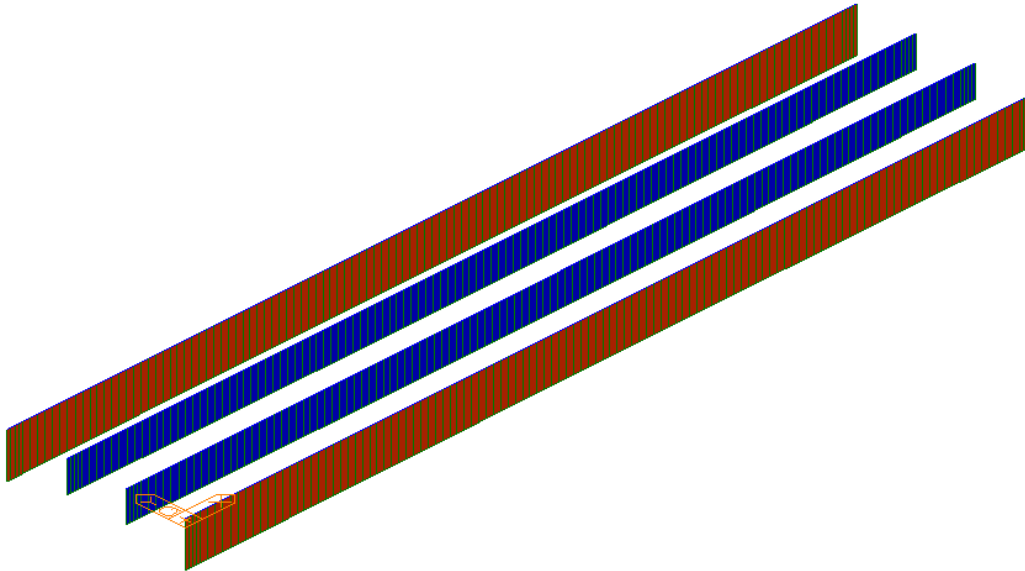


Figura 36 – Ritiro effetto secondario_Momento flettente

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

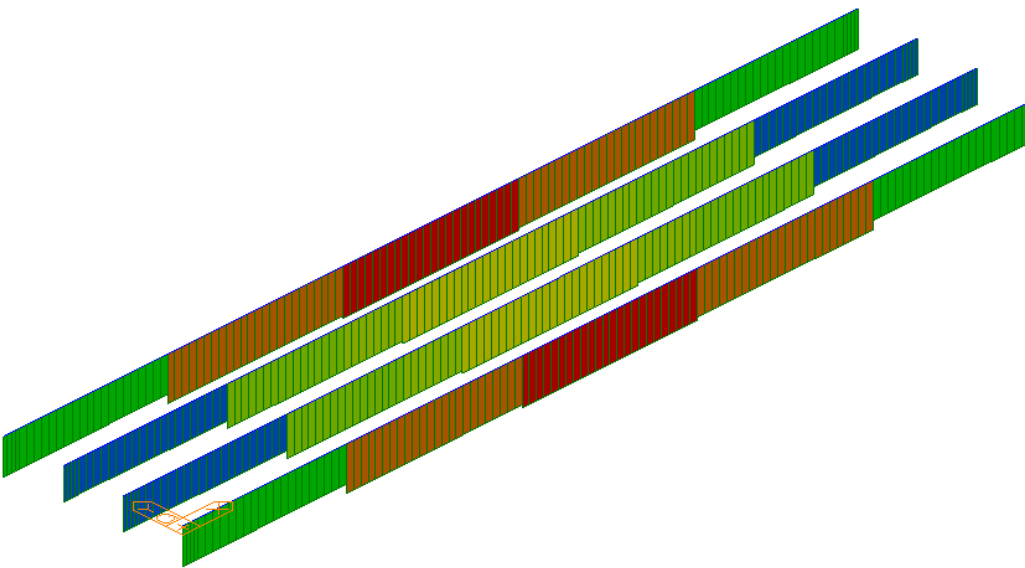
AXIAL

Blue	-1727.76
Cyan	-1796.69
Green	-1865.62
Light Green	-1934.55
Yellow-Green	-2003.48
Yellow	-2072.41
Orange-Yellow	-2141.35
Orange	-2210.28
Red-Orange	-2279.21
Red	-2348.14
Dark Red	-2417.07
Dark Red	-2486.00

ST: TERMICA DT
MAX : 62
MIN : 1
FILE: 220401_IRIC-
UNIT: kN
DATE: 04/04/2022

VIEW-DIRECTION
X: -0.612
Y: -0.612
Z: 0.500

Figura 37 – Termica Differenziale_sforzo assiale



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Red	1633.90
Dark Red	1587.32
Red-Orange	1540.74
Orange	1494.15
Yellow-Orange	1447.57
Yellow	1400.99
Light Yellow	1354.41
Yellow-Green	1307.83
Yellow	1261.25
Light Green	1214.67
Green	1168.08
Blue	1121.50

ST: TERMICA DT
MAX : 17
MIN : 32
FILE: 220401_IRIC-
UNIT: kN*m
DATE: 04/04/2022

VIEW-DIRECTION
X: -0.612
Y: -0.612
Z: 0.500

Figura 38 – Termica Differenziale_Momento flettente

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

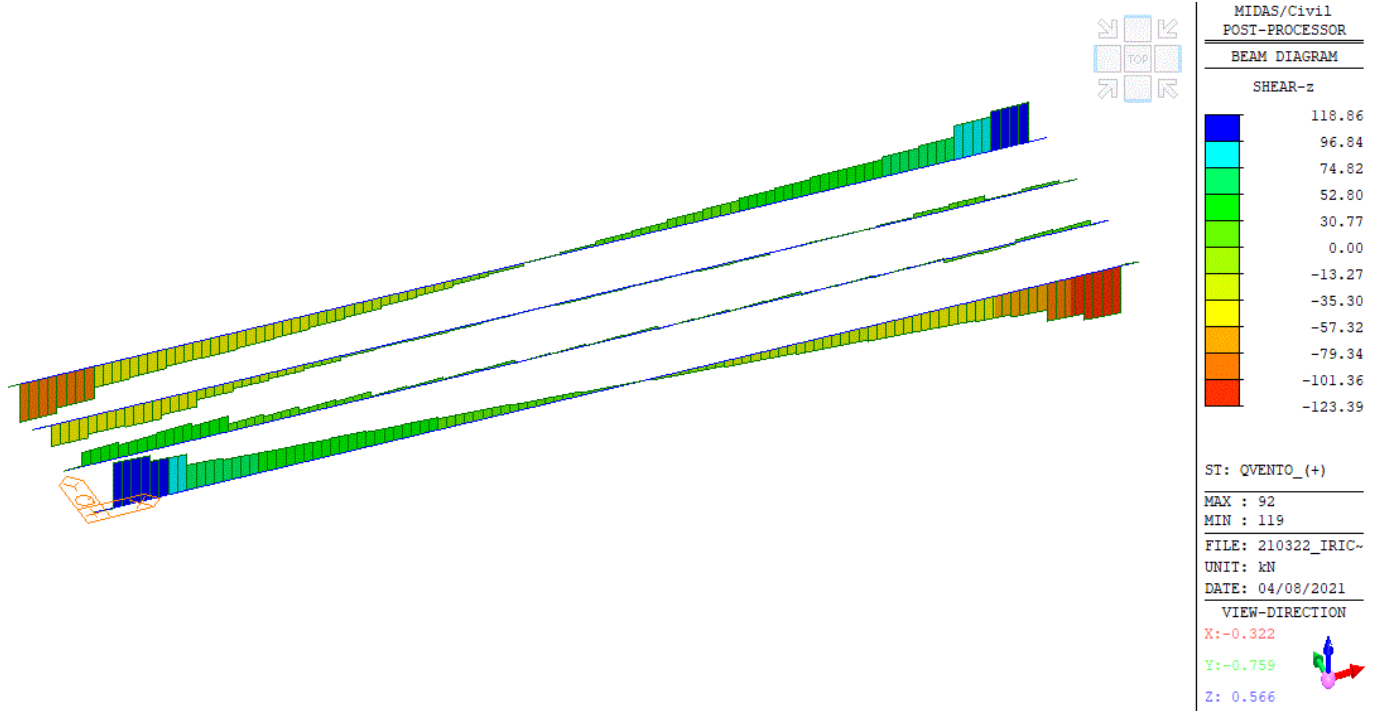


Figura 39 – Vento trasversale_Taglio verticale

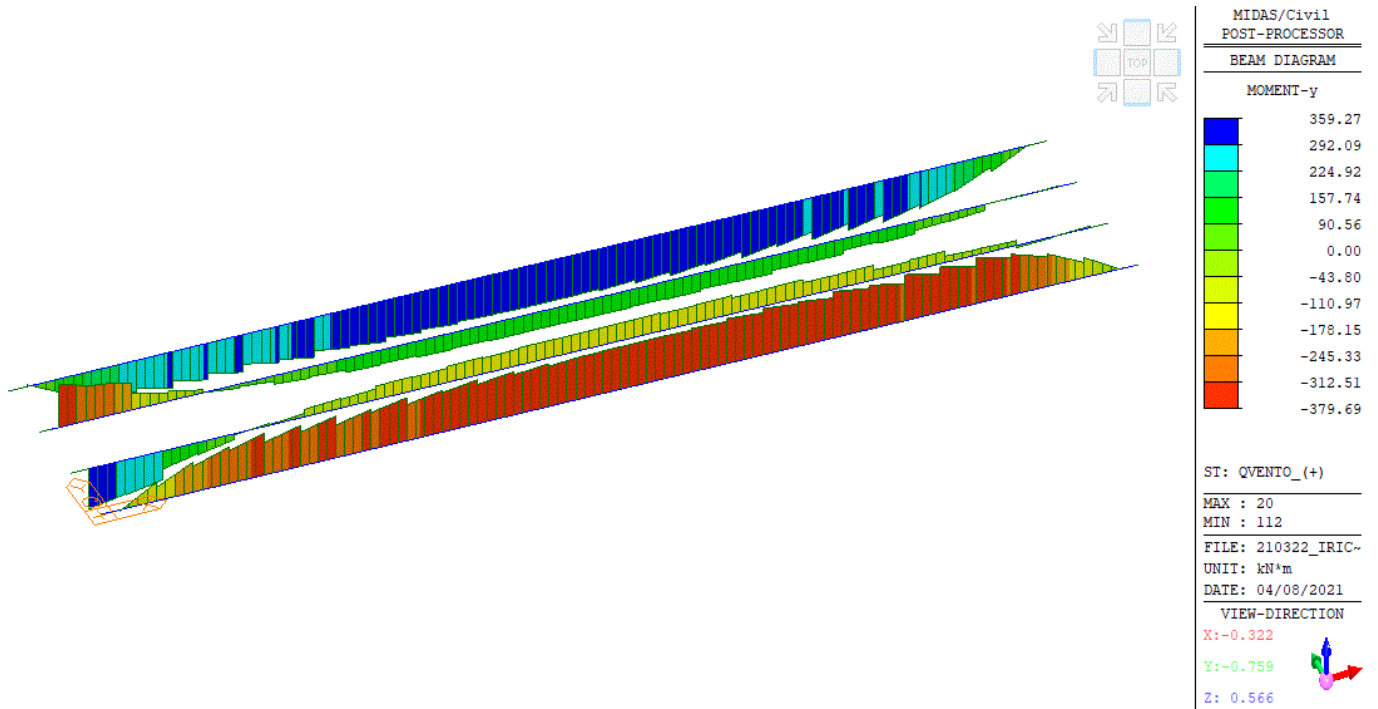


Figura 40 – Vento trasversale_Momento flettente

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

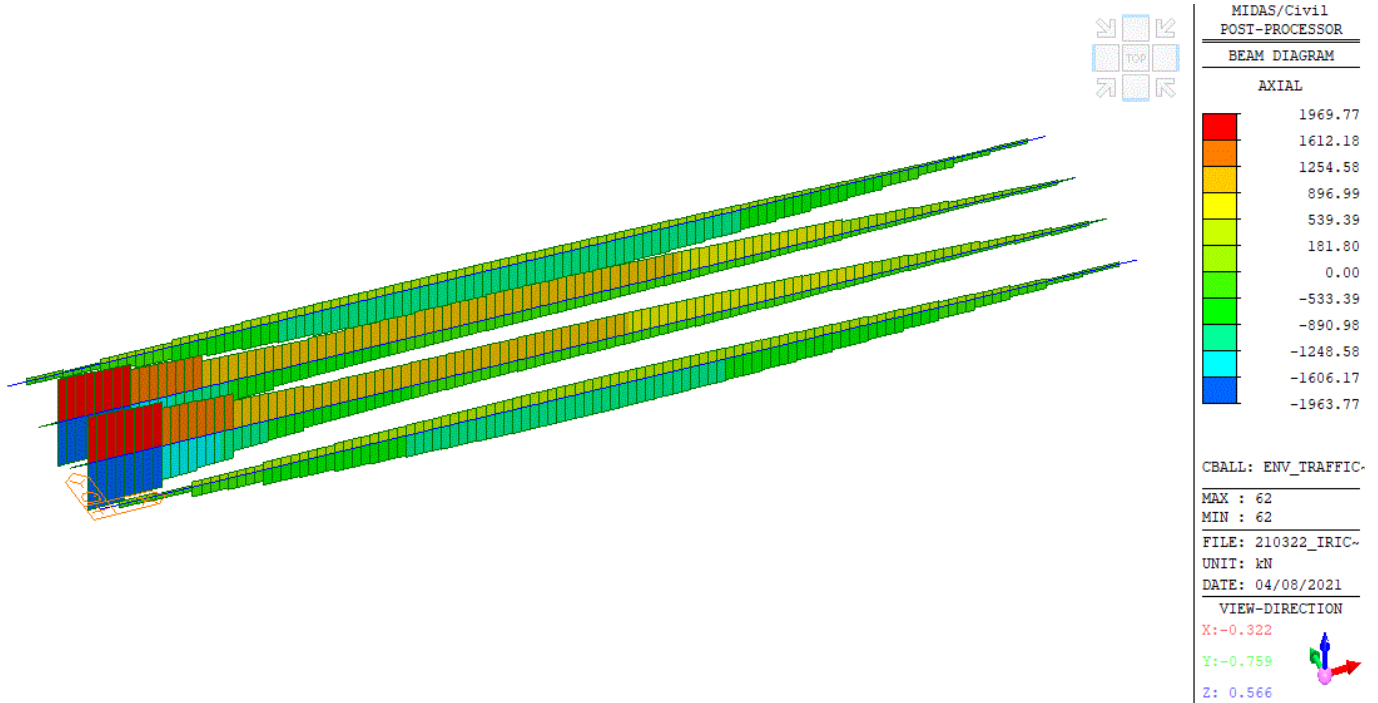


Figura 41 – Involuppo azioni da traffico _ Sforzo Assiale

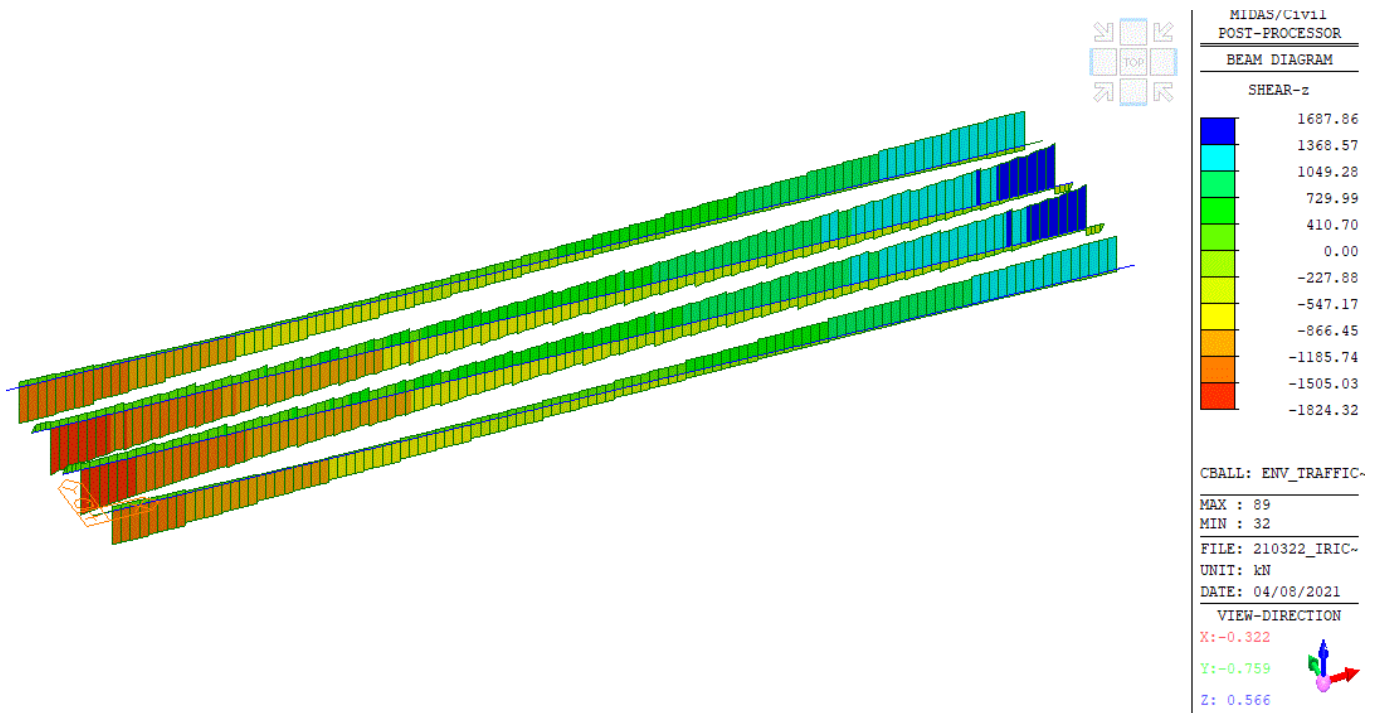


Figura 42 – Involuppo azioni da traffico _ Sforzo di Taglio

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

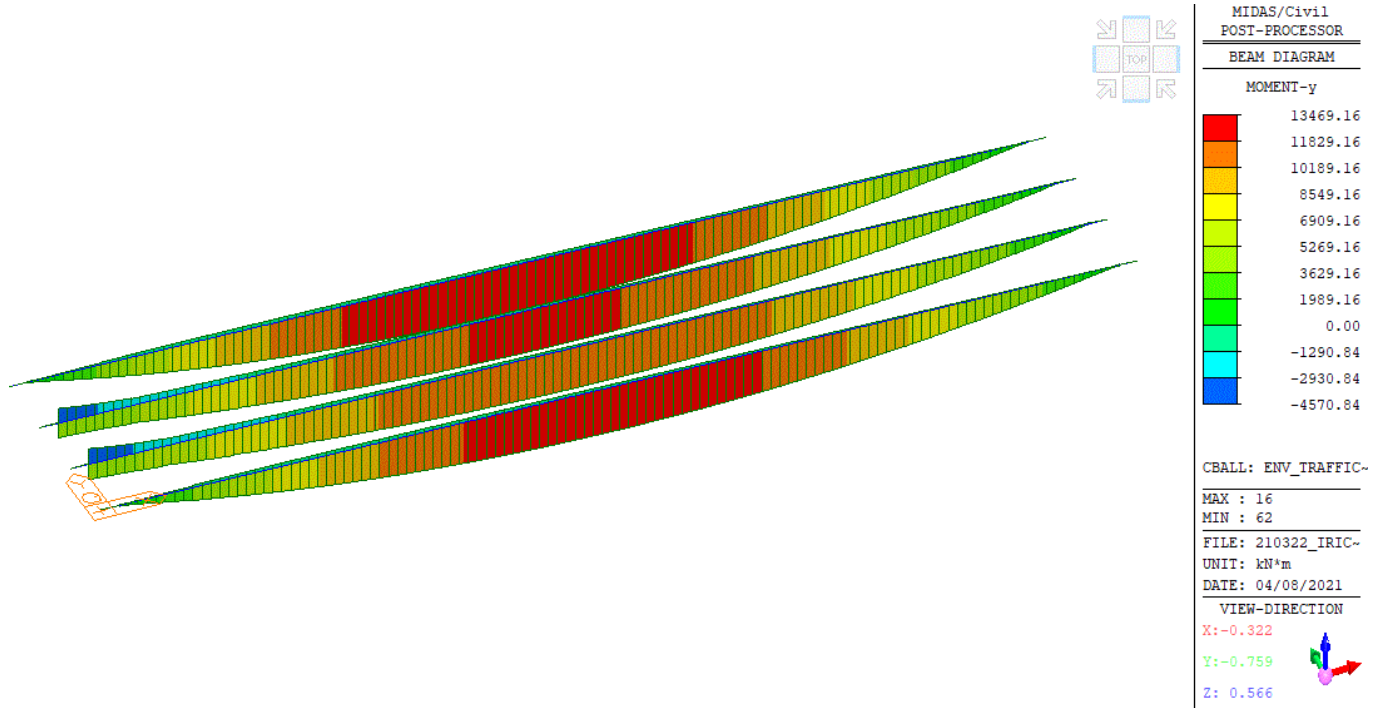


Figura 43 – Involuppo azioni da traffico _ Momento flettente

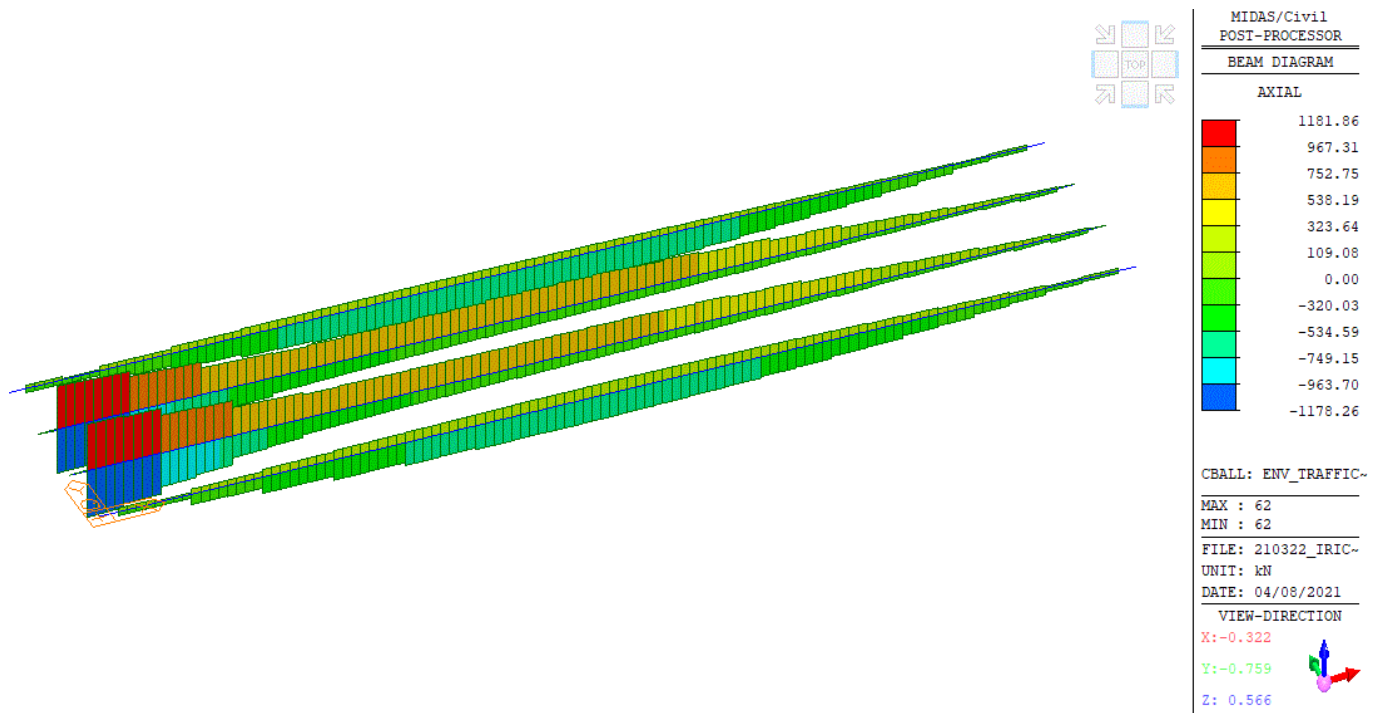


Figura 44 – Involuppo azioni da traffico con valori frequenti _ Sforzo Assiale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

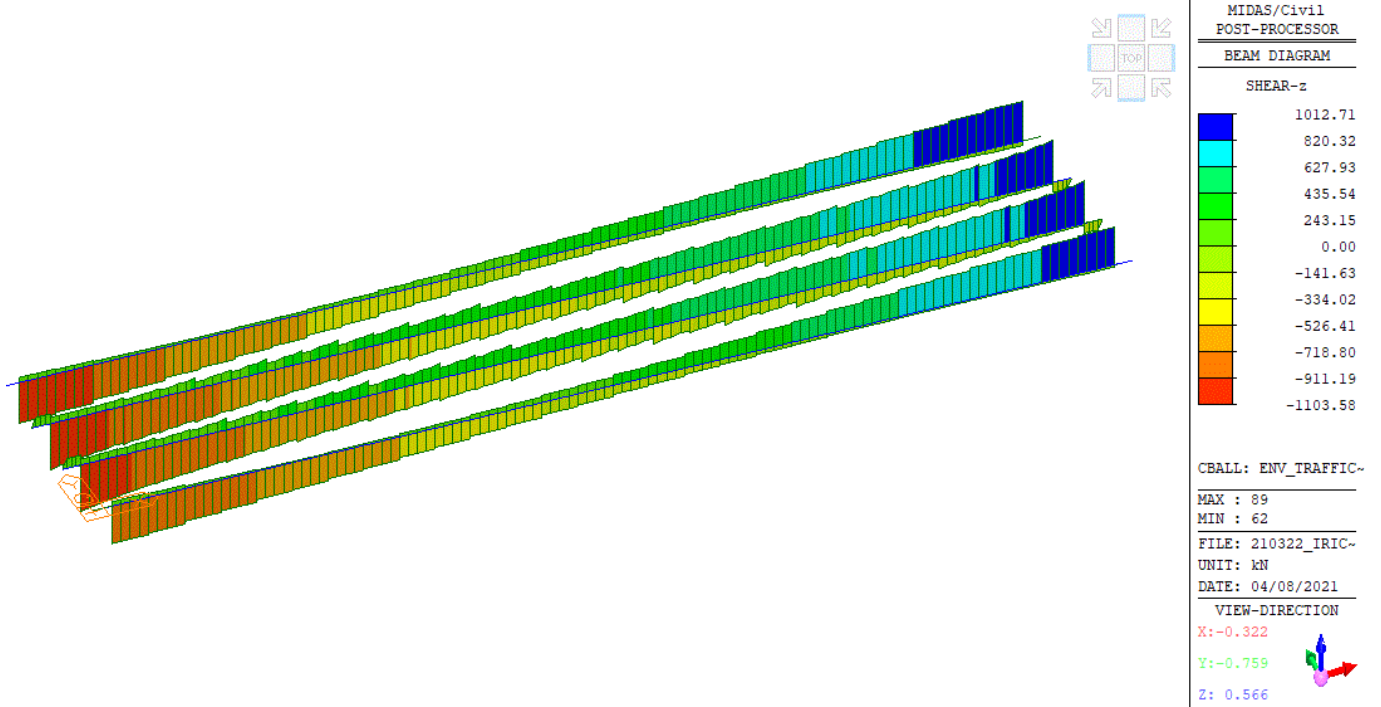


Figura 45 – Involuppo azioni da traffico con valori frequenti_ Sforzo di taglio

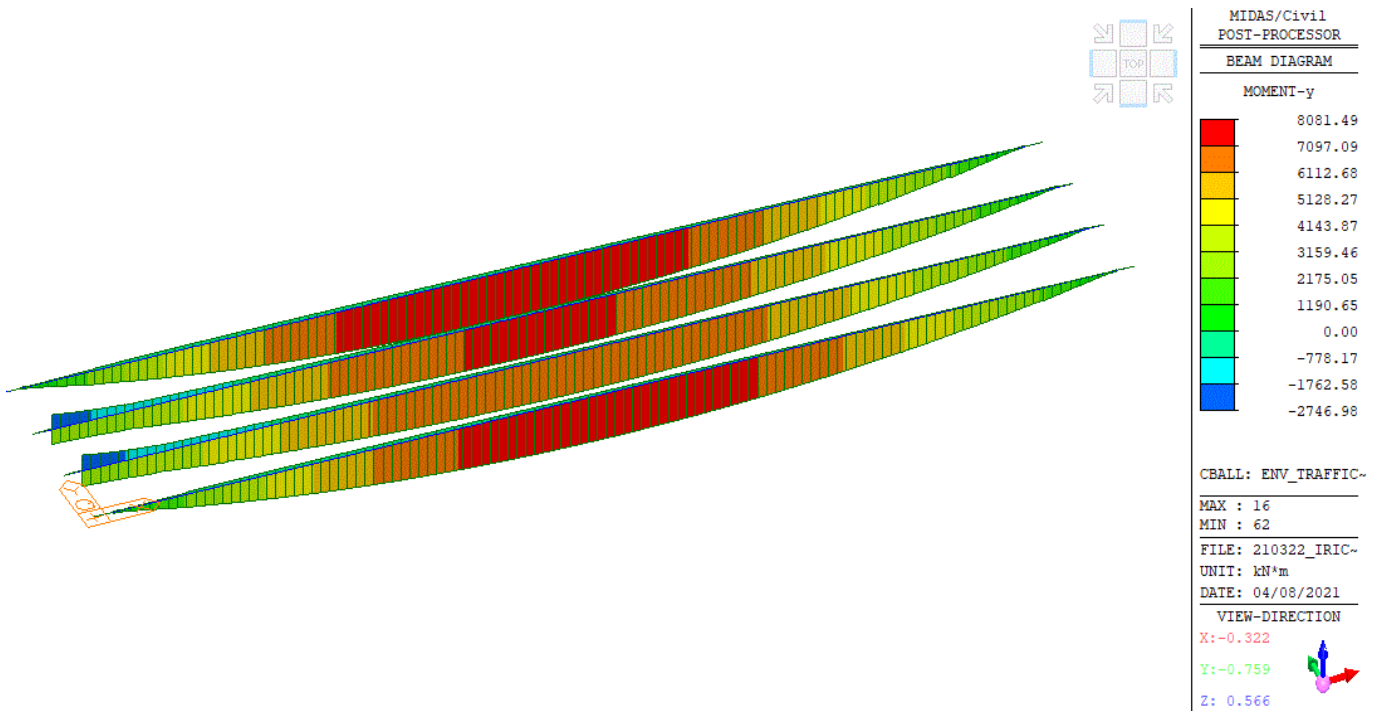


Figura 46 – Involuppo azioni da traffico con valori frequenti_ Momento flettente

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001 B

8 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IMPALCATO

Si riporta una descrizione sintetica delle proprietà geometriche corrispondenti ai vari elementi e sezioni sottoposti alle verifiche riportate nei capitoli seguenti.

8.1 Descrizione delle sezioni e dei concetti delle travi principali

L'impalcato è caratterizzato dalla presenza di due cassoncini torsio-rigidi a sezione aperta e, dunque, da quattro allineamenti di travi in acciaio, le quali collaborano attraverso i pioli con la soletta.

Le travi metalliche sono suddivise in 5 concetti ciascuna. Quest'ultimi sono suddivisi in tre diverse tipologie: i due concetti estremali (sezione tipo n°1), i due concetti intermedi (sezione tipo n°2) e il concetto di mezzera (sezione tipo n°3).

Con riferimento alla numerazione dei concetti illustrata in Figura 47, in Tabella 17 si riportano le caratteristiche delle varie tipologie di concetti componenti la carpenteria metallica delle travi di impalcato.

Vale il seguente significato dei simboli:

- b,fs larghezza piattabanda superiore
- t,fs spessore piattabanda superiore
- b,fi larghezza piattabanda inferiore
- t,fi spessore piattabanda inferiore
- t,w spessore anima
- a,sup altezza sezione di gola della saldatura di composizione anima-piattabanda superiore
- a,inf altezza sezione di gola della saldatura di composizione anima-piattabanda inferiore

SEZ. TIPO	b,fs[mm]	t,fs[mm]	b,fi[mm]	t,fi[mm]	t,w[mm]	a,sup[mm]	a,inf[mm]
1	750	25	1000	30	20	-	7.00
2	750	30	1000	50	18	-	8.00
3	750	30	1000	60	14	-	9.00

Tabella 17 – Caratteristiche delle sezioni delle travi superiori

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
Progetto	Lotto	Codifica		
IN17	12	EI2CLVI2105001	B	

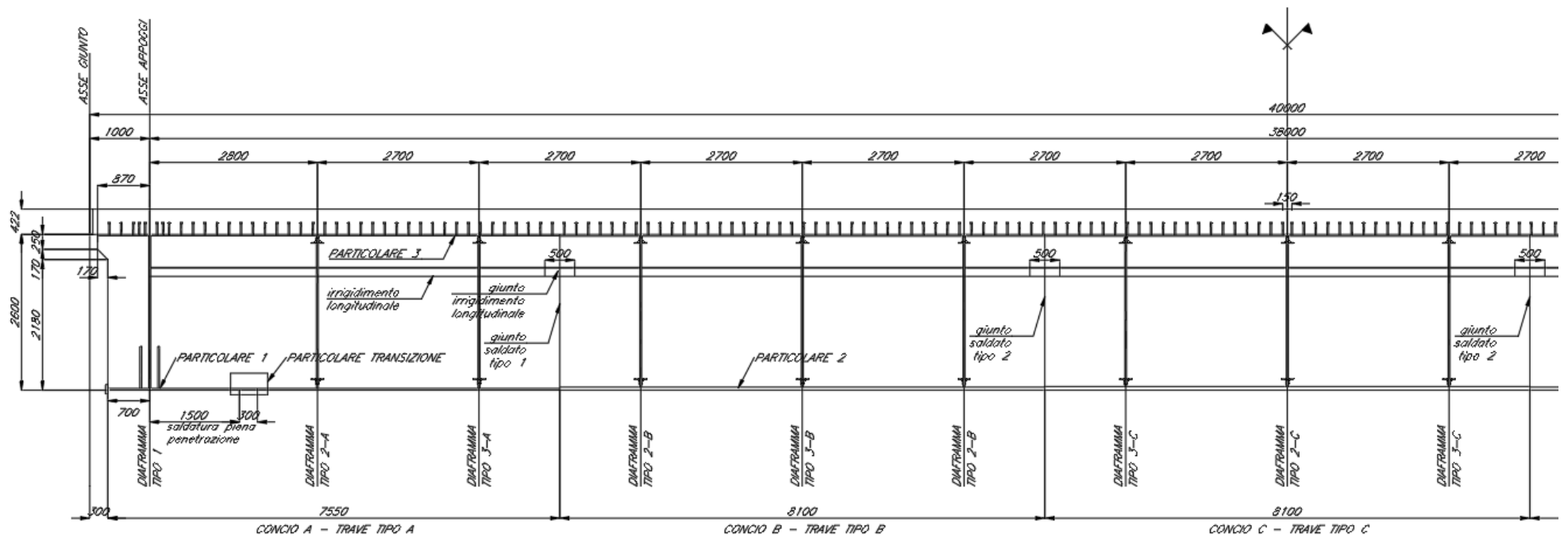


Figura 47 – Scansione dei conchi delle travi di impalcato

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

L'altezza H delle travi è costante lungo tutto lo sviluppo ed è pari a 2.60m.

La soletta è larga 13.40 m e ha uno spessore variabile trasversalmente da un minimo di 33.3 cm a un massimo di 42.2 cm. Di tale spessore 5 cm sono costituiti dalla predalla. Per le verifiche si è assunto uno spessore della soletta pari allo spessore medio 32.75 cm (esclusa predalla).

I pioli utilizzati sono caratterizzati da diametro 22mm e da altezza (esclusa la saldatura) di 190mm.

Gli irrigidimenti longitudinali, laddove presenti, hanno sezione trasversale ad "L", con dimensioni pari ad $h1=150\text{mm}$, $t1=12\text{ mm}$, $h2=138\text{mm}$ e $t2=12\text{mm}$, con riferimento alla Figura 48.

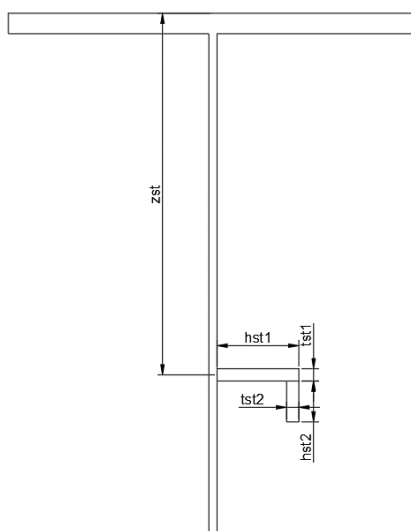


Figura 48 – Geometria dell'irrigidimento longitudinale

Gli irrigidimenti trasversali intermedi sono posti solo su un lato dell'anima e hanno dimensione 2600 mm x 310 mm x 30 mm. Questi sono distribuiti lungo tutto lo sviluppo dell'impalcato con interasse pari all'interasse dei diaframmi (2.8m sul primo campo e 2.70m sui restanti).

La saldatura di composizione tra piattabanda superiore e anima è realizzata con una parziale penetrazione.

La saldatura di composizione tra piattabanda inferiore e anima è realizzata tramite cordone d'angolo, fatta eccezione per la zona d'appoggio, dove si ha una saldatura a completa penetrazione.

Le verifiche sono state condotte sulle due travi (esterna e interna) lato binario pari (binario lato interno curva), su sezioni poste a passo pari a 1.35m, lungo lo sviluppo dell'intero impalcato. Le sollecitazioni lato binario pari sono infatti risultate essere maggiori.

Le travi sottoposte a verifiche sono state indicate come "Trave 1" e "Trave 2" e corrispondono agli elementi del modello evidenziati in Figura 49 e Figura 50.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

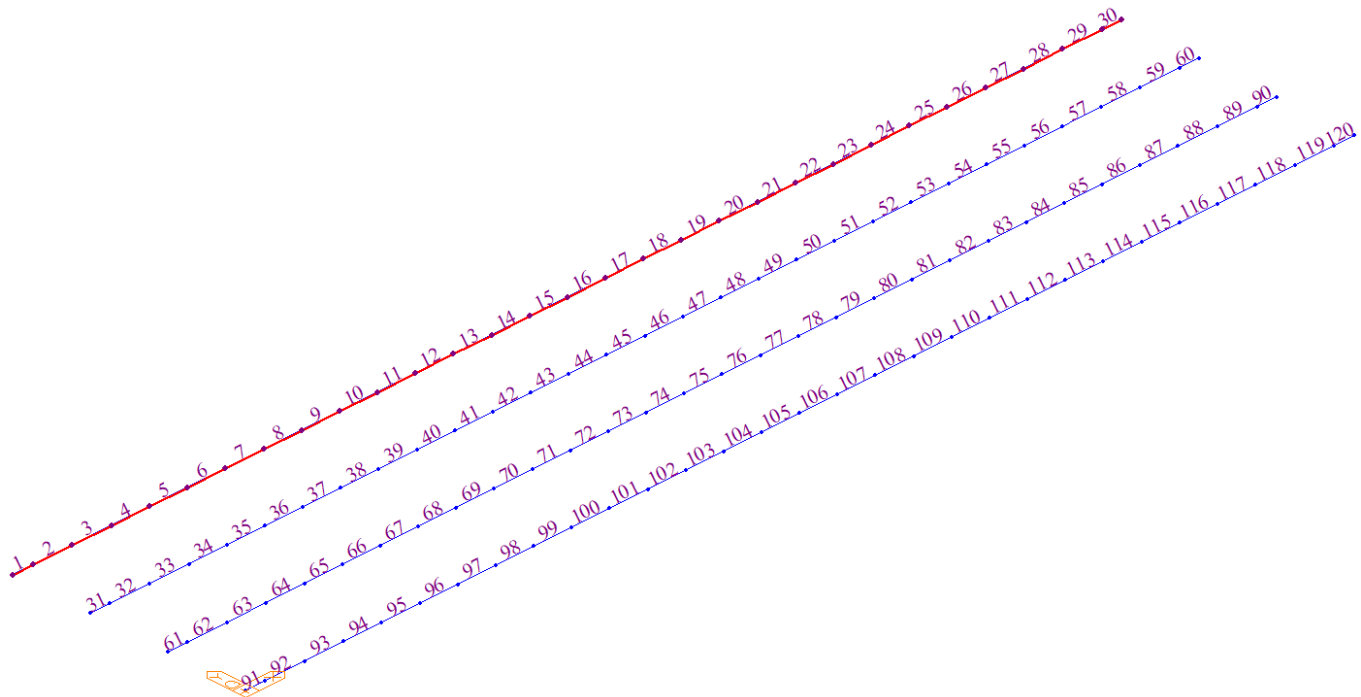


Figura 49 – Trave 1 – numerazione degli elementi nel modello

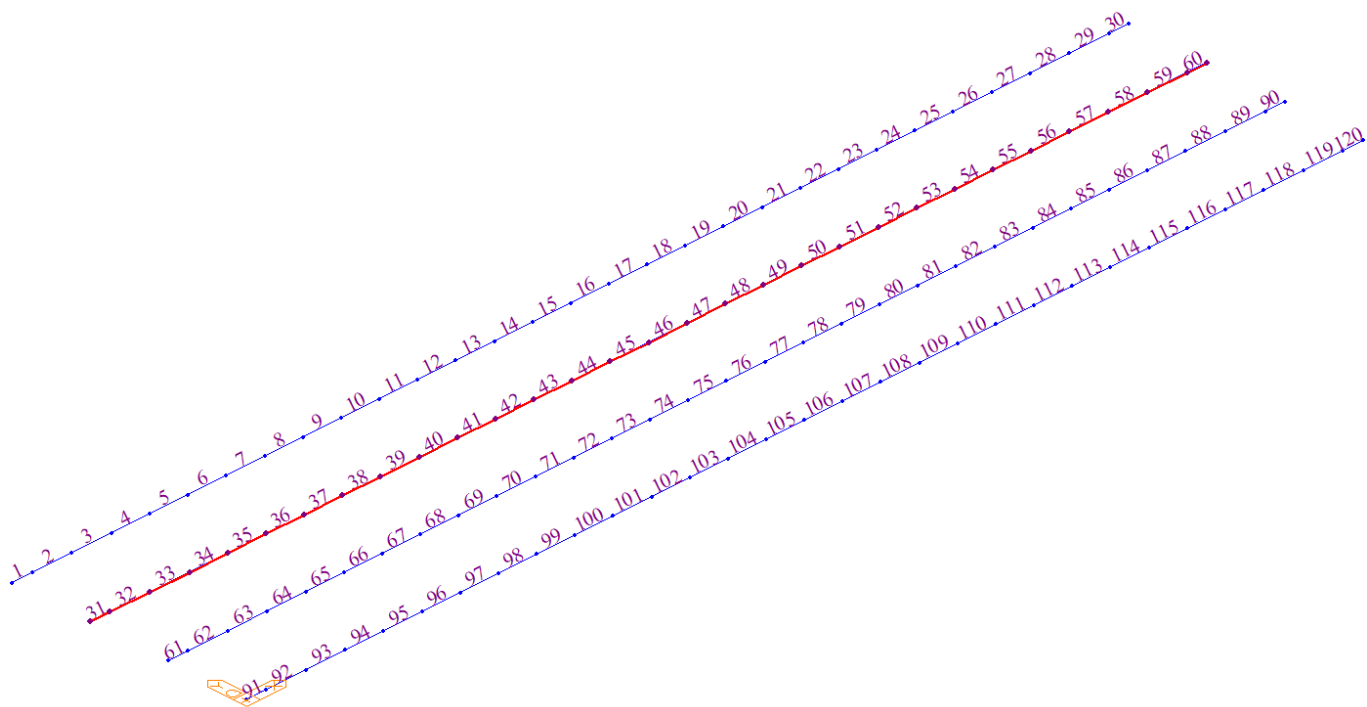


Figura 50 – Trave 2 – numerazione degli elementi nel modello

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Dunque, da ora in avanti si indicherà con:

Trave 1 (TR.1): la prima trave da sinistra, procedendo nel verso delle “x” positive nel modello.

Trave 2 (TR.2): la seconda trave da sinistra, procedendo nel verso delle “x” positive nel modello.

Si riportano nelle tabelle seguenti le caratteristiche geometriche assegnate a ciascuna sezione. Si evidenziano in GIALLO le sezioni in appoggio e in VERDE le sezioni in corrispondenza dei giunti tra due conci adiacenti. In ROSSO sono indicate le sezioni di cui si riporta la verifica esplicita (vedere Allegato C).

In tali tabelle si riporta:

x	ascissa curvilinea della sezione lungo lo sviluppo della trave;
Elem I-J	n° di elemento e nodo così come definiti sul modello di calcolo;
Sez. tipo	tipologia di concio in cui ricade la sezione;
Φ1, s1, cf1	rispettivamente: diametro, passo e distanza “baricentro barre-estradosso soletta” dell’armature superiore;
Φ2, s2, cf2	rispettivamente: diametro, passo e distanza “baricentro barre-intradosso soletta (esclusa la predalla)” dell’armature inferiore;
s pioli	passo dei connettori trave-soletta a piolo;
n pioli	numero dei connettori trave-soletta a piolo per ogni allineamento;
a trasv	interasse tra gli irrigidimenti d’anima adiacenti alla sezione;
n° irr anima	numero degli irrigidimenti longitudinali d’anima;
zsl 1	distanza dell’irrigidimento longitudinale dall’estradosso della piattabanda superiore.

Per il calcolo della larghezza efficace della soletta si rimanda al §8.2.

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA	
			
		Progetto	Lotto
		IN17	12
		Codifica	
		EI2CLVI2105001	
		B	

TRAVE n°1:

nome sez.	x	Elem-I/J	Sez.Tipo	Φ1	s1	cf1	Φ2	s2	cf2	s pioli	n pioli	a trasv	n°irr an	zsl 1	Beff
TR.1	[m]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]
1	0.00	1-I	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	3831
2	0.70	1-J	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	3831
3	0.70	2-I	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	3831
4	2.10	2-J	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	3849
5	2.10	3-I	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	3849
6	3.50	3-J	1	12	200	71	12	200	42	200	6	2800	1	556	3866
7	3.50	4-I	1	12	200	71	12	200	42	200	6	2700	1	556	3866
8	4.85	4-J	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3883
9	4.85	5-I	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3883
10	6.20	5-J	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3900
11	6.20	6-I	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3900
12	7.55	6-J	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3917
13	7.55	7-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3917
14	8.90	7-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3934
15	8.90	8-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3934
16	10.25	8-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
17	10.25	9-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
18	11.60	9-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
19	11.60	10-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
20	12.95	10-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
21	12.95	11-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
22	14.30	11-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
23	14.30	12-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
24	15.65	12-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
25	15.65	13-I	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
26	17.00	13-J	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
27	17.00	14-I	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
28	18.35	14-J	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
29	18.35	15-I	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
30	19.70	15-J	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
31	19.70	16-I	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
32	21.05	16-J	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
33	21.05	17-I	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
34	22.40	17-J	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
35	22.40	18-I	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
36	23.75	18-J	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
37	23.75	19-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

nome sez.	x	Elem-I/J	Sez.Tipo	Φ1	s1	cf1	Φ2	s2	cf2	s pioli	n pioli	a trasv	n°irr an	zsl 1	Beff
TR.1	[m]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]
38	25.10	19-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
39	25.10	20-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
40	26.45	20-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
41	26.45	21-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
42	27.80	21-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
43	27.80	22-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
44	29.15	22-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
45	29.15	23-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3950
46	30.50	23-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3934
47	30.50	24-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3934
48	31.85	24-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3917
49	31.85	25-I	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3917
50	33.20	25-J	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3900
51	33.20	26-I	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3900
52	34.55	26-J	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3883
53	34.55	27-I	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	3883
54	35.90	27-J	1	12	200	71	12	200	42	200	6	2700	1	556	3866
55	35.90	28-I	1	12	200	71	12	200	42	200	6	2800	1	556	3866
56	37.30	28-J	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	3849
57	37.30	29-I	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	3849
58	38.70	29-J	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	3831
59	38.70	30-I	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	3831
60	39.40	30-J	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	3831

Tabella 18 – Descrizione delle sezioni di verifica per la trave n°1

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA	
			
		Progetto	Lotto
		IN17	12
		Codifica	
		EI2CLVI2105001	
		B	

TRAVE n°2

nome sez.	x	Elem-I/J	Sez.Tipo	Φ1	s1	cf1	Φ2	s2	cf2	s pioli	n pioli	a trasv	n°irr an	zsl 1	Beff
TR.2	[m]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]
1	0.00	31-I	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	2750
2	0.70	31-J	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	2750
3	0.70	32-I	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	2750
4	2.10	32-J	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	2750
5	2.10	33-I	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	2750
6	3.50	33-J	1	12	200	71	12	200	42	200	6	2800	1	556	2750
7	3.50	34-I	1	12	200	71	12	200	42	200	6	2700	1	556	2750
8	4.85	34-J	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
9	4.85	35-I	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
10	6.20	35-J	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
11	6.20	36-I	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
12	7.55	36-J	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
13	7.55	37-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
14	8.90	37-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
15	8.90	38-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
16	10.25	38-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
17	10.25	39-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
18	11.60	39-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
19	11.60	40-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
20	12.95	40-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
21	12.95	41-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
22	14.30	41-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
23	14.30	42-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
24	15.65	42-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
25	15.65	43-I	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
26	17.00	43-J	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
27	17.00	44-I	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
28	18.35	44-J	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
29	18.35	45-I	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
30	19.70	45-J	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
31	19.70	46-I	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
32	21.05	46-J	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
33	21.05	47-I	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
34	22.40	47-J	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
35	22.40	48-I	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
36	23.75	48-J	3	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
37	23.75	49-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

nome sez.	x	Elem-I/J	Sez.Tipo	Φ1	s1	cf1	Φ2	s2	cf2	s pioli	n pioli	a trasv	n°irr an	zsl 1	Beff
TR.2	[m]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]
38	25.10	49-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
39	25.10	50-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
40	26.45	50-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
41	26.45	51-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
42	27.80	51-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
43	27.80	52-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
44	29.15	52-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
45	29.15	53-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
46	30.50	53-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
47	30.50	54-I	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
48	31.85	54-J	2	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
49	31.85	55-I	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
50	33.20	55-J	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
51	33.20	56-I	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
52	34.55	56-J	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
53	34.55	57-I	1	12	200	71	12	200	42	200	3	2700	1	556	2750
54	35.90	57-J	1	12	200	71	12	200	42	200	6	2700	1	556	2750
55	35.90	58-I	1	12	200	71	12	200	42	200	6	2800	1	556	2750
56	37.30	58-J	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	2750
57	37.30	59-I	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	2750
58	38.70	59-J	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	2750
59	38.70	60-I	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	2750
60	39.40	60-J	1	16	200	71	16	200	42	200	6	2800	1	556	2750

Tabella 19 – Descrizione delle sezioni di verifica per la trave n°2

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

8.2 Larghezza efficace della soletta

Nelle verifiche della sezione mista delle travi, in accordo con quanto indicato al 4.3.3.3 delle NTC [1], per tener conto dell'effetto "shear lag" nella soletta, si è assunta per questa una larghezza efficace calcolata come indicato in Figura 51 e Figura 52, dove $b_{ei} = \min(L_e/8 ; b_i)$.

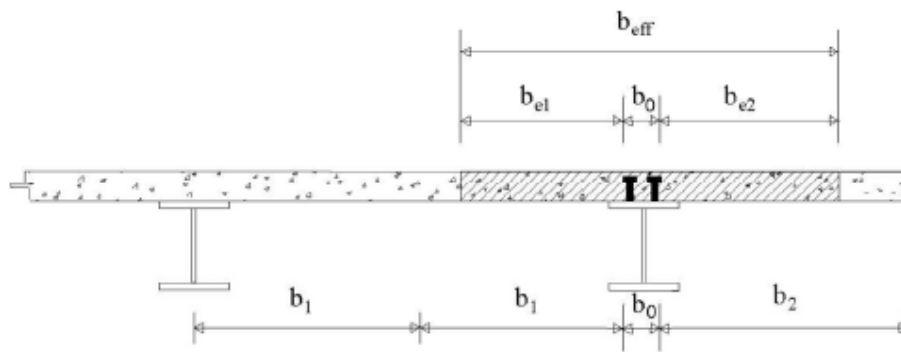


Figura 51 – Definizione della larghezza efficace B_{eff} (NTC2008)

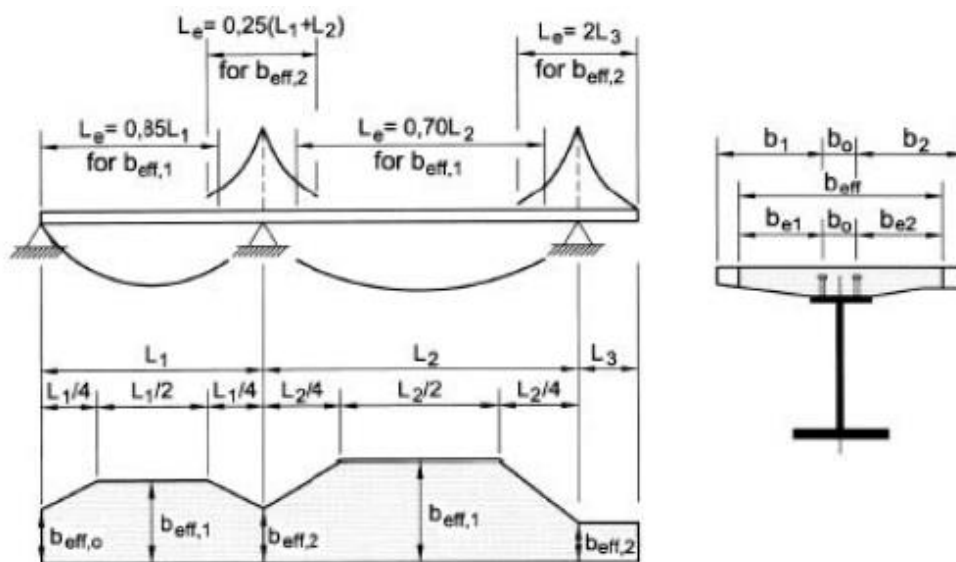


Figura 52 – Definizione della larghezza efficace B_{eff} e luci equivalenti L_e per travi continue (NTC2008)

Per gli appoggi di estremità:

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

dove $\beta_i = (0.65 + 0.025 L_e/b_{eff,i})$.

Si è assunto $b_0 = 0.40m$ per tutte le sezioni.

Nelle immagini seguenti si riportano i valori di B_{eff} per le due travi lungo lo sviluppo dell'impalcato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

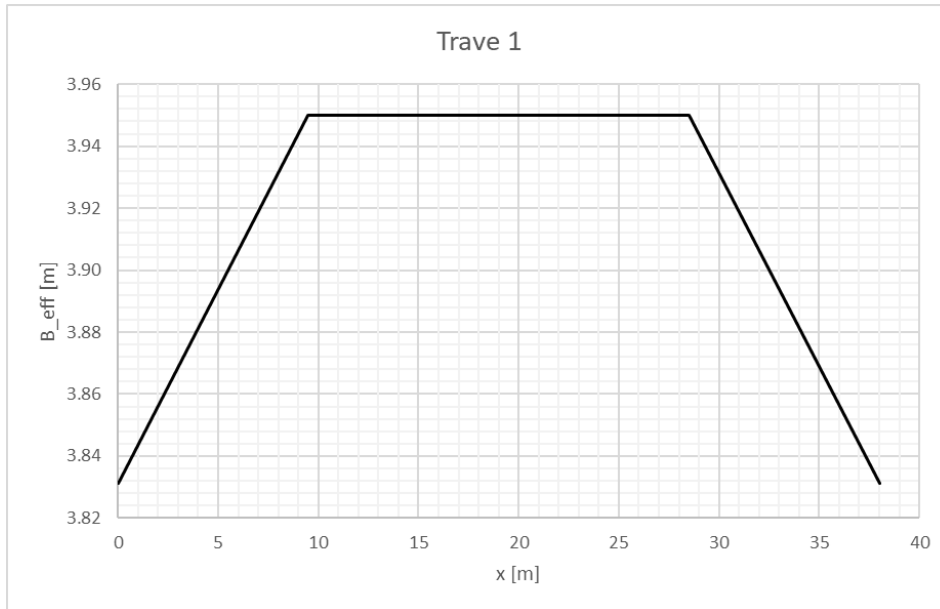


Figura 53 – Andamento della B_{eff} lungo l'impalcato – trave 1

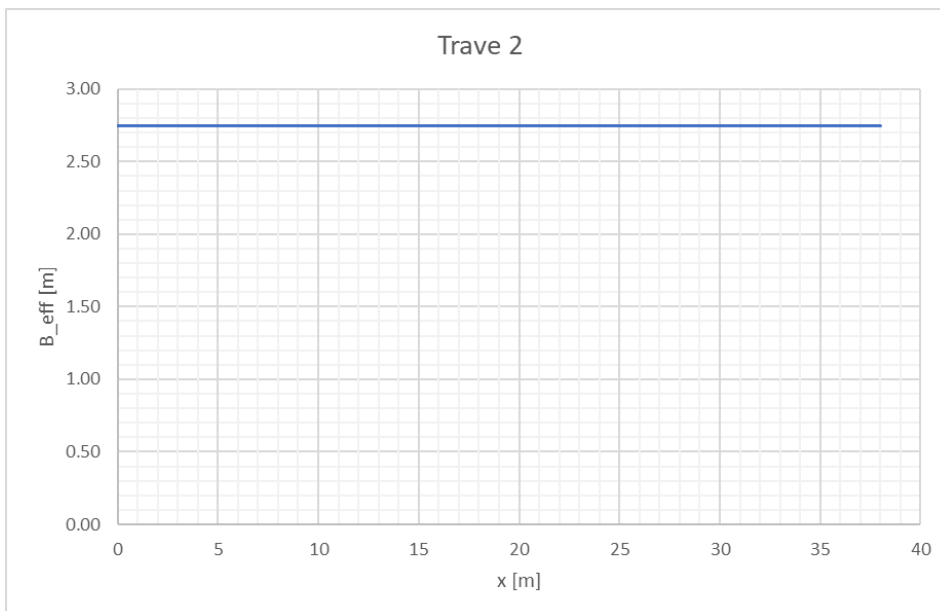


Figura 54 – Andamento della B_{eff} lungo l'impalcato – trave 2

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

8.3 Coefficienti di omogeneizzazione della soletta

In sede di analisi e verifica delle travi d'impalcato si è tenuto conto delle caratteristiche sezionali associate alle varie fasi della struttura.

Nel caso di verifiche a tempo infinito, si è tenuto conto degli effetti viscosi sulle azioni di lungo termine abbattendo il modulo del calcestruzzo della soletta.

Nella tabella seguente si riportano i coefficienti di omogeneizzazione utilizzati nelle verifiche.

Il peso dell'acciaio, delle predalle e del getto della soletta si considera agente sulla sezione di solo acciaio.

	Verifica a tempo infinito	Verifica a tempo zero
Peso acciaio, predalle e soletta	-	-
Carichi permanenti portati e cedimenti	17.312	6.298
Azione da ritiro della soletta	16.682	6.298
Carichi variabili	6.298	6.298

Tabella 20 – Coefficienti di omogeneizzazione assunti nelle verifiche

8.4 Caratteristiche geometriche lorde delle sezioni delle travi

Per il calcolo delle caratteristiche geometriche delle travi si è tenuto conto del contributo all'area e all'inerzia offerto dagli irrigidimenti longitudinali, i quali possono essere considerati continui lungo lo sviluppo delle travate.

La predalla è stata assunta come non collaborante.

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche lorde delle sezioni più significate.

Per la trave n°1:

- TR.1-sez.3 (sezione di appoggio della trave esterna; concio n°1)
- TR.1-sez.12 (sezione estemale lato mezzeria del concio n°1, trave esterna)
- TR.1-sez.24 (sezione estemale lato mezzeria del concio n°2, trave esterna)
- TR.1-sez.31 (sezione di mezzeria della trave esterna; concio n°3)

Per la trave n°2:

- TR.2-sez.3 (sezione di appoggio della trave interna; concio n°1)
- TR.2-sez.12 (sezione estemale lato mezzeria del concio n°1, trave interna)
- TR.2-sez.24 (sezione estemale lato mezzeria del concio n°2, trave interna)
- TR.2-sez.31 (sezione di mezzeria della trave interna; concio n°3)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Si intende per “geometria lorda”, la geometria calcolata senza considerare gli effetti dell’instabilità locale e dello *shear lag*, per la cui valutazione si rimanda al capitolo 9.

Si differenzia la condizione di “soletta non fessurata”, della condizione di “soletta fessurata”. In quest’ultimo caso il calcolo è stato effettuato considerando il calcestruzzo della soletta completamente non reagente e quindi il solo contributo delle armature.

Valgono i seguenti significati dei simboli:

n	coefficiente di omogeneizzazione
zG	distanza asse neutro da estradosso piattabanda superiore
A	area della sezione omogeneizzata
J	inerzia asse forte della sezione omogeneizzata
W sol,s	modulo resistente lembo superiore soletta
W arm,s	modulo resistente armatura superiore
W arm,i	modulo resistente armatura inferiore
W sol,i	modulo resistente lembo inferiore soletta
W pb,s	modulo resistente piattabanda superiore
W an,s	modulo resistente lembo superiore anima
W an,i	modulo resistente lembo inferiore anima
W pb,i	modulo resistente piattabanda inferiore
A taglio	area resistente a taglio

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

TR.1 - sez.3 / SEZ. TIPO 1 - PROPRIETÀ GEOMETRICHE LORDE					
SOLETTA NON FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	17.312	6.298	16.682
zG	[mm]	1415	703	328	690
A	[mm ²]	103106	183277	310030	186015
A n	[mm ²]	-	3172932	1952462	3103081
J	[mm ⁴]	1.0848E+11	2.2863E+11	2.9274E+11	2.3092E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-3.663E+09	-2.612E+09	-3.610E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-2.265E+08	-4.612E+08	-2.318E+08
W pb,s	[mm ³]	-7.6673E+07	-3.2520E+08	-8.9192E+08	-3.3489E+08
W an,s	[mm ³]	-7.8053E+07	-3.3719E+08	-9.6546E+08	-3.4749E+08
W an,i	[mm ³]	9.3902E+07	1.2246E+08	1.3058E+08	1.2280E+08
W pb,i	[mm ³]	9.1525E+07	1.2052E+08	1.2886E+08	1.2087E+08
A taglio	[mm ²]	50900	50900	50900	50900
SOLETTA FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	-	-	-
zG	[mm]	1415	1303	1303	1303
A	[mm ²]	103106	110805	110805	110805
A n	[mm ²]	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	1.0848E+11	1.2723E+11	1.2723E+11	1.2723E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-7.9066E+07	-7.9066E+07	-7.9066E+07
W pb,s	[mm ³]	-7.6673E+07	-9.7669E+07	-9.7669E+07	-9.7669E+07
W an,s	[mm ³]	-7.8053E+07	-9.9580E+07	-9.9580E+07	-9.9580E+07
W an,i	[mm ³]	9.3902E+07	1.0039E+08	1.0039E+08	1.0039E+08
W pb,i	[mm ³]	9.1525E+07	9.8067E+07	9.8067E+07	9.8067E+07
A taglio	[mm ²]	50900	50900	50900	50900

Tabella 21 – Caratteristiche geometriche lorde della sezione TR.1-3

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

TR.1 - sez.12 / SEZ.TIPO 1 - PROPRIETÀ GEOMETRICHE LORDE					
SOLETTA NON FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	17.312	6.298	16.682
zG	[mm]	1415	711	326	697
A	[mm ²]	103106	181633	311232	184433
A n	[mm ²]	-	3144468	1960028	3076680
J	[mm ⁴]	1.0848E+11	2.2729E+11	2.9314E+11	2.2968E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-3.615E+09	-2.624E+09	-3.566E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-2.234E+08	-4.635E+08	-2.289E+08
W pb,s	[mm ³]	-7.6673E+07	-3.1966E+08	-8.9930E+08	-3.2951E+08
W an,s	[mm ³]	-7.8053E+07	-3.3130E+08	-9.7400E+08	-3.4177E+08
W an,i	[mm ³]	9.3902E+07	1.2227E+08	1.3063E+08	1.2263E+08
W pb,i	[mm ³]	9.1525E+07	1.2033E+08	1.2891E+08	1.2069E+08
A taglio	[mm ²]	50900	50900	50900	50900
SOLETTA FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	-	-	-
zG	[mm]	1415	1348	1348	1348
A	[mm ²]	103106	107534	107534	107534
A n	[mm ²]	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	1.0848E+11	1.1959E+11	1.1959E+11	1.1959E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-7.2266E+07	-7.2266E+07	-7.2266E+07
W pb,s	[mm ³]	-7.6673E+07	-8.8693E+07	-8.8693E+07	-8.8693E+07
W an,s	[mm ³]	-7.8053E+07	-9.0369E+07	-9.0369E+07	-9.0369E+07
W an,i	[mm ³]	9.3902E+07	9.7888E+07	9.7888E+07	9.7888E+07
W pb,i	[mm ³]	9.1525E+07	9.5542E+07	9.5542E+07	9.5542E+07
A taglio	[mm ²]	50900	50900	50900	50900

Tabella 22 – Caratteristiche geometriche lorde della sezione TR.1-12

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

TR.1 - sez.24 / SEZ. TIPO 2 - PROPRIETÀ GEOMETRICHE LORDE					
SOLETTA NON FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	17.312	6.298	16.682
zG	[mm]	1563	862	437	847
A	[mm ²]	121316	200504	331195	203328
A n	[mm ²]	-	3471178	2085750	3391886
J	[mm ⁴]	1.3579E+11	2.8767E+11	3.8035E+11	2.9091E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-4.019E+09	-2.940E+09	-3.964E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-2.462E+08	-5.113E+08	-2.522E+08
W pb,s	[mm ³]	-8.6862E+07	-3.3381E+08	-8.6966E+08	-3.4353E+08
W an,s	[mm ³]	-8.8562E+07	-3.4585E+08	-9.3371E+08	-3.5615E+08
W an,i	[mm ³]	1.3761E+08	1.7039E+08	1.8004E+08	1.7081E+08
W pb,i	[mm ³]	1.3097E+08	1.6549E+08	1.7587E+08	1.6593E+08
A taglio	[mm ²]	45360	45360	45360	45360
SOLETTA FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	-	-	-
zG	[mm]	1563	1501	1501	1501
A	[mm ²]	121316	125781	125781	125781
A n	[mm ²]	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	1.3579E+11	1.4922E+11	1.4922E+11	1.4922E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-8.2569E+07	-8.2569E+07	-8.2569E+07
W pb,s	[mm ³]	-8.6862E+07	-9.9433E+07	-9.9433E+07	-9.9433E+07
W an,s	[mm ³]	-8.8562E+07	-1.0146E+08	-1.0146E+08	-1.0146E+08
W an,i	[mm ³]	1.3761E+08	1.4220E+08	1.4220E+08	1.4220E+08
W pb,i	[mm ³]	1.3097E+08	1.3574E+08	1.3574E+08	1.3574E+08
A taglio	[mm ²]	45360	45360	45360	45360

Tabella 23 – Caratteristiche geometriche lorde della sezione TR.1-24

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

TR.1 - sez.31 / SEZ. TIPO 3 - PROPRIETÀ GEOMETRICHE LORDE					
SOLETTA NON FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	17.312	6.298	16.682
zG	[mm]	1666	923	474	907
A	[mm ²]	121096	200284	330975	203108
A n	[mm ²]	-	3467369	2084365	3388216
J	[mm ⁴]	1.3793E+11	3.0767E+11	4.1104E+11	3.1129E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-4.095E+09	-3.039E+09	-4.042E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-2.502E+08	-5.265E+08	-2.565E+08
W pb,s	[mm ³]	-8.2793E+07	-3.3331E+08	-8.6685E+08	-3.4311E+08
W an,s	[mm ³]	-8.4311E+07	-3.4450E+08	-9.2540E+08	-3.5484E+08
W an,i	[mm ³]	1.5780E+08	1.9028E+08	1.9897E+08	1.9066E+08
W pb,i	[mm ³]	1.4766E+08	1.8347E+08	1.9336E+08	1.8390E+08
A taglio	[mm ²]	35140	35140	35140	35140
SOLETTA FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	-	-	-
zG	[mm]	1666	1600	1600	1600
A	[mm ²]	121096	125561	125561	125561
A n	[mm ²]	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	1.3793E+11	1.5296E+11	1.5296E+11	1.5296E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-8.0247E+07	-8.0247E+07	-8.0247E+07
W pb,s	[mm ³]	-8.2793E+07	-9.5623E+07	-9.5623E+07	-9.5623E+07
W an,s	[mm ³]	-8.4311E+07	-9.7451E+07	-9.7451E+07	-9.7451E+07
W an,i	[mm ³]	1.5780E+08	1.6266E+08	1.6266E+08	1.6266E+08
W pb,i	[mm ³]	1.4766E+08	1.5290E+08	1.5290E+08	1.5290E+08
A taglio	[mm ²]	35140	35140	35140	35140

Tabella 24 – Caratteristiche geometriche lorde della sezione TR.1-31

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

TR.2 - sez.3 / SEZ.TIPO 1 - PROPRIETÀ GEOMETRICHE LORDE					
SOLETTA NON FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	17.312	6.298	16.682
zG	[mm]	1415	832	454	819
A	[mm ²]	103106	160655	251642	162621
A n	[mm ²]	-	2781296	1584754	2712814
J	[mm ⁴]	1.0848E+11	2.0679E+11	2.7112E+11	2.0893E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-2.960E+09	-2.054E+09	-2.912E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-1.816E+08	-3.566E+08	-1.856E+08
W pb,s	[mm ³]	-7.6673E+07	-2.4857E+08	-5.9740E+08	-2.5502E+08
W an,s	[mm ³]	-7.8053E+07	-2.5627E+08	-6.3223E+08	-2.6305E+08
W an,i	[mm ³]	9.3902E+07	1.1898E+08	1.2812E+08	1.1934E+08
W pb,i	[mm ³]	9.1525E+07	1.1696E+08	1.2633E+08	1.1733E+08
A taglio	[mm ²]	50900	50900	50900	50900
SOLETTA FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	-	-	-
zG	[mm]	1415	1333	1333	1333
A	[mm ²]	103106	108632	108632	108632
A n	[mm ²]	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	1.0848E+11	1.2220E+11	1.2220E+11	1.2220E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-7.4552E+07	-7.4552E+07	-7.4552E+07
W pb,s	[mm ³]	-7.6673E+07	-9.1699E+07	-9.1699E+07	-9.1699E+07
W an,s	[mm ³]	-7.8053E+07	-9.3452E+07	-9.3452E+07	-9.3452E+07
W an,i	[mm ³]	9.3902E+07	9.8765E+07	9.8765E+07	9.8765E+07
W pb,i	[mm ³]	9.1525E+07	9.6427E+07	9.6427E+07	9.6427E+07
A taglio	[mm ²]	50900	50900	50900	50900

Tabella 25 – Caratteristiche geometriche lorde della sezione TR.2-3

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

TR.2 - sez.12 / SEZ.TIPO 1 - PROPRIETÀ GEOMETRICHE LORDE					
SOLETTA NON FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	17.312	6.298	16.682
zG	[mm]	1415	848	460	835
A	[mm ²]	103106	158237	249224	160203
A n	[mm ²]	-	2739438	1569528	2672481
J	[mm ⁴]	1.0848E+11	2.0415E+11	2.7005E+11	2.0636E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-2.885E+09	-2.030E+09	-2.840E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-1.769E+08	-3.522E+08	-1.808E+08
W pb,s	[mm ³]	-7.6673E+07	-2.4084E+08	-5.8685E+08	-2.4724E+08
W an,s	[mm ³]	-7.8053E+07	-2.4816E+08	-6.2057E+08	-2.5487E+08
W an,i	[mm ³]	9.3902E+07	1.1853E+08	1.2800E+08	1.1892E+08
W pb,i	[mm ³]	9.1525E+07	1.1650E+08	1.2620E+08	1.1689E+08
A taglio	[mm ²]	50900	50900	50900	50900
SOLETTA FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	-	-	-
zG	[mm]	1415	1368	1368	1368
A	[mm ²]	103106	106215	106215	106215
A n	[mm ²]	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	1.0848E+11	1.1637E+11	1.1637E+11	1.1637E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-6.9516E+07	-6.9516E+07	-6.9516E+07
W pb,s	[mm ³]	-7.6673E+07	-8.5096E+07	-8.5096E+07	-8.5096E+07
W an,s	[mm ³]	-7.8053E+07	-8.6681E+07	-8.6681E+07	-8.6681E+07
W an,i	[mm ³]	9.3902E+07	9.6780E+07	9.6780E+07	9.6780E+07
W pb,i	[mm ³]	9.1525E+07	9.4424E+07	9.4424E+07	9.4424E+07
A taglio	[mm ²]	50900	50900	50900	50900

Tabella 26 – Caratteristiche geometriche lorde della sezione TR.2-12

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

TR.2 - sez.24 / SEZ.TIPO 2 - PROPRIETÀ GEOMETRICHE LORDE					
SOLETTA NON FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	17.312	6.298	16.682
zG	[mm]	1563	1008	593	995
A	[mm ²]	121316	176447	267434	178413
A n	[mm ²]	-	3054694	1684208	2976257
J	[mm ⁴]	1.3579E+11	2.5587E+11	3.4634E+11	2.5879E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-3.197E+09	-2.249E+09	-3.146E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-1.946E+08	-3.852E+08	-1.989E+08
W pb,s	[mm ³]	-8.6862E+07	-2.5377E+08	-5.8451E+08	-2.6014E+08
W an,s	[mm ³]	-8.8562E+07	-2.6155E+08	-6.1569E+08	-2.6823E+08
W an,i	[mm ³]	1.3761E+08	1.6597E+08	1.7693E+08	1.6641E+08
W pb,i	[mm ³]	1.3097E+08	1.6075E+08	1.7252E+08	1.6122E+08
A taglio	[mm ²]	45360	45360	45360	45360
SOLETTA FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	-	-	-
zG	[mm]	1563	1519	1519	1519
A	[mm ²]	121316	124425	124425	124425
A n	[mm ²]	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	1.3579E+11	1.4524E+11	1.4524E+11	1.4524E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-7.9552E+07	-7.9552E+07	-7.9552E+07
W pb,s	[mm ³]	-8.6862E+07	-9.5601E+07	-9.5601E+07	-9.5601E+07
W an,s	[mm ³]	-8.8562E+07	-9.7527E+07	-9.7527E+07	-9.7527E+07
W an,i	[mm ³]	1.3761E+08	1.4090E+08	1.4090E+08	1.4090E+08
W pb,i	[mm ³]	1.3097E+08	1.3438E+08	1.3438E+08	1.3438E+08
A taglio	[mm ²]	45360	45360	45360	45360

Tabella 27 – Caratteristiche geometriche lorde della sezione TR.2-24

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

TR.2 - sez.31 / SEZ.TIPO 3 - PROPRIETÀ GEOMETRICHE LORDE					
SOLETTA NON FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	17.312	6.298	16.682
zG	[mm]	1666	1078	638	1064
A	[mm ²]	121096	176227	267214	178193
A n	[mm ²]	-	3050885	1682822	2972587
J	[mm ⁴]	1.3793E+11	2.7216E+11	3.7313E+11	2.7543E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-3.237E+09	-2.313E+09	-3.188E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-1.966E+08	-3.949E+08	-2.010E+08
W pb,s	[mm ³]	-8.2793E+07	-2.5244E+08	-5.8461E+08	-2.5888E+08
W an,s	[mm ³]	-8.4311E+07	-2.5966E+08	-6.1344E+08	-2.6640E+08
W an,i	[mm ³]	1.5780E+08	1.8618E+08	1.9620E+08	1.8659E+08
W pb,i	[mm ³]	1.4766E+08	1.7884E+08	1.9020E+08	1.7930E+08
A taglio	[mm ²]	35140	35140	35140	35140
SOLETTA FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	-	-	-
zG	[mm]	1666	1619	1619	1619
A	[mm ²]	121096	124205	124205	124205
A n	[mm ²]	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	1.3793E+11	1.4851E+11	1.4851E+11	1.4851E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-7.7116E+07	-7.7116E+07	-7.7116E+07
W pb,s	[mm ³]	-8.2793E+07	-9.1713E+07	-9.1713E+07	-9.1713E+07
W an,s	[mm ³]	-8.4311E+07	-9.3444E+07	-9.3444E+07	-9.3444E+07
W an,i	[mm ³]	1.5780E+08	1.6129E+08	1.6129E+08	1.6129E+08
W pb,i	[mm ³]	1.4766E+08	1.5142E+08	1.5142E+08	1.5142E+08
A taglio	[mm ²]	35140	35140	35140	35140

Tabella 28 – Caratteristiche geometriche lorde della sezione TR.2-31

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

8.5 Elementi secondari dell'impalcato

Oltre alle travi principali e agli elementi ad esse direttamente correlati (irrigidimenti, pioli, saldature, ecc), l'impalcato metallico è costituito dai seguenti ulteriori elementi:

- Diaframmi interni ai due cassoncini posti ad interasse 2.70m (2.80m sul primo e sull'ultimo campo) e ulteriori diaframmi di collegamento tra i due cassoncini posti ad interasse 5.40m. Tali elementi sono costituiti da angolari doppi con sezione 90x8 per i diagonali e le briglie superiori e con sezione 90x10 per le briglie inferiori. Per maggiori dettagli si rimanda al capitolo 11.
- Controventi di torsione al livello inferiore nei due cassoncini, disposti a croce di S. Andrea con campi pari all'interasse dei traversi. Sul primo e sull'ultimo campo sono posti anche tra le due travi centrali. Tali elementi sono costituiti da angolari doppi con sezione 120x10. Per maggiori dettagli si rimanda al capitolo 11.
- Controventi di montaggio al livello superiore nei due cassoncini, disposti a croce di S. Andrea con campi pari all'interasse dei traversi. Sul primo e sull'ultimo campo sono posti anche tra le due travi centrali. Tali elementi sono costituiti da angolari singoli con sezione 90x8. Per maggiori dettagli si rimanda al capitolo 12.
- Diaframmi d'appoggio a sezione piena a "doppia T", con piattabande 500 mm x 20 mm e anima da 18mm. Per maggiori dettagli si rimanda al capitolo 13.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

9 VERIFICA DELLE TRAVI PRINCIPALI DI IMPALCATO

L'elenco delle combinazioni utilizzate per le verifiche delle travi è riportato al §A.1 della presente relazione. In totale sono state analizzate 132 combinazioni, che possono sintetizzarsi nel seguente modo:

- dalla n°1 alla n°16: SLU / tempo infinito / $1.35G1 + 1.5G2 + 1.2\varepsilon2 + 1.45Qt \pm 0.9Q5 \pm 0.9Q7$;
- dalla n°17 alla n°32: SLU / tempo zero / $1.35G1 + 1.5G2 + 1.45Qt \pm 0.9Q5 \pm 0.9Q7$;
- dalla n°33 alla n°36: SLU / tempo infinito / $G1 + G2_{ballast} + 1.2\varepsilon2 \pm 0.9Q5 \pm 1.5Q7$;
- dalla n°37 alla n°52: SLE-RARA / tempo infinito / $G1 + G2 + \varepsilon2 + Qt \pm 0.6Q5 \pm 0.6Q7$;
- dalla n°53 alla n°68: SLE-RARA / tempo zero / $G1 + G2 + Qt \pm 0.6Q5 \pm 0.6Q7$;
- dalla n°69 alla n°72: SLE-RARA / tempo infinito / $G1 + G2_{ballast} + \varepsilon2 \pm 0.6Q5 \pm Q7$;
- dalla n°73 alla n°88: SLE-RARA / tempo infinito / $G1 + G2 + \varepsilon2 + Qt_{gr4} \pm 0.6Q5 \pm Q7$;
- dalla n°89 alla n°104: SLE-RARA / tempo zero / $G1 + G2 + Qt_{gr4} \pm 0.6Q5 \pm Q7$;
- dalla n°105 alla n°110: SLE-Q.P. / tempo infinito;
- dalla n°111 alla n°116: SLE-Q.P. / tempo zero;
- dalla n°117 alla n°124: RARA per verifiche a fatica – LM71 su binario pari;
- dalla n°125 alla n°132: RARA per verifiche a fatica – LM71 su binario dispari.

Per “G2” si intendono tutti i carichi permanenti non strutturali, compreso quello del ballast. Per “G2_ballast” si intende il solo carico del ballast. “Qt_gr4” indica il gruppo 4 delle azioni da traffico, dunque le combinazioni dalla n°73 alla n°104 sono state utilizzate per le verifiche a fessurazione.

Si riportano nel presente capitolo le seguenti verifiche:

- verifiche SLU:
 - verifica a presso/tenso-flessione;
 - verifica per instabilità a taglio dell'anima;
 - verifica di interazione taglio-momento;
 - verifica delle saldature di composizione;
 - verifica dei connettori trave-soletta;
 - verifica dell'armatura trasversale in soletta per azioni concentrate dei pioli;
- verifiche SLE:
 - verifica dello stato limite di limitazione delle tensioni;

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

- verifica dello stato limite di apertura delle fessure;
- verifica dei connettori trave-soletta.

9.1 Classificazione delle sezioni

Le sezioni trasversali si classificano in funzione della loro capacità rotazionale C_θ definita come:

$$C_\theta = \theta_r / \theta_y - 1$$

dove θ_r e θ_y sono rispettivamente la curvatura corrispondente al raggiungimento della deformazione ultima e la curvatura corrispondente al raggiungimento della deformazione elastica.

Si distinguono le seguenti classi di sezioni:

Classe 1: 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, senza subire riduzioni della resistenza. Possono generalmente classificarsi come tali, le sezioni con capacità rotazionale $C_\theta \geq 3$;

Classe 2: 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 $C_\theta \geq 1.5$;

Classe 3: sono quelle sezioni trasversali dove la fibra estrema compressa può raggiungere la tensione di snervamento, ma l'instabilità locale impedisce il raggiungimento del momento resistente plastico;

Classe 4: 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 classe di una sezione è data dalla più sfavorevole tra le classi relative alle varie parti che compongono la sezione stessa.

La classe di ogni pannello dipende dalle proprietà geometriche che lo caratterizzano e dalla distribuzione delle tensioni normali attraverso il coefficiente ψ (Figura 56 per i pannelli d'anima e Figura 55 per le piattabande).

In accordo con quanto esposto al §C.4.2.3.1 della circolare delle NTC [1], ai fini della classificazione delle sezioni, i limiti per la classe 3 indicati nelle tabelle seguenti sono stati incrementati di un fattore pari a:

$$\bar{k} = \sqrt{\frac{f_{yk}}{\gamma_{M0} \sigma_{c,Ed}}}$$

dove $\sigma_{c,Ed}$ è la massima tensione di compressione sul pannello.

Le verifiche sono state condotte assumendo come classe di ogni pannello quella corrispondente al valore effettivo di ψ per la combinazione considerata.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

La piattabanda superiore è stata assunta di classe 1 in quanto vincolata alla soletta.

A favore di sicurezza, anche laddove la sezione fosse risultata di classe 1 o 2, le verifiche sono state condotte sempre attraverso l'approccio elastico.

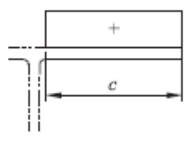
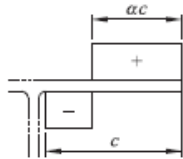
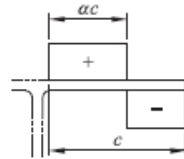
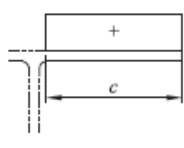
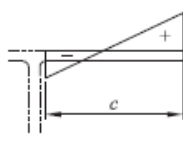
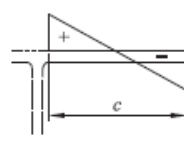
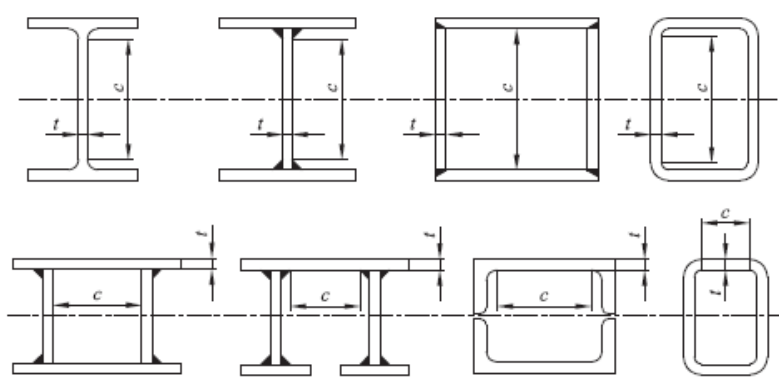
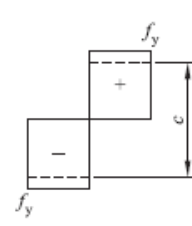
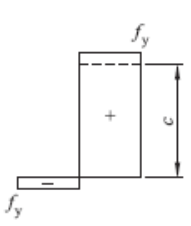
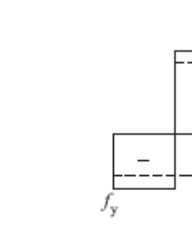
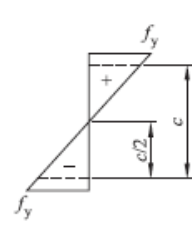
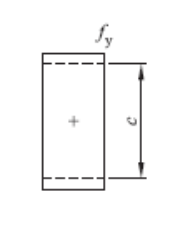
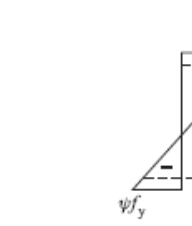
Alcuni sporgenti						
		Sezioni laminare		Sezioni saldate		
Classe	Elemento soggetto a flessione	Elemento soggetto a flessione e compressione				
		Estremità compressa		Estremità tesa		
	Distribuzione delle tensioni negli elementi (compressione positiva)					
1	$dt \leq 9\varepsilon$	$dt \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$		$dt \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
2	$dt \leq 10\varepsilon$	$dt \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$		$dt \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
	Distribuzione delle tensioni negli elementi (compressione positiva)					
3	$dt \leq 14\varepsilon$	$dt \leq 21 \frac{\varepsilon\sqrt{k_c}}{k_c}$ Per k_c vedere EN 1993-1-5				
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Figura 55 – Rapporti massimi larghezza spessore per elementi compressi esterni (UNI EN 1993-1-1)

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Elementi compressi interni



Classe	Elemento soggetto a flessione	Elemento soggetto a compressione	Elemento soggetto a flessione e compressione			
Distribuzione delle tensioni negli elementi (compressione positiva)						
1	$ct \leq 72\varepsilon$	$ct \leq 33\varepsilon$	quando $\alpha > 0,5$: $ct \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5$: $ct \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
2	$ct \leq 83\varepsilon$	$ct \leq 38\varepsilon$	quando $\alpha > 0,5$: $ct \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5$: $ct \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
Distribuzione delle tensioni negli elementi (compressione negativa)						
3	$ct \leq 124\varepsilon$	$ct \leq 42\varepsilon$	quando $\psi > -1$: $ct \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ quando $\psi \leq -1$: $ct \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

*) $\psi \leq -1$ si applica quando la tensione di compressione $\sigma \leq f_y$ o in alternativa la deformazione di trazione $\varepsilon_t > f_y/E$.

Figura 56 – Rapporti massimi larghezza spessore per elementi compressi interni (UNI EN 1993-1-1)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

9.2 Instabilità locale. Metodo delle larghezze efficaci

Per tener conto degli effetti dell'instabilità locale sulla resistenza delle sezioni, si è fatto ricorso al "Metodo delle larghezze efficaci", indicato nella UNI EN 1993 1-5 [4].

I risultati delle verifiche riportate nel seguito tengono conto di una procedura iterativa atta a valutare la geometria efficace delle sezioni appartenenti alla classe 4.

In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1993-1-5 [4] e UNI-EN 1994-2 [5], la somma delle tensioni risultante dalle diverse fasi, e calcolata sulla sezione lorda, è stata utilizzata per calcolare la sezione efficace da utilizzare allo step successivo per il calcolo delle tensioni in ogni fase. L'iterazione si ripete fino a convergenza.

Si riporta di seguito quanto esposto nelle UNI EN 1993-1-5 [4] in merito al calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci.

Per il calcolo delle proprietà efficaci di pannelli non irrigiditi vale quanto indicato in Figura 57, Figura 58 e Figura 59, dove si riporta il calcolo di "ρ" e "b_{eff}" per i pannelli d'anima (*internal compression element*) e per le piattabande (*outstand compression element*).

$$A_{c,eff} = \rho A_c$$

where ρ is the reduction factor for plate buckling.

(2) The reduction factor ρ may be taken as follows:

- internal compression elements:
 - $\rho = 1,0$ for $\bar{\lambda}_p \leq 0,673$
 - $\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0$ for $\bar{\lambda}_p > 0,673$, where $(3 + \psi) \geq 0$
- outstand compression elements:
 - $\rho = 1,0$ for $\bar{\lambda}_p \leq 0,748$
 - $\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,188}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0$ for $\bar{\lambda}_p > 0,748$

where $\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma}}$

Figura 57 – Stabilità di pannelli privi di irrigidimenti soggetti a compressione

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

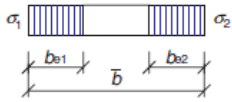
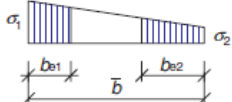
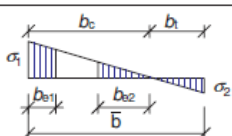
Stress distribution (compression positive)				Effective ^p width b_{eff}		
				$\psi = 1:$ $b_{eff} = \rho \bar{b}$ $b_{e1} = 0,5 b_{eff} \quad b_{e2} = 0,5 b_{eff}$		
				$1 > \psi > 0:$ $b_{eff} = \rho \bar{b}$ $b_{e1} = \frac{2}{5 - \psi} b_{eff} \quad b_{e2} = b_{eff} - b_{e1}$		
				$\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho \bar{b} / (1 - \psi)$ $b_{e1} = 0,4 b_{eff} \quad b_{e2} = 0,6 b_{eff}$		
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -3$
Buckling factor k_{σ}	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29\psi + 9,78\psi^2$	23,9	$5,98 (1 - \psi)^2$

Figura 58 – Larghezza efficace di pannelli compressi con entrambi i bordi longitudinali irrigiditi

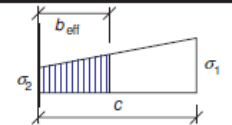
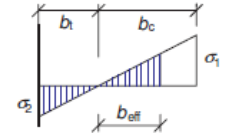
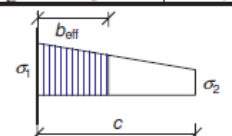
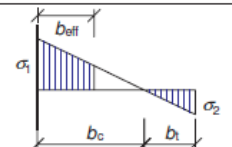
Stress distribution (compression positive)				Effective ^p width b_{eff}		
				$1 > \psi > 0:$ $b_{eff} = \rho c$		
				$\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$		
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1		0	-1	$1 \geq \psi \geq -3$	
Buckling factor k_{σ}	0,43		0,57	0,85	$0,57 - 0,21\psi + 0,07\psi^2$	
				$1 > \psi > 0:$ $b_{eff} = \rho c$		
				$\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$		
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	
Buckling factor k_{σ}	0,43	$0,578 / (\psi + 0,34)$	1,70	$1,7 - 5\psi + 17,1\psi^2$	23,8	

Figura 59 – Larghezza efficace di pannelli compressi con un solo bordo longitudinale irrigidito

Il coefficiente riduttivo ρ è legato agli effetti di instabilità locale del tipo “a piastra” e tiene già in conto delle imperfezioni e del comportamento post-critico del pannello. Tale valore è legato alla dimensione “b” ortogonale all’azione di compressione, alla distribuzione e all’entità delle tensioni su esso agenti e ai vincoli esterni del pannello. Tale valore deve essere poi corretto per tener conto del comportamento a colonna in fase post-critica (solitamente trascurabile per pannelli d’anima non irrigiditi).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Nel calcolo di p fornito in normativa, e utilizzato nelle verifiche seguenti, si assume a priori che:

- la massima tensione di compressione è pari a f_{yk} (a favore di sicurezza);
- i pannelli sono vincolati con delle cerniere cilindriche (a favore di sicurezza).

Gli effetti dell'instabilità locale nei pannelli irrigiditi (nel caso in esame l'anima rientra in tale condizione) sono stati tenuti in conto applicando quando indicato in Figura 60 e Figura 61.

(3) The effective^p area of the compression zone of the stiffened plate should be taken as:

$$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{edge,eff} t \quad (4.5)$$

where $A_{c,eff,loc}$ is the effective^p section areas of all the stiffeners and subpanels that are fully or partially in the compression zone except the effective parts supported by an adjacent plate element with the width $b_{edge,eff}$, see example in Figure 4.4.

(4) The area $A_{c,eff,loc}$ should be obtained from:

$$A_{c,eff,loc} = A_{st,eff} + \sum_c \rho_{loc} b_{c,loc} t \quad (4.6)$$

where \sum_c applies to the part of the stiffened panel width that is in compression except the parts $b_{edge,eff}$, see Figure 4.4;

$A_{st,eff}$ is the sum of the effective^p sections according to 4.4 of all longitudinal stiffeners with gross area A_{st} located in the compression zone;

$b_{c,loc}$ is the width of the compressed part of each subpanel;

ρ_{loc} is the reduction factor from 4.4(2) for each subpanel.

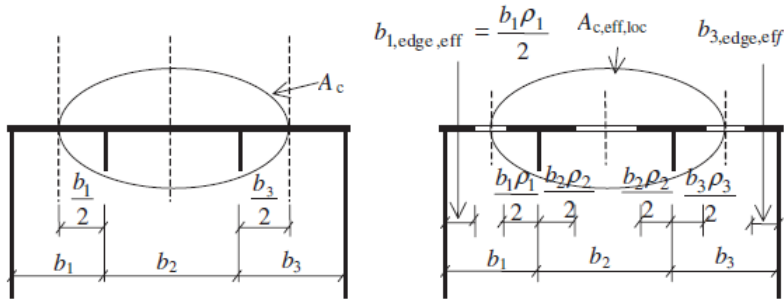
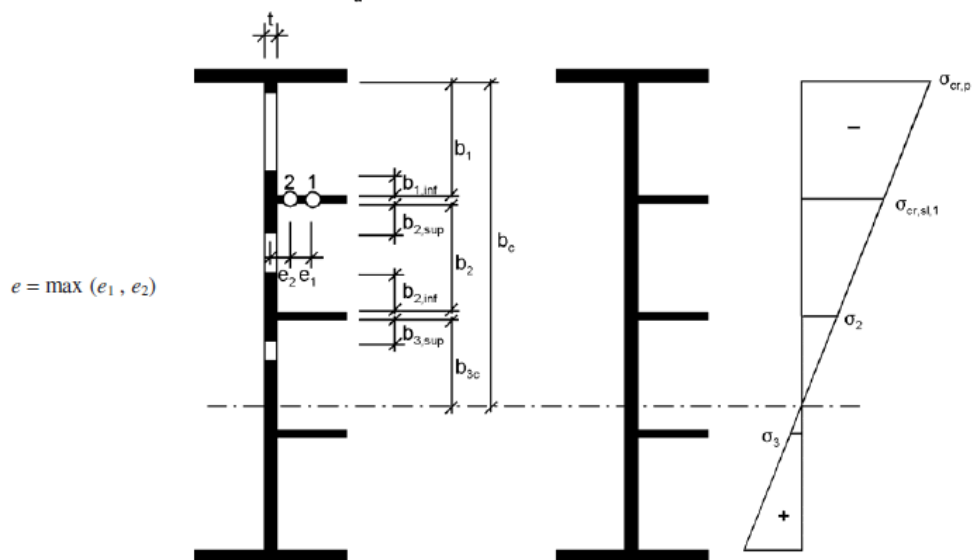
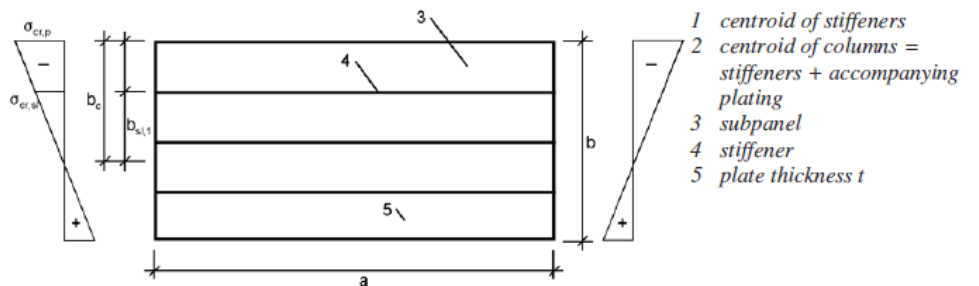


Figura 60 – Calcolo dell'area efficace per pannelli irrigiditi

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

a , b and t are as defined in Figure A.1.



	width for gross area	width for effective area according to Table 4.1	condition for ψ_i
$b_{1,inf}$	$\frac{3-\psi_1}{5-\psi_1} b_1$	$\frac{3-\psi_1}{5-\psi_1} b_{1,eff}$	$\psi_1 = \frac{\sigma_{cr,st,1}}{\sigma_{cr,p}} > 0$
$b_{2,sup}$	$\frac{2}{5-\psi_2} b_2$	$\frac{2}{5-\psi_2} b_{2,eff}$	$\psi_2 = \frac{\sigma_2}{\sigma_{cr,st,1}} > 0$
$b_{2,inf}$	$\frac{3-\psi_2}{5-\psi_2} b_2$	$\frac{3-\psi_2}{5-\psi_2} b_{2,eff}$	$\psi_2 > 0$
$b_{3,sup}$	$0,4 b_{3c}$	$0,4 b_{3c,eff}$	$\psi_3 = \frac{\sigma_3}{\sigma_2} < 0$

Figura 61 – Calcolo della geometria efficace dei sotto-pannelli di anime irrigidite (Figura A.1 allegato A della UNI EN)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Il parametro ρ_{loc} tiene conto di fenomeni di instabilità locale del singolo sotto-pannello e viene calcolato considerando quest'ultimo come un pannello non irrigidito.

Il parametro ρ_c considera invece possibili fenomeni di instabilità locale che interessano l'intero pannello irrigidito e si calcola come:

$$\rho_c = (\rho - \chi_c)\xi(2 - \xi) + \chi_c$$

dove ρ è il coefficiente riduttivo che tiene conto dell'instabilità di piastra, calcolato come indicato in Figura 57, assumendo:

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{\beta_{A,c} f_{yk}}{\sigma_{cr,p}}}$$

Con $\beta_{A,c} = A_{c,eff,loc}/A_c$

$\sigma_{cr,p}$ è la tensione critica di piastra, valutata come indicato nell'allegato A delle UNI EN 1993-1-5 [4]. Il calcolo varia a seconda del numero di irrigidimenti longitudinali presenti nel pannello.

χ_c è il coefficiente riduttivo che tiene conto del comportamento a colonna sul comportamento post-critico del pannello, il quale si calcola come indicato al §4.2.4.1.3.1 delle NTC [1]:

$$\chi_c = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_c^2}}$$

con $\phi = 0.5 [1 + \alpha(\bar{\lambda}_c - 0.2) + \bar{\lambda}_c^2]$, dove α si assume per pannelli non irrigiditi pari a 0.21 e per pannelli irrigiditi come indicato in Figura 62:

$\alpha_e = \alpha + \frac{0,09}{i/e} \tag{4.12}$ <p>with $i = \sqrt{\frac{I_{st,1}}{A_{st,1}}}$</p> <p>$e = \max(e_1, e_2)$ is the largest distance from the respective centroids of the plating and the one-sided stiffener (or of the centroids of either set of stiffeners when present on both sides) to the neutral axis of the effective column, see Figure A.1;</p> <p>$\alpha = 0,34$ (curve b) for closed section stiffeners; $= 0,49$ (curve c) for open section stiffeners.</p>
--

Figura 62 – Calcolo coefficiente α per pannelli irrigiditi

La snellezza adimensionale di colonna è pari a:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{\beta_{A,c} f_{yk}}{\sigma_{cr,c}}}$$

dove, per pannello non irrigiditi, la tensione critica di colonna è pari a:

$$\sigma_{cr,c} = \frac{\pi^2 E t^2}{12 (1 - \nu^2) a^2}$$

e $\beta_{A,c} = 1$.

Mentre, per pannelli irrigiditi:

$$\sigma_{cr,c} = \frac{\pi^2 E J_{sl,1}}{A_{sl,1} a^2} \frac{b_c}{b_{sl,1}}$$

con "a" distanza tra gli irrigidimenti trasversali e $A_{sl,1}$ e $J_{sl,1}$ area e momento d'inerzia lordo dell'irrigidimento più vicino alla fibra esterna compressa. Il significato di b_c e $b_{sl,1}$ è indicato in Figura 61 (Fig. A1 UNI-EN 1993-1-5 [4]).

$$\beta_{A,c} = \frac{A_{sl,1,eff}}{A_{sl,1}}$$

dove $A_{sl,1}$ e $A_{sl,1,eff}$ sono rispettivamente l'area lorda e l'area efficace dell'irrigidimento più vicino alla fibra esterna compressa e delle parti di pannello adiacenti, come indicato in Figura 61.

ξ è un coefficiente pari a:

$$\xi = \frac{\sigma_{cr,p}}{\sigma_{cr,c}} - 1, \quad \text{con } 0 \leq \xi \leq 1$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

9.3 Shear Lag nelle piattabande

In accordo con quanto esposto al capitolo 3 dell'EC3-1-5 [4], l'effetto dello "Shear Lag" nelle piattabande è stato preso in conto applicando un eventuale coefficiente riduttivo alla larghezza b_0 delle piattabande.

La larghezza efficace assunta nei calcoli è pari a

$$b_{\text{eff}} = \beta b_0$$

per le verifiche SLE e per le verifiche a fatica; mentre si ricava dalla relazione

$$A_{\text{eff}} = \beta^k A_{c,\text{eff}} \geq \beta A_{c,\text{eff}}$$

per le verifiche SLU, dove $A_{c,\text{eff}}$ è l'area ridotta per tener conto dei fenomeni di instabilità locale.

Il calcolo di β e k è esposto nell'immagine e nella tabella seguenti.

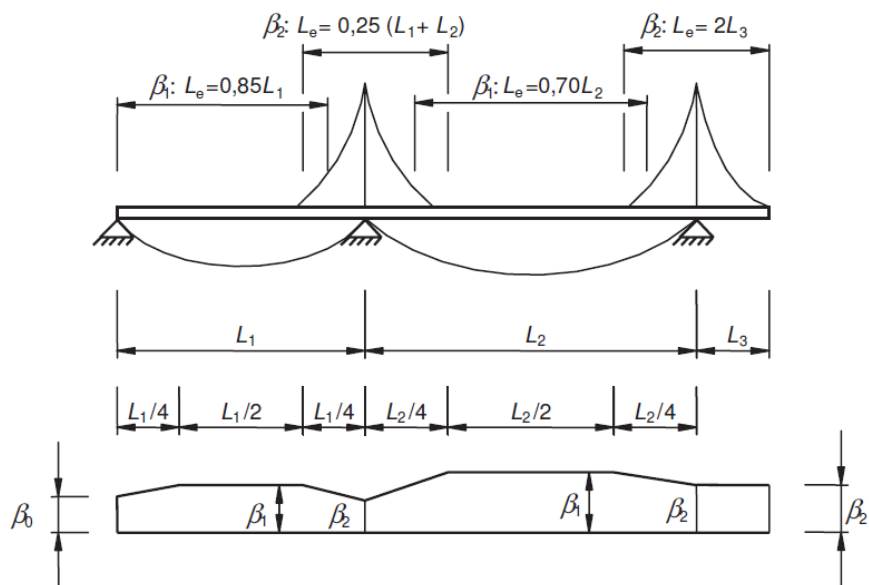


Figura 63 – Definizione delle luci equivalenti L_e per travi continue (UNI EN 1993-1-5)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

κ	Verification	β - value
$\kappa \leq 0,02$		$\beta = 1,0$
$0,02 < \kappa \leq 0,70$	sagging bending	$\beta = \beta_1 = \frac{1}{1 + 6,4 \kappa^2}$
	hogging bending	$\beta = \beta_2 = \frac{1}{1 + 6,0 \left(\kappa - \frac{1}{2500 \kappa} \right) + 1,6 \kappa^2}$
$> 0,70$	sagging bending	$\beta = \beta_1 = \frac{1}{5,9 \kappa}$
	hogging bending	$\beta = \beta_2 = \frac{1}{8,6 \kappa}$
all κ	end support	$\beta_0 = (0,55 + 0,025 / \kappa) \beta_1$, but $\beta_0 < \beta_1$
all κ	Cantilever	$\beta = \beta_2$ at support and at the end
$\kappa = \alpha_0 b_0 / L_e$ with $\alpha_0 = \sqrt{1 + \frac{A_{s\ell}}{b_0 t}}$ in which $A_{s\ell}$ is the area of all longitudinal stiffeners within the width b_0 and other symbols are as defined in Figure 3.1 and Figure 3.2.		

Tabella 29 – Valori di β per il calcolo della b_{eff}

Nel caso dell'impalcato in progetto si ha:

$$L_e = 0.85 \cdot L = 0.85 \cdot 38\text{m} = 32.3\text{m}$$

$$k = 500\text{mm} / 32\,300\text{ mm} = 0.0155 \quad \text{per la piattabanda inferiore}$$

$$k = 375\text{mm} / 32\,300\text{ mm} = 0.0116 \quad \text{per la piattabanda superiore}$$

Poiché "k" è minore di 0.02, si può assumere che la larghezza efficace delle piattabande sia pari alla larghezza effettiva delle stesse.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

9.4 Verifiche sezionali SLU

Nei sotto-paragrafi seguenti si riportano degli accenni teorici e normativi sulle modalità di verifica seguite. Si descrivono inoltre le varie assunzioni fatte e si riporta una verifica ritenuta significativa in forma estesa.

A seguire, nell'ultimo sotto-paragrafo, vengono esposti i risultati in forma sintetica delle verifiche effettuate.

Nell'Allegato B , si riportano i tabulati di verifica e le verifiche estese delle sezioni più significative sotto le combinazioni di carico risultate più gravose.

9.4.1 Verifica SLU a presso/tenso-flessione

La verifica è stata condotta in accordo con quanto previsto dalla UNI EN 1993-1-1 [6] e 1993-1-5 [4].

Poiché le sezioni risultano essere prettamente in classe 3 e 4, le verifiche a presso/tenso-flessione sono state condotte tramite l'approccio elastico, applicando una riduzione delle caratteristiche di resistenza per tener conto dell'instabilità locale laddove la sezione risultasse essere in classe 4.

Si è tenuto conto dell'effetto Shear Lag nelle piattabande, valutando i coefficienti riduttivi ad esso associati, attraverso un approccio elasto-plastico. Come indicato già nel §9.3 della presente relazione, l'effetto dello Shear Lag è trascurabile.

Nel calcolo tensionale si è tenuto conto dell'eventuale eccentricità addizionale Δ tra il baricentro della sezione lorda e il baricentro della sezione efficace (per sezioni di classe 4). Nelle tabelle seguenti il momento flettente tiene già in conto del contributo $\Delta M = N \cdot \Delta$.

Le caratteristiche efficaci delle sezioni sono riportate nei tabulati estesi di verifica. Per sezioni di classe 3 le caratteristiche efficaci coincidono con le caratteristiche lorde.

La soletta è stata considerata fessurata per le combinazioni nelle quali le tensioni nella stessa (calcolate sulla sezione non fessurata) sono risultate essere di trazione.

La verifica è stata quindi condotta confrontando la massima tensione normale agente nel punto di interesse (anima, piattabande, soletta e armature) con il massimo valore tensionale ammesso dalla normativa.

Si riporta di seguito la verifica in forma estesa per la sezione e per la combinazione a cui corrisponde il massimo tasso di sfruttamento a presso-flessione delle travi.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 								
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Progetto</td> <td>Lotto</td> <td>Codifica</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI2105001</td> <td>B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

TR.1 - sez.24 - Combinazione n°1 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-35	-544	-485	328	-2190	-5325	0	0	-8250
Med	[kNm]	10142	14046	18785	301	1388	5615	0	0	50277
Ved	[kN]	-242	-383	-449	-20	0	1	0	0	-1094
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-05	3.46E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE			
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni			
σ sol,s	[Mpa]	-14.7	Tensione su lembo superiore soletta.
σ sol,i	[Mpa]	-10.6	Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: Aeff = beta^k * Ac,eff dove k = b_lorda / Le					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)				
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.				
		Anima	Pb sup	Pb inf
σ sup	[MPa]	-229.1	-235.0	276.3
σ inf	[Mpa]	266.4	-235.0	276.3
ε	[-]	0.814	0.814	0.838
ψ	[-]	-1.163	-	-
k	[-]	1.215	-	-
c int / t	[-]	140.0	12.2	16.4
c est / t	[-]	-	12.2	16.4
limite cl. 3	[-]	142.9	-	-
Classe pan.	[-]	3	1	1
Classe sezione	[-]	3		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)									
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n	[-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298
zG	[mm]	1563	862	437	437	437	847	862	437
A	[mm ²]	121316	200504	331195	331195	331195	203328	200504	331195
A n	[mm ²]	1.21E+20	3.47E+06	2.09E+06	2.09E+06	2.09E+06	3.39E+06	3.47E+06	2.09E+06
J	[mm ⁴]	1.36E+11	2.88E+11	3.80E+11	3.80E+11	3.80E+11	2.91E+11	2.88E+11	3.80E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-4.02E+09	-2.94E+09	-2.94E+09	-2.94E+09	-3.96E+09	-4.02E+09	-2.94E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-2.46E+08	-5.11E+08	-5.11E+08	-5.11E+08	-2.52E+08	-2.46E+08	-5.11E+08
W pb,s	[mm ³]	-8.69E+07	-3.34E+08	-8.70E+08	-8.70E+08	-8.70E+08	-3.44E+08	-3.34E+08	-8.70E+08
W an,s	[mm ³]	-8.86E+07	-3.46E+08	-9.34E+08	-9.34E+08	-9.34E+08	-3.56E+08	-3.46E+08	-9.34E+08
W an,i	[mm ³]	1.38E+08	1.70E+08	1.80E+08	1.80E+08	1.80E+08	1.71E+08	1.70E+08	1.80E+08
W pb,i	[mm ³]	1.31E+08	1.65E+08	1.76E+08	1.76E+08	1.76E+08	1.66E+08	1.65E+08	1.76E+08
Δ baricentro	[mm]	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA													
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1	
σ sol,s	[MPa]	0.0	-3.7	-6.6	0.1	0.0	1.4	0.0	0.0	-8.9	21.3	0.42	
σ arm,s	[MPa]	0.0	-59.8	-38.2	0.4	-9.3	-48.5	0.0	0.0	-155.3	391.3	0.40	
σ pb,s	[MPa]	-117.1	-44.8	-23.1	0.6	-8.2	-42.5	0.0	0.0	-235.0	338.1	0.70	
σ an,s	[MPa]	-114.8	-43.3	-21.6	0.7	-8.1	-42.0	0.0	0.0	-229.1	338.1	0.68	
σ an,i	[MPa]	73.4	79.7	102.9	2.7	1.1	6.7	0.0	0.0	266.4	338.1	0.79	
σ pb,i	[MPa]	77.1	82.2	105.3	2.7	1.3	7.7	0.0	0.0	276.3	319.0	0.87	
Tasso di sfruttamento η1													
η1	[-]		0.87										

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

9.4.2 Verifica SLU per instabilità a taglio dell'anima

In accordo con quanto indicato al §5.1 delle EN 1993-1-5 [4], la verifica per instabilità per taglio del pannello d'anima deve essere eseguita quando risulta:

$$h_w / t > 72 \varepsilon / \eta \quad \text{per pannelli non irrigiditi}$$

$$h_w / t > 30 \varepsilon (k_\tau) \quad \text{per pannelli irrigiditi}$$

dove $\varepsilon = 0.814$ per un acciaio S355 e η è stato assunto pari a 1.2 in accordo con quanto indicato sulla Circolare alle NTC [7].

La resistenza per instabilità al taglio è pari a:

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}}$$

Dove $V_{bw,Rd}$ rappresenta il contributo offerto dall'anima, mentre $V_{bf,Rd}$ rappresenta il contributo offerto dalle flange in fase post critica.

Nei calcoli è stato trascurato il contributo offerto dalle flange in quanto si presume che quest'ultime siano già sottoposte a tensioni elevate per effetto dell'azione flettente.

Il contributo offerto dall'anima è calcolato come:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}}$$

dove χ_w è calcolato come indicato nella tabella seguente.

	Rigid end post	Non-rigid end post
$\bar{\lambda}_w < 0,83 / \eta$	η	η
$0,83 / \eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37 / (0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$

Tabella 30 – Valori del coefficiente χ_w

Per la distinzione tra “rigid end post” e “non-rigid end post” si faccia riferimento UNI-EN 1993-1-5 [4].

Nel caso in esame si ricade nella condizione di “non-rigid end post”.

La snellezza adimensionale è pari a:

$$\bar{\lambda}_w = 0,76 \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}}$$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Dove τ_{cr} è la tensione tangenziale critica pari a:

$$\tau_{cr} = k_{\tau} \sigma_E$$

Il calcolo della snellezza adimensionale va esteso non solo al pannello intero ma anche, laddove presenti irrigidimenti, a tutti i sotto-pannelli. Il valore assunto sarà il minore tra tutti quelli calcolati.

Per il calcolo di k_{τ} si veda l'allegato A della UNI-EN 1993-1-5 [4].

Si riporta di seguito la verifica in forma estesa per la sezione e per la combinazione a cui corrisponde il massimo tasso di sfruttamento a taglio delle travi.

TR.2 - sez.3 - Combinazione n°4 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-12	49	-1469	-134	-1555	-3819	0	0	-6939
Med	[kNm]	-40	29	-3599	-330	840	3575	0	0	1222
Ved	[kN]	-1069	-1301	-2645	-50	-2	-206	0	0	-5273
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-05	3.46E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU A TAGLIO						
Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima						
Pannello	ID	INTERO	1	2		
bw	[mm]	2545	531	2014	Altezza pannello d'anima	
t	[mm]	20	20	20	Spessore pannello d'anima	
a	[mm]	2800	2800	2800	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi	
η	[-]	1.20	1.20	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2009	
bw / t	[-]	127.3	26.6	100.7	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima	
kt	[-]	12.45	5.48	7.41	Coefficiente di imbozzamento a taglio	
Lim. Verifica	[-]	74.2	48.8	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica	
Nec. Verifica	[-]	SI	NO	SI	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?	
σE	[Mpa]	11.7	-	18.7	Tensione critica Euleriana	
τcr	[Mpa]	146.0	-	138.7	Tensione tangenziale critica	
λw	[-]	1.185	-	1.216	Snellezza adimensionale	
end post	[-]	Non rigidi			Tipologia di irrigidimenti d'appoggio	
Xw	[mm]	0.700			Coefficiente di instabilità a taglio	
Vbw,Rd	[kN]	6642			Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio	

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio			
Ved	[kN]	-5273	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	6642	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	9936	Resistenza a taglio NTC2008 §4.2.4.1.2.4
Tasso di sfruttamento η3			
η3	[-]	0.79	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

9.4.3 Verifica SLU di interazione taglio-momento

Secondo quanto indicato al capitolo 7 delle UNI EN 1993-1-5 [4], e assumendo come indicato al paragrafo precedente di non considerare il contributo delle flange nella resistenza a taglio, l'influenza dell'azione tagliante sulla resistenza a presso/tenso-flessione, deve essere tenuta in conto solo nei casi in cui, allo stesso tempo:

- il taglio sollecitante V_{Ed} risulta essere maggiore del 50% della resistenza di progetto a taglio dell'anima $V_{bw,Rd}$, la quale tiene in conto dei fenomeni di instabilità a taglio;
- il momento flettente di progetto M_{Ed} risulta maggiore del momento resistente delle solo flange $M_{f,Rd}$.

Quando tale situazione si presenta, deve essere verificato che:

$$\bar{\eta}_1 + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}\right) (2\bar{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1,0 \quad \text{for } \bar{\eta}_1 \geq \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}$$

Dove:

$$\bar{\eta}_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}}$$

$$\bar{\eta}_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}}$$

Nel calcolo esposto in seguito, per semplicità e a favore di sicurezza, è stato considerato il momento resistente elastico piuttosto che quello plastico $M_{pl,Rd}$.

La verifica secondo la determinazione della tensione ideale di Von Mises non è obbligatoria ed è da considerarsi troppo conservativa per le verifiche allo SLU in quanto esclude la parziale redistribuzione plastica che è invece consentita nella progettazione SLU (Nota al § 6.2.1 della UNI EN 1993-1-1 [6]).

Si riporta di seguito a titolo esemplificativo la verifica di interazione taglio momento per le sezioni e per le combinazioni a cui corrispondono il massimo tasso di sfruttamento a taglio e il massimo tasso di sfruttamento a presso-flessione esposte nei due paragrafi precedenti.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 								
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Progetto</td> <td>Lotto</td> <td>Codifica</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI2105001</td> <td>B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

TR.1 - sez.24 - Combinazione n°1 (Tempo infinito)
SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-35	-544	-485	328	-2190	-5325	0	0	-8250
Med	[kNm]	10142	14046	18785	301	1388	5615	0	0	50277
Ved	[kN]	-242	-383	-449	-20	0	1	0	0	-1094
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-05	3.46E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = Med/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$.

Mf,Rd	[kNm]	19474		Momento resistente dato dalle sole flange
Mel,Rd	[kNm]	58059		Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd	[-]	2.58		Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η3*	[-]	0.20		Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO		Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η1*	[-]	0.87		Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η VM

η VM [-] **0.87**

TR.2 - sez.3 - Combinazione n°4 (Tempo infinito)
SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-12	49	-1469	-134	-1555	-3819	0	0	-6939
Med	[kNm]	-40	29	-3599	-330	840	3575	0	0	1222
Ved	[kN]	-1069	-1301	-2645	-50	-2	-206	0	0	-5273
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-05	3.46E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = Med/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$.

Mf,Rd	[kNm]	16308		Momento resistente dato dalle sole flange
Mel,Rd	[kNm]	8218		Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd	[-]	0.07		Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η3*	[-]	0.79		Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO		Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η1*	[-]	0.15		Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η VM

η VM [-] **0.79**

In entrambi i casi, e in generale anche sull'intero impalcato, non è necessario eseguire la verifica di interazione taglio momento.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

9.4.4 Verifica SLU delle saldature di composizione

Le saldature di composizione sono del tipo a cordone d'angolo per la piattabanda inferiore (ad eccezione delle zone in prossimità degli appoggi dove sono a completa penetrazione) e a parziale penetrazione per la piattabanda superiore.

Le saldature a parziale penetrazione rispettano i requisiti indicati nelle UNI EN 1993-1-8 [8] per i quali possono essere considerate a completo ripristino della resistenza. Non è dunque necessaria la verifica di tali elementi.

Le verifiche delle saldature a cordone d'angolo sono state condotte in accordo col §4.2.8.2 delle NTC [1].

La resistenza di quest'ultime è stata calcolata considerando la sezione di gola ribaltata. In tal caso la verifica si effettua controllando che sia soddisfatta la condizione:

$$\tau_{\parallel} < \beta_1 f_{yk}$$

dove τ_{\parallel} è la tensione tangenziale parallela alla sezione di gola ribaltata, $\beta=0.7$ per acciaio S355 e $f_{yk}=355$ MPa.

Deve risultare dunque:

$$\tau_{\parallel} < 248.5 \text{ MPa}$$

La valutazione delle sollecitazioni agenti sulle saldature è stata condotta attraverso un approccio elastico, quindi attraverso la formulazione di Jourawsky.

Le caratteristiche inerziali delle varie sezioni sono le stesse assunte per le verifiche SLU della trave. In particolare si tiene quindi conto dell'instabilità locale, dell'effetto shear-lag e della fessurazione della soletta.

Si riporta di seguito la verifica in forma estesa per la sezione e per la combinazione a cui corrisponde il massimo tasso di sfruttamento nei cordoni delle saldature di composizione inferiori.

TR.2 - sez.3 - Combinazione n°12 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-12	49	-1469	-134	1555	-3819	0	0	-3829
Med	[kNm]	-40	30	-3615	-331	-823	3511	0	0	-797
Ved	[kN]	-1069	-1301	-2645	-50	2	-206	0	0	-5270
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-4.50E-05	3.46E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

σ sol,s	[Mpa]	-0.6	Tensione su lembo superiore soletta.
σ sol,i	[Mpa]	-1.3	Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β*k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)

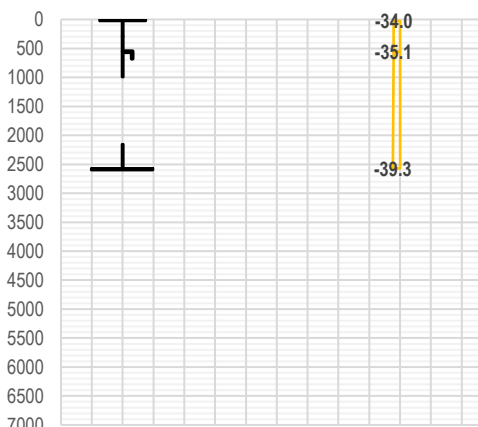
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ sup [MPa]	-30.7	-30.7	-27.5	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ inf [Mpa]	-27.5	-30.7	-27.5	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ϵ [-]	0.814	0.814	0.814	Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ [-]	0.897	-	1.000	Rapporto $\sigma_{max} / \sigma_{min}$
k [-]	3.320	-	3.508	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t [-]	127.3	14.6	16.3	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t [-]	-	14.6	16.3	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3 [-]	117.4	-	40.0	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan. [-]	4	1	3	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione [-]	4			Classe della sezione

INSTABILITÀ LOCALE DEI SOTTOPANNELLI D'ANIMA. CALCOLO DELLE PORZIONI EFFICACI

Pannello	ID	1	2	
t	[mm]	20	20	
a	[mm]	2800	2800	
b	[mm]	531	2014	
z sup	[mm]	25	556	
z inf	[mm]	556	2570	
σ sup [MPa]		-34.0	-35.1	
σ inf [MPa]		-35.1	-39.3	
ψ [-]		0.969	0.895	
$\kappa\alpha$ [-]		4.061	4.216	
$\sigma_{cr,p}$ [MPa]		1093.5	78.9	
λ_p [-]		0.570	2.122	
ρ_{loc} [-]		1.000	0.424	
$\sigma_{cr,c}$ [MPa]		9.7	9.7	
λ_c [-]		6.055	6.055	
Φ [-]		19.445	19.445	
χ_c [-]		0.026	0.026	
ξ [-]		1.000	1.000	
$\rho_{c,loc}$ [-]		1.000	0.424	
bt	[mm]	0	0	
bc,sup	[mm]	268	1033	
bc,inf	[mm]	263	981	
bc,eff,sup	[mm]	268	437	
bc,eff,inf	[mm]	263	416	
h foro	[mm]	0	1161	
z foro	[mm]	293	1574	



INSTABILITÀ DEL PANNELLO D'ANIMA IRRIGIDITO

Calcolo della tensione critica di piastra e del coefficiente di instabilità a piastra del pannello irrigidito

Irrig. $\sigma < 0$	ID	1
A sl [mm ²]		29381
J sl [mm ⁴]	50871310	
b1 [mm]		531
b2 [mm]		2014
a c [mm]		5630
$\sigma_{cr,p,sl}$ [MPa]		485.5
$\sigma_{cr,p}$ [MPa]		542.5
$\sigma_{cr,p,min}$ [MPa]		542.5
$\beta_{A,c}$ [-]		0.595
λ_p [-]		0.624
ψ [-]		0.867
ρ [-]		1.000

Calcolo della tensione critica di colonna e del coefficiente di instabilità a colonna del pannello irrigidito

Irrig. σ_{max}	ID	1
$\sigma_{cr,c,sl}$ [MPa]		457.7
$\sigma_{cr,c}$ [MPa]		511.5
α_e [-]		0.715
λ_c [-]		0.643
Φ [-]		0.865
χ_c [-]		0.693

Influenza dell'instabilità a colonna sul comportamento post-critico. Interazione tra instabilità di piastra e di colonna

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

ξ [-] 0.061
 ρc [-] **0.729**

INSTABILITÀ LOCALE DELLE PIATTABANDE									
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est				
t	[mm]	25	25	30	30	Spessore piattabanda			
b	[mm]	365	365	490	490	Larghezza piattabanda			
λp	[-]	-	-	-	-	Snellezza adimensionale per $\Psi=1$			
ρ	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000	Coefficiente riduttivo per instabilità locale			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)									
		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E
n	[-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298
zG	[mm]	1415	709	334	334	334	696	709	334
A	[mm ²]	75153	132701	223689	223689	223689	134667	132701	223689
A n	[mm ²]	7.52E+19	2.30E+06	1.41E+06	1.41E+06	1.41E+06	2.25E+06	2.30E+06	1.41E+06
J	[mm ⁴]	1.02E+11	1.89E+11	2.36E+11	2.36E+11	2.36E+11	1.91E+11	1.89E+11	2.36E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-3.01E+09	-2.09E+09	-2.09E+09	-2.09E+09	-2.96E+09	-3.01E+09	-2.09E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-1.86E+08	-3.68E+08	-3.68E+08	-3.68E+08	-1.90E+08	-1.86E+08	-3.68E+08
W pb,s	[mm ³]	-7.22E+07	-2.67E+08	-7.07E+08	-7.07E+08	-7.07E+08	-2.74E+08	-2.67E+08	-7.07E+08
W an,s	[mm ³]	-7.35E+07	-2.76E+08	-7.64E+08	-7.64E+08	-7.64E+08	-2.84E+08	-2.76E+08	-7.64E+08
W an,i	[mm ³]	8.85E+07	1.02E+08	1.05E+08	1.05E+08	1.05E+08	1.02E+08	1.02E+08	1.05E+08
W pb,i	[mm ³]	8.63E+07	1.00E+08	1.04E+08	1.04E+08	1.04E+08	1.00E+08	1.00E+08	1.04E+08
Δ baricentro	[mm]	0	-123	-120	-120	-120	-124	-123	-120

VERIFICA DELLE SALDATURE ANIMA-PIATTABANDE												
CARATTERISTICHE DELLE SALDATURE												
		sald, sup	sald, inf									
a	[mm]	-	7.0	Altezza della sezione di gola								
$\beta 1$	[-]	-	0.70	Coefficiente definito in Tab.4.2.XIX NTC2008								
τ_{rd}	[MPa]	-	248.5	Tensione tangenziale massima per la verifica								
TENSIONI DI TAGLIO (DA FORMULAZIONE DI JOURAWSKY E BREDT) - VERIFICHE												
		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	Ed	Rd	$\eta 1$
Jy / Sy* an,s	[mm]	3888	2860	2702	2702	2702	2853	2860	2702			
Jy / Sy* an,i	[mm]	2912	3360	3492	3492	3492	3365	3360	3492			
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ved	[kN]	-1069	-1301	-2645	-50	2	-206	0	0	-5270		
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
q an,s	[N/mm]	-275	-455	-979	-19	1	-72	0	0	-1799		
q an,i	[N/mm]	-367	-387	-757	-14	1	-61	0	0	-1587		
$\tau //$ sald,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\tau //$ sald,i	[MPa]	-26.2	-27.7	-54.1	-1.0	0.0	-4.4	0.0	0.0	-113.4	248.5	0.46
Tasso di sfruttamento delle saldature												
η sald	[-]	0.46										

9.4.5 Verifica SLU dei connettori trave-soletta

Le verifiche dei connettori sono state effettuate secondo quanto prescritto al paragrafo §4.3.4.3.1 delle NTC [1]. È stato verificato il completo ripristino della resistenza, in accordo a quanto richiesto nel MDP RFI [2].

Sono stati disposti su ciascuna piattabanda 3 pioli $\Phi 22$ a passo 20cm, fatta eccezione per i primi 4 metri a partire dagli appoggi, per i quali sono stati disposti 6 pioli $\Phi 22$ a passo 20cm.

La resistenza di calcolo a taglio dei connettori è stata assunta pari al minore dei seguenti valori:

$$P_{Rd,a} = 0.8 f_{tk} (\pi d^2/4) / \gamma_V \quad (\text{resistenza a taglio del gambo del piolo})$$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

$$P_{Rd,c} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_V \quad (\text{resistenza a schiacciamento del calcestruzzo})$$

Dove:

$\gamma_V = 1.25$	fattore parziale di sicurezza
$f_{tk} = 450 \text{ MPa}$	resistenza a rottura dell'acciaio del piolo
$f_{ck} = 32 \text{ MPa}$	resistenza cilindrica del calcestruzzo della soletta
$d = 22 \text{ mm}$	diametro del piolo
$h_{sc} = 190 \text{ mm}$	altezza del piolo esclusa la saldatura
$\alpha = 0.2 (h_{sc}/d + 1)$	per $3 \leq h_{sc} / d \leq 4$
$\alpha = 1.0$	per $h_{sc} / d > 4$

Si ottiene dunque:

$$P_{Rd,a} = 109.5 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,c} = 116.0 \text{ kN}$$

In definitiva risulta essere:

$$P_{Rd} = 109.5 \text{ kN}$$

La portata di progetto dei connettori è dunque pari a:

$$Q_{Rd} = 1642.5 \text{ kN/m} \quad \text{lungo sviluppo travi, fatta eccezione per le zone d'appoggio;}$$

$$Q_{Rd} = 3284.3 \text{ kN/m} \quad \text{per le zone d'appoggio (primi 4m da asse appoggio).}$$

Verifica con approccio elastico:

Con tale metodo la forza di scorrimento agente sui connettori è stata valutata attraverso la teoria elastica.

La forza di scorrimento è data da:

$$Q_{Ed} = V_{Ed} S / J \quad (\text{formulazione di Jourawsky})$$

In cui V_{Ed} è il taglio di progetto derivante dal modello globale, S e J sono rispettivamente il momento statico della soletta rispetto al baricentro e il momento d'inerzia della sezione mista, entrambi calcolati, a favore di sicurezza, assumendo, in accordo con le UNI EN 1994-2, soletta non fessurata (anche laddove tensioni in soletta risultassero di trazione).

Agli estremi della soletta si è tenuto conto delle azioni concentrate dovute agli effetti del delta termico tra trave e soletta (pari a 5°C) e del ritiro primario. Tale azione, in accordo con quanto indicato nella UNI EN 1994-2 è stata distribuita su una lunghezza pari alla larghezza efficace della soletta corrispondente ad ogni trave.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

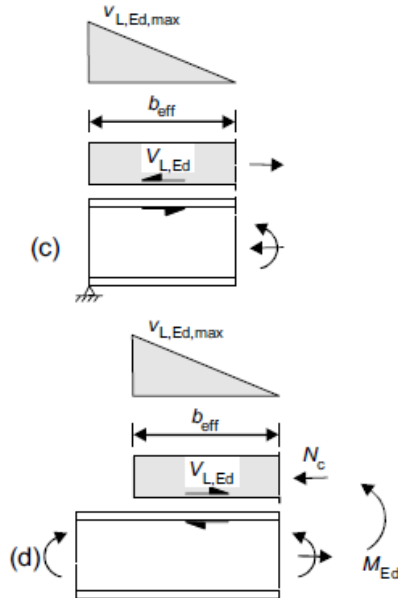


Figura 64 – Azioni concentrate dovute alle deformazioni differenziali tra trave e soletta (UNI EN 1994-2 [5])

Le verifiche SLU dei pioli si intendono soddisfatte se:

$$Q_{Ed} < Q_{Rd}$$

Si riportano di seguito le verifiche della sezione nella zona con 6 pioli passo 20cm a massimo tasso di sfruttamento e della sezione nella zona con 3 pioli passo 20cm a massimo tasso di sfruttamento. Tale condizione si ha nella trave n°1.

TR.1 - sez.1 - Combinazione n°33 (Tempo infinito)

VERIFICA SLU A SCORRIMENTO DEI PIOLI

IPOTESI DI CALCOLO

In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata.

In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta.

Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-pressoflessione della sezione per la presente combinazione di carichi.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n	[-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298
zG	[mm]	1415	703	328	328	328	690	703	328
J	[mm ⁴]	1.08E+11	2.29E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.31E+11	2.29E+11	2.93E+11
S*	[mm ³]	0.00E+00	7.34E+07	1.12E+08	1.12E+08	1.12E+08	7.48E+07	7.34E+07	1.12E+08
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-

SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed
V _{ed}	[kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T _{ed}	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q _{ed,1}	[kN/m]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA

N _{ed,rit}	[kN]	4548	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro							
N _{ed,dt}	[kN]	3617	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale							

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

L diff	[m]	3.83	Lunghezza di diffusione dell'azione (Ldiff = 3/4*Beff)
q ed,2	[kN/m]	2131.2	Scorrimento legato alle azioni concentrate
SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA			
q ed,tot	[kN/m]	2131.2	Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto
q rd	[kN/m]	3284.3	Scorrimento resistente di progetto
Tasso di sfruttamento η dei pioli			
η pioli	[-]	0.65	

TR.1 - sez.8 - Combinazione n°28 (Tempo zero)

VERIFICA SLU A SCORRIMENTO DEI PIOLI										
IPOTESI DI CALCOLO										
In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata.										
In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta.										
Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-pressoflessione della sezione per la presente combinazione di carichi.										
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	1E+15	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	
zG	[mm]	1415	329	329	329	329	329	329	329	
J	[mm ⁴]	1.08E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.93E+11	
S*	[mm ³]	0.00E+00	1.12E+08	1.12E+08	1.12E+08	1.12E+08	1.12E+08	1.12E+08	1.12E+08	
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	
SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed
Ved	[kN]	-898	-1289	-1759	-50	-1	0	0	0	-3997
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q ed,1	[kN/m]	0.0	-493.1	-673.1	-18.9	-0.5	0.0	0.0	0.0	-1185.6
SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA										
Ned,rit	[kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro							
Ned,dt	[kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale							
L diff	[m]	-	Lunghezza di diffusione dell'azione (Ldiff = 3/4*Beff)							
q ed,2	[kN/m]	0.0	Scorrimento legato alle azioni concentrate							
SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA										
q ed,tot	[kN/m]	-1185.6	Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto							
q rd	[kN/m]	1642.2	Scorrimento resistente di progetto							
Tasso di sfruttamento η dei pioli										
η pioli	[-]	0.72								

Verifica per completo ripristino

La verifica è stata condotta calcolando la forza di compressione massima in soletta in corrispondenza della sezione di mezzeria per la combinazione corrispondente a η massimo. Tale forza è pari a:

$$N = N_{arm} + N_{sol}$$

Tale forza, incrementata per $1/\eta_1$, con η_1 massimo tasso di sfruttamento a pressoflessione, deve essere assorbita dai pioli posti nell'intervallo tra la sezione d'appoggio e la sezione in campata.

Si riporta di seguito lo svolgimento della verifica per la trave n°1 (più critica). Il calcolo della tensione in soletta e del tasso di sfruttamento per la sezione di mezzeria è riportato in Allegato B.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

TR.1 - Combinazione n°1 (Tempo infinito)

Geometria e materiale della soletta nella sezione di mezzeria

h_{sol}	327.5	mm	Spessore soletta (esclusa predalla)
B_{sol}	3950	mm	Larghezza efficace soletta
$A_{arm,sup}$	2232.5	mm ²	Area armatura superiore
$A_{arm,inf}$	2232.5	mm ²	Area armatura inferiore
$c_{f,sup}$	71.0	mm	Copri ferro armatura superiore
$c_{f,inf}$	42.0	mm	Copri ferro armatura inferiore
f_{ck}	32.0	MPa	Resistenza caratteristica del calcestruzzo
E_{cm}	33346	MPa	Modulo elastico del calcestruzzo

Sollecitazioni agenti nella sezione di mezzeria

y_n	1672.7	mm	Distanza da asse neutro a estradosso soletta
$\sigma_{cls,sup}$	-9.2	MPa	Tensione sul lembo superiore della soletta
$\sigma_{cls,inf}$	-7.4	MPa	Tensione sul lembo inferiore della soletta (esclusa predalla)
$\sigma_{cls,media}$	-8.30	MPa	Tensione media sul calcestruzzo della soletta
$\sigma_{arm,sup}$	-159.60	MPa	Tensione sulle armature superiori
$\sigma_{arm,inf}$	-138.23	MPa	Tensione sulle armature inferiori
$N_{cls,media}$	-10736	kN	Azione assiale: contributo del calcestruzzo
N_{arm}	-665	kN	Azione assiale: contributo delle armature
N_{tot}	-11401	kN	Azione assiale totale in soletta
L	19000	mm	Distanza tra punto di momento nullo e punto di momento massimo
η_1	0.81	-	Massimo tasso di sfruttamento

Caratteristiche della connessione a taglio

d_{piolo}	22	mm	Diametro dei pioli
h_{sc}	190	mm	Altezza dei pioli (esclusa la saldatura)
n	345	-	Numero di pioli totali in L

Verifica a completo ripristino

$P_{Rd,a}$	109.5	kN	Resistenza a taglio del singolo piolo per rottura lato acciaio
$P_{Rd,c}$	116.0	kN	Resistenza a taglio del singolo piolo per rottura lato calcestruzzo
P_{Rd}	109.5	kN	Resistenza a taglio del singolo pioli ($\min(P_{Rd,a}; P_{Rd,c})$)
F_{Rd}	37770	kN	Resistenza dell'insieme dei pioli presenti sulla lunghezza "L"
F_{ed}	14076	kN	Azione agente sulla lunghezza "L" incrementata di $1/\eta$
F_{ed}/F_{Rd}	0.37	-	Verifica

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

9.4.6 Verifica SLU dell'armatura trasversale in soletta

Al fine di evitare rotture fragili nel calcestruzzo della soletta per effetto degli sforzi di taglio che si concentrano in prossimità dei pioli, è necessario che tali azioni vengano assorbite da un'adeguata armatura trasversale.

La verifica è stata condotta in accordo con quanto indicato al §6.2.4 delle UNI EN 1992-1-1 [3]:

L'armatura trasversale per unità di lunghezza A_{sf}/s_f può essere determinata come segue:

$$(A_{sf}f_{yd}/s_f) \geq v_{Ed} h_f / \cot \theta_f \quad (6.21)$$

Per prevenire la rottura dei puntoni compressi nella piattabanda, si raccomanda di soddisfare la seguente condizione:

$$v_{Ed} \leq v f_{cd} \sin \theta_f \cos \theta_f \quad (6.22)$$

L'intervallo di valori ammesso per $\cot \theta_f$ da adottare in uno Stato può essere reperito nella sua appendice nazionale. In assenza di calcoli più rigorosi, i valori raccomandati sono:

$1,0 \leq \cot \theta_f \leq 2,0$ per piattabande compresse ($45^\circ \geq \theta_f \geq 26,5^\circ$)
 $1,0 \leq \cot \theta_f \leq 1,25$ per piattabande tese ($45^\circ \geq \theta_f \geq 38,6^\circ$)

Figura 65 – Calcolo armatura trasversale in accordo col §6.2.4 delle UNI-EN 1992-1-1

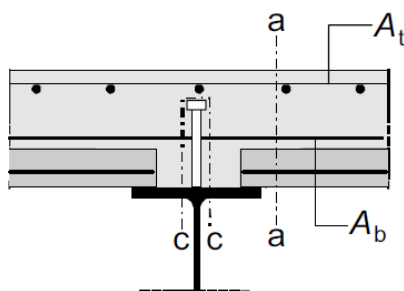


Figura 66 – Piani di potenziale rottura nella soletta

Con v_{Ed} si indica la tensione agente sulla sezione di potenziale rottura di dimensione h_f .

Coerentemente a quanto fatto per le travi e i pioli, la sollecitazione di scorrimento sulla sezione "a-a" (Figura 66) è stata calcolata sulla base della teoria elastica:

$$v_{Ed} = q_{Ed} / 2h_f$$

dove con q_{Ed} si indica lo scorrimento di progetto con il quale sono stati calcolati i pioli (Figura 67).

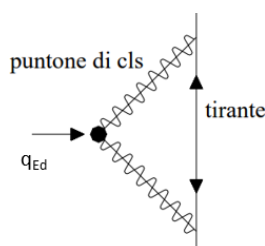


Figura 67 – Schema di calcolo per la valutazione delle sollecitazioni agenti sull'armatura trasversale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVI2105001</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

L'armatura trasversale per unità di lunghezza deve soddisfare la relazione:

$$A_{sf} / s_f > q_{Ed} / (2 \cotg \theta_f \cdot f_{yd})$$

Nelle verifiche si è tenuto conto dell'armatura trasversale inferiore e solo del 20% dell'armatura superiore. Quest'ultima si considera, a favore di sicurezza e in funzione dei tassi di sfruttamento delle armature riportati al capitolo 18, impegnata per l'80% per effetto del momento flettente negativo dovuto agli effetti locali.

L'armatura inferiore in corrispondenza dei pioli delle travi è costituita da 1+1Φ16/20cm.

L'armatura superiore è costituita da 1Φ20/20cm.

Si riporta di seguito la verifica risultata più gravosa.

TR.2 - sez.3 - Combinazione n°28 (Tempo zero)

VERIFICA SLU A SCORRIMENTO DEI PIOLI										
IPOTESI DI CALCOLO										
In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata.										
In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta.										
Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-pressoflessione della sezione per la presente combinazione di carichi.										
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	1E+15	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298
zG	[mm]	1415	454	454	454	454	454	454	454	454
J	[mm ⁴]	1.08E+11	2.71E+11	2.71E+11	2.71E+11	2.71E+11	2.71E+11	2.71E+11	2.71E+11	2.71E+11
S*	[mm ³]	0.00E+00	9.91E+07	9.91E+07	9.91E+07	9.91E+07	9.91E+07	9.91E+07	9.91E+07	9.91E+07
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed
Ved	[kN]	-1069	-1301	-2645	-50	2	0	0	0	-5064
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q ed,1	[kN/m]	0.0	-475.5	-966.7	-18.3	0.6	0.0	0.0	0.0	-1459.9
SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA										
Ned,rit	[kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro							
Ned,dt	[kN]	-1558	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale							
L diff	[m]	2.75	Lunghezza di diffusione dell'azione (Ldiff = Beff)							
q ed,2	[kN/m]	-566.5	Scorrimento legato alle azioni concentrate							
SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA										
q ed,tot	[kN/m]	-2026.3	Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto							
q rd	[kN/m]	3284.3	Scorrimento resistente di progetto							
Tasso di sfruttamento η dei pioli										
η pioli	[-]	0.62								
VERIFICA PER AZIONI CONCENTRATE IN SOLETTA IN CORRISPONDENZA DEI PIOLI										
Parametri per il calcolo dello scorrimento sulla sezione di potenziale rottura a-a										
q,ed,tot	[kN/m]	-2026.3	Scorrimento sollecitante di progetto							
σ pb,s	[MPa]	52.1	Tensione agente sulla piattabanda superiore							
cotg(θf)	[-]	1.25	Cotg dell'angolo del puntone di cls: 1≤cotgθ≤2 per flangia compressa; 1≤cotgθ≤1.25 per flangia tesa							
Verifica dell'armatura trasversale										
(Asf / sf)min	[mm ² /m]	2067	Armatura trasversale per unità di lunghezza minima							
Asf / sf	[mm ² /m]	2324	Armatura trasversale per unità di lunghezza presente							
η arm	[-]	0.89	Tasso di sfruttamento SLU dell'armatura							
Verifica a schiacciamento del puntone compresso										
hf	[°]	377.5	Altezza della soletta (inclusa predalla)							
v rd,c	[MPa]	5.2	Resistenza a scorrimento per rottura del puntone compresso							
v ed	[MPa]	-2.7	Tensione di scorrimento							
η cls	[-]	0.52	Tasso di sfruttamento SLU del calcestruzzo							

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

9.4.7 Risultati delle verifiche sezionali SLU

Le verifiche SLU delle travi di impalcato e degli elementi ad esse correlati, sono state effettuate per tutte le combinazioni esposte nel §A.1 della presente relazione.

I risultati si riportano come andamento del tasso di sfruttamento η lungo lo sviluppo dell'impalcato. La verifica si intende soddisfatta quando $\eta \leq 1$.

Nei grafici seguenti si riportano delle linee di colore nero laddove si hanno le pile.

Le verifiche estese e i risultati in forma tabulare sono riportati in Allegato B .

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

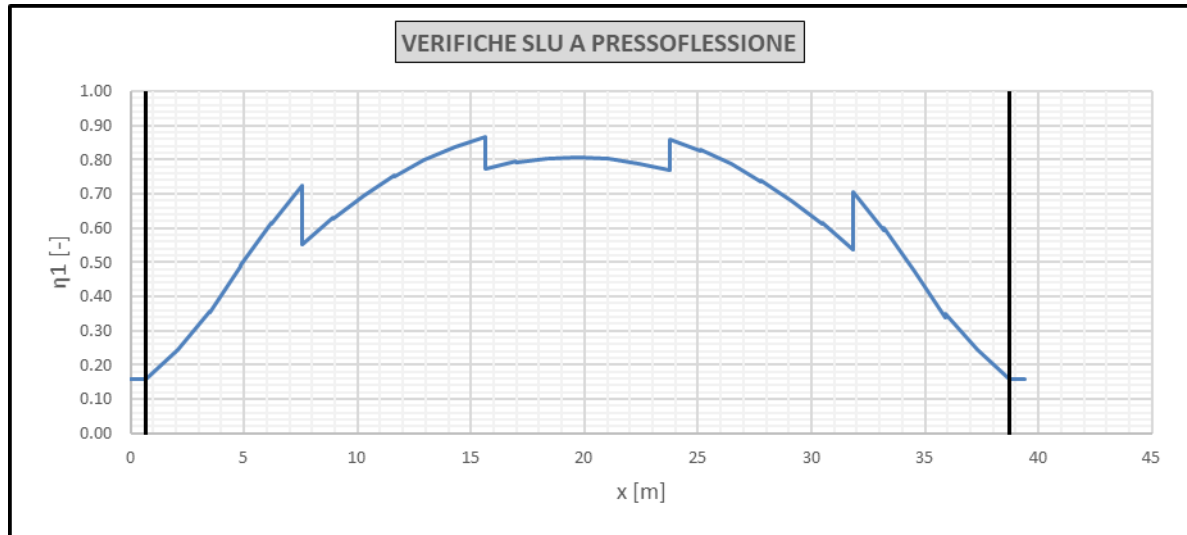


Figura 68 – Trave n°1. Verifiche SLU a presso/tenso-flessione

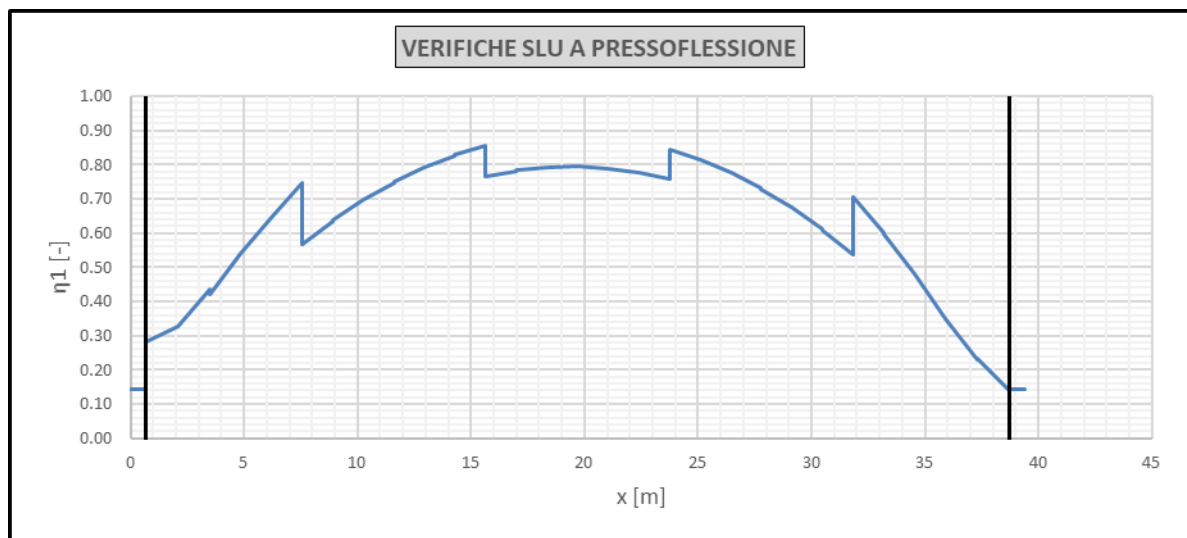


Figura 69 – Trave n°2. Verifiche SLU a presso/tenso-flessione

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

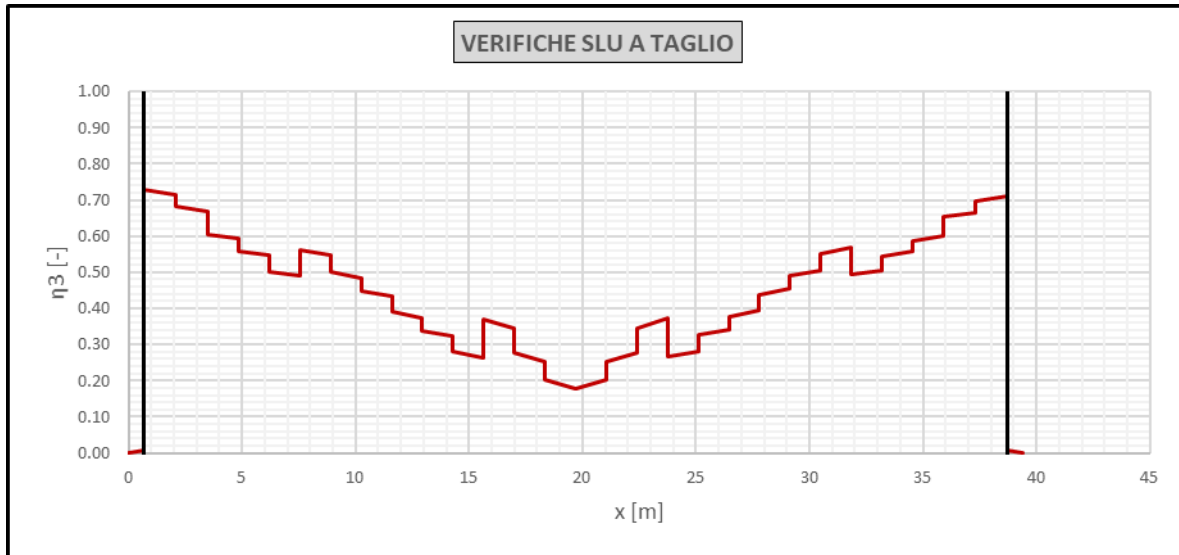


Figura 70 – Trave n°1. Verifiche SLU per instabilità a taglio dell'anima

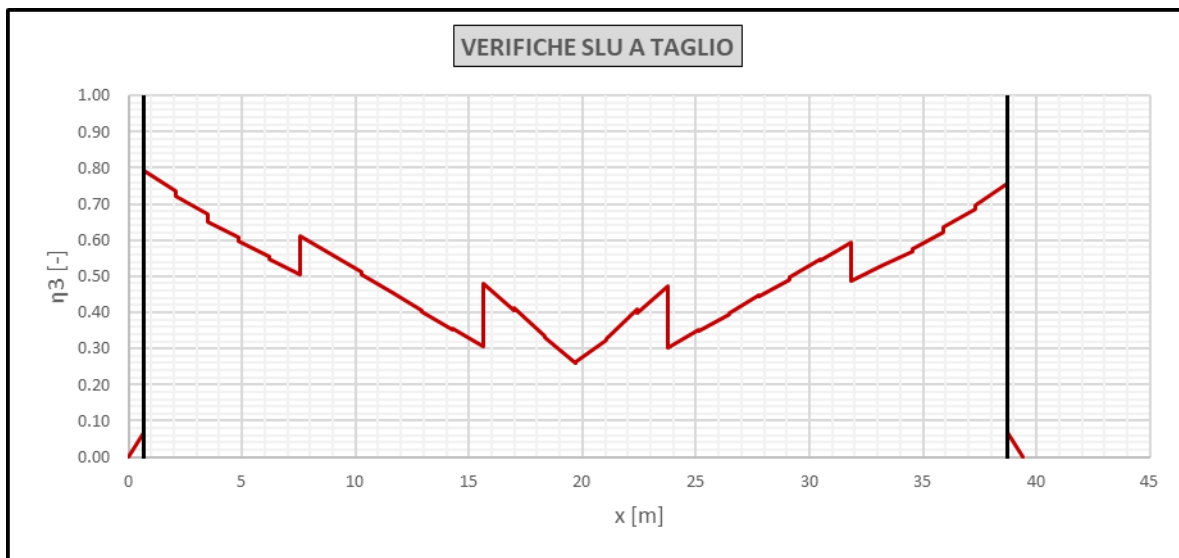


Figura 71 – Trave n°2. Verifiche SLU per instabilità a taglio dell'anima

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

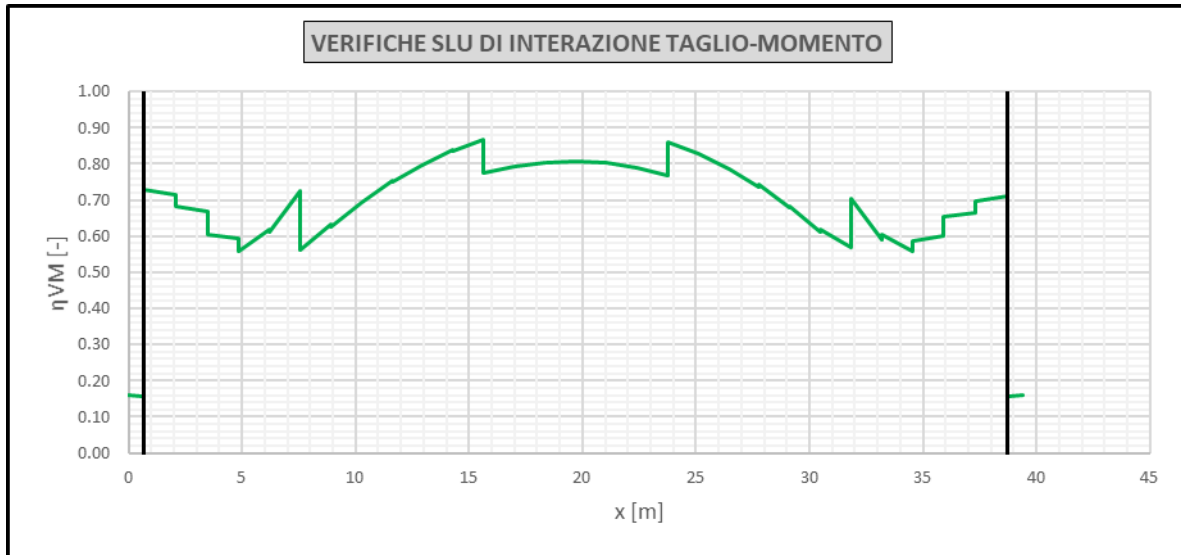


Figura 72 – Trave n°1. Verifiche SLU di interazione taglio-momento

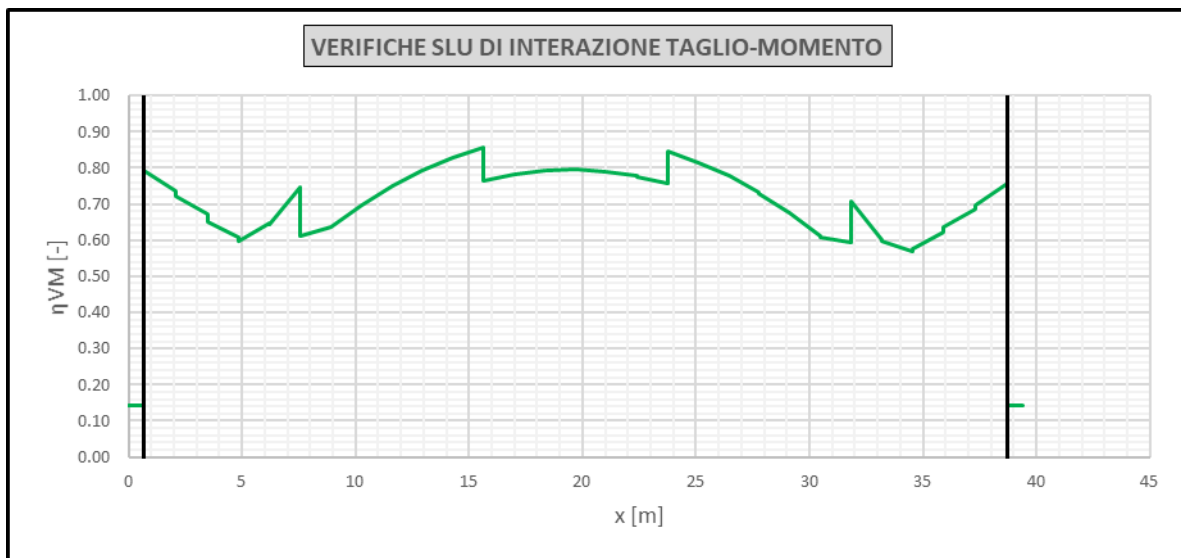


Figura 73 – Trave n°2. Verifiche SLU di interazione taglio-momento

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

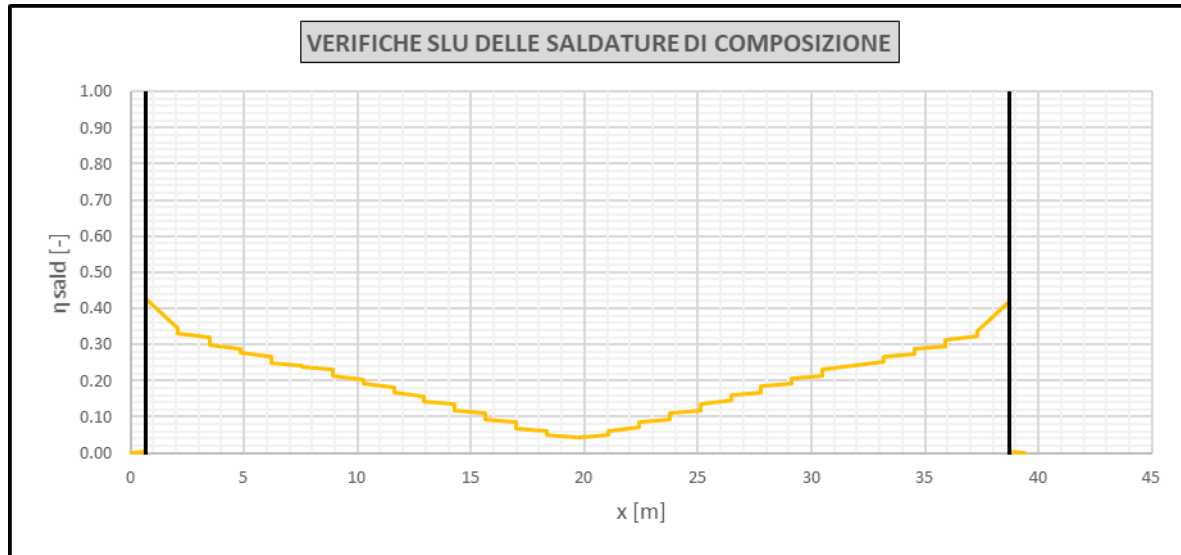


Figura 74 – Trave n°1. Verifiche SLU delle saldature anima-piattabanda inferiore (cordone d'angolo)

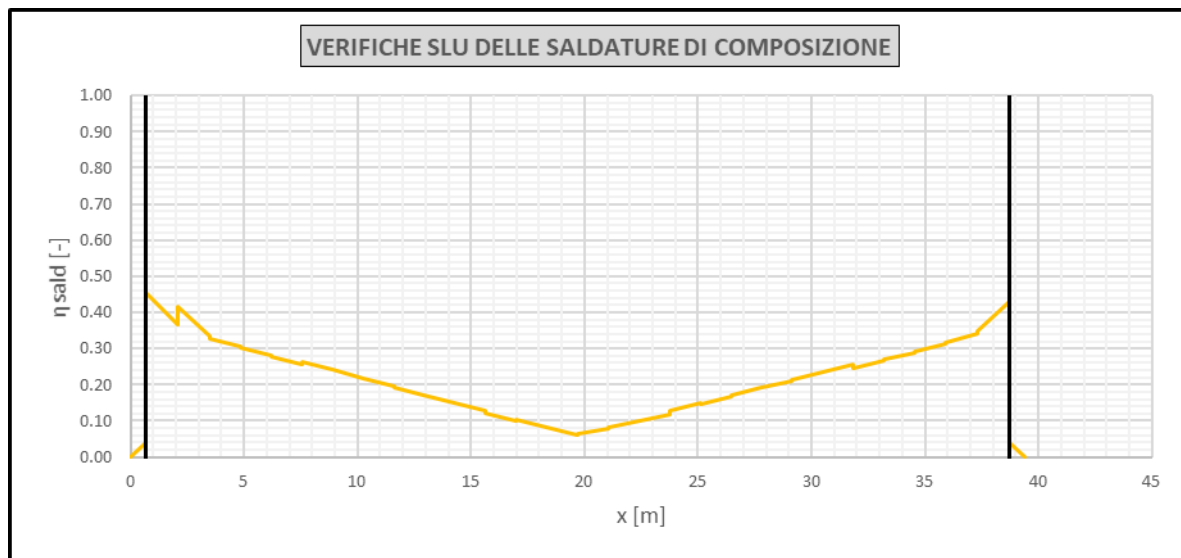


Figura 75 – Trave n°2. Verifiche SLU delle saldature anima-piattabanda inferiore (cordone d'angolo)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

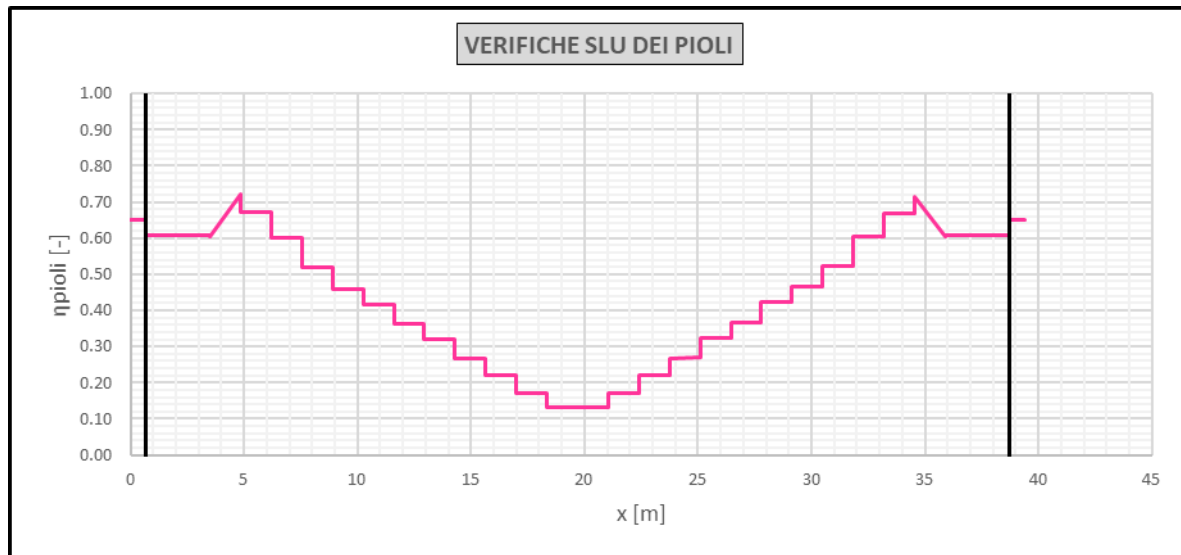


Figura 76 – Trave n°1. Verifiche SLU dei connettori trave-soletta

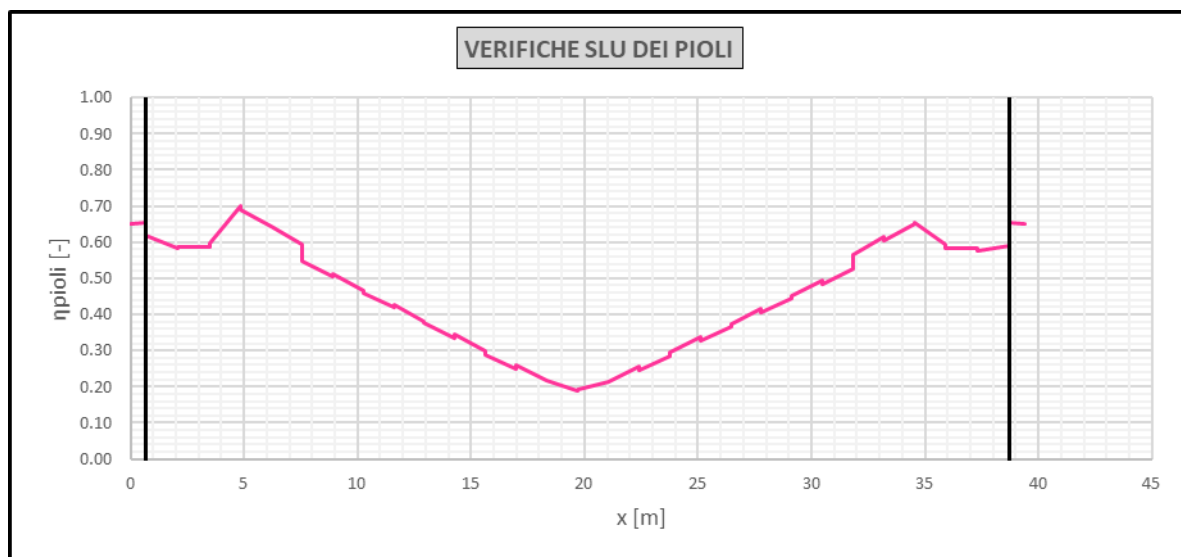


Figura 77 – Trave n°2. Verifiche SLU dei connettori trave-soletta

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12105001	B

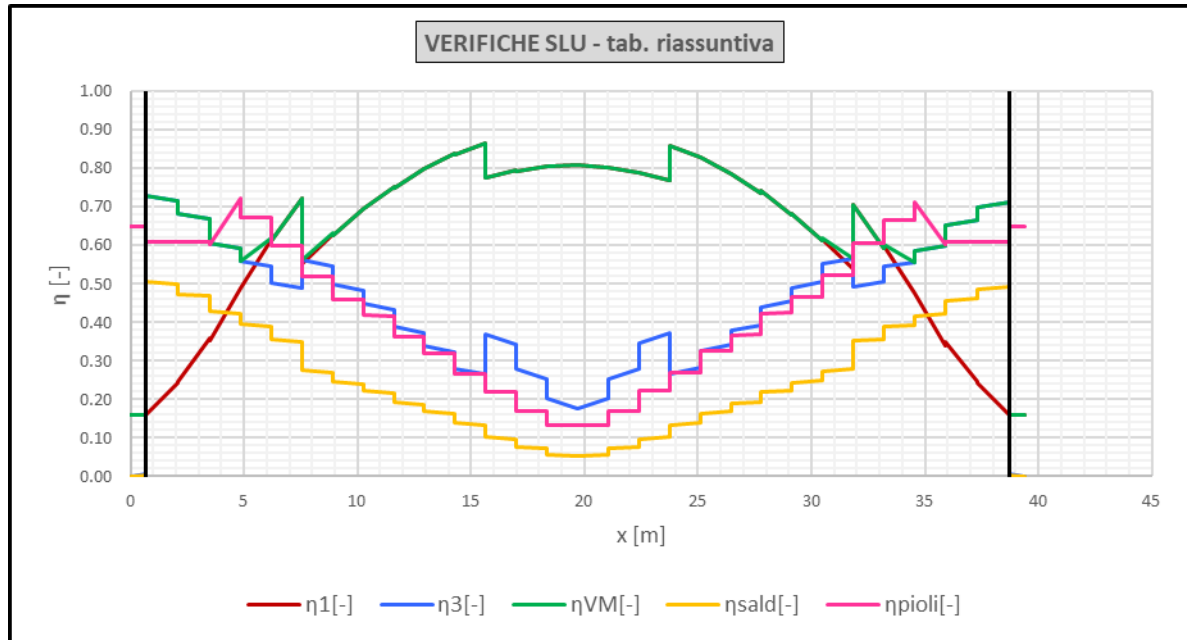


Figura 78 – Trave n°1. Grafico riassuntivo delle verifiche SLU

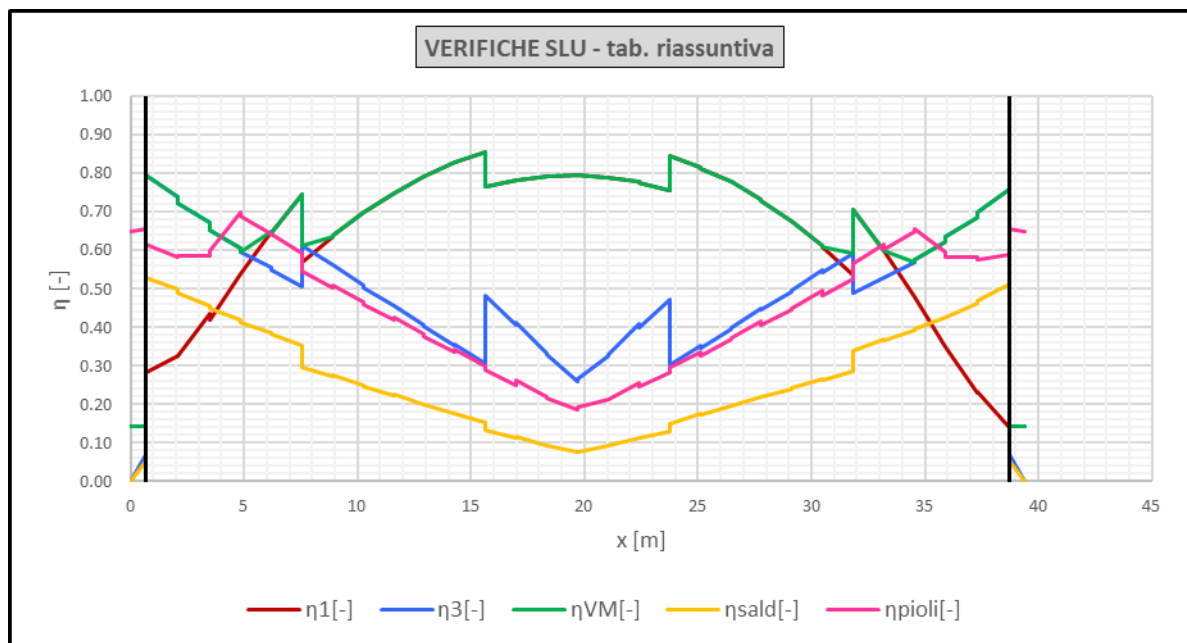


Figura 79 – Trave n°2. Grafico riassuntivo delle verifiche SLU

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

9.5 Verifiche sezionali SLE

Nei sotto-paragrafi seguenti si riportano degli accenni teorici e normativi sulle modalità di verifica seguite. Si descrivono inoltre le varie assunzioni fatte e si riporta la verifica risultata più gravosa in forma estesa.

A seguire, nell'ultimo sotto-paragrafo, vengono esposti i risultati in forma sintetica delle verifiche effettuate.

Nell'Allegato C si riportano i tabulati di verifica.

9.5.1 Verifica dello stato limite di limitazione delle tensioni

In accordo con quanto indicato nel MDP RFI [2], sono stati verificati i seguenti limiti tensionali per SLE:

- $\sigma_s < 0.75f_{yk}$ con σ_s massima tensione di trazione nelle armature per combinazione "RARA";
- $\sigma_c < 0.55f_{ck}$ con σ_c massima tensione di compressione nel cls per combinazione "RARA";
- $\sigma_c < 0.40f_{ck}$ con σ_c massima tensione di compressione nel cls per combinazione "QUASI PERM".

Per l'acciaio da carpenteria si è controllato semplicemente che la tensione ideale secondo Von Mises risultasse minore di f_{yk} .

Nelle verifiche si è trascurato l'effetto dell'instabilità locale e, dunque, sono state considerate le caratteristiche geometriche lorde delle sezioni. Si è invece tenuto conto dell'effetto shear-lag nelle piattabande, il quale è stato valutato tramite un approccio elastico (fenomeno risultato comunque trascurabile).

Si riportano di seguito le verifiche corrispondenti alla massima tensione di compressione sul calcestruzzo per combinazione rara e quasi permanente e la massima tensione di trazione e compressione nell'acciaio delle armature per combinazione rara.

TR.2 - sez.31 - Combinazione n°57 (Tempo zero)
RARA-Condizione massime tensioni su calcestruzzo

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-CARATTERISTICA SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	14	347	970	-60	-1067	0	0	0	205
Med	[kNm]	7816	8694	12052	-44	892	0	0	0	29409
Ved	[kN]	10	36	-29	3	0	0	0	0	21
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.00E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA			
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni			
σ sol,s	[Mpa]	-9.2	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
σ sol,i	[Mpa]	-6.2	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastico: Aeff = beta * Ac,eff					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

β^k [-] - - - - -

INSTABILITÀ LOCALE

Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE

	g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E
n [-]	1E+15	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298
zG [mm]	1666	638	638	638	638	638	638	638
A [mm ²]	121096	267214	267214	267214	267214	267214	267214	267214
An [mm ²]	1.21E+20	1.68E+06	1.68E+06	1.68E+06	1.68E+06	1.68E+06	1.68E+06	1.68E+06
J [mm ⁴]	1.38E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11
W sol,s [mm ³]	-	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09
W arm,s [mm ³]	-	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08
W pb,s [mm ³]	-8.28E+07	-5.85E+08	-5.85E+08	-5.85E+08	-5.85E+08	-5.85E+08	-5.85E+08	-5.85E+08
W an,s [mm ³]	-8.43E+07	-6.13E+08	-6.13E+08	-6.13E+08	-6.13E+08	-6.13E+08	-6.13E+08	-6.13E+08
W an,i [mm ³]	1.58E+08	1.96E+08	1.96E+08	1.96E+08	1.96E+08	1.96E+08	1.96E+08	1.96E+08
W pb,i [mm ³]	1.48E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08
Av [mm]	35140	35140	35140	35140	35140	35140	35140	35140

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	Ed	Rk	Ed/Ek
σ pb,s [MPa]	-94.3	-13.6	-17.0	-0.1	-5.5	0.0	0.0	0.0	-130.5	355.0	0.37
σ an,s [MPa]	-92.6	-12.9	-16.0	-0.2	-5.4	0.0	0.0	0.0	-127.1	355.0	0.36
σ an,i [MPa]	49.6	45.6	65.1	-0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	160.4	355.0	0.45
σ pb,i [MPa]	53.0	47.0	67.0	-0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	167.3	335.0	0.50
τ ,an [MPa]	0.3	1.0	-0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	355.0	0.00
σ id an,s [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	127.1	355.0	0.45
σ id an,i [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	160.4	355.0	0.45

Tasso di sfruttamento SLE

$\eta_{1,sle}$ [-] **0.50**

VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA

σ sol,s [MPa]	0.0	-3.6	-4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-8.2	17.6	SI
σ arm,s [MPa]	0.0	-20.7	-26.9	-0.1	-6.2	0.0	0.0	0.0	-54.0	337.5	SI

TR.2 - sez.31 - Combinazione n°41 (Tempo infinito)

RARA-Condizione massime tensioni di compressione su armature

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-CARATTERISTICA SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	TOT
Ned [kN]	14	347	970	-60	-1067	-3329	0	0	-3125
Med [kNm]	7816	8694	12052	-44	892	4505	0	0	33915
Ved [kN]	10	36	-29	3	0	-3	0	0	18
Ted [kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϵ sol [-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.00E-05	2.88E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

σ sol,s [Mpa] -10.8 Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata

σ sol,i [Mpa] -8.1 Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata

Soletta [-] **Non Fess** Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastico: $A_{eff} = \beta * A_{c,eff}$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k [-]	-	-	-	-	-

INSTABILITÀ LOCALE

Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE

	g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E
--	----	----	----	----	----	--------------	--------------	---

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	Progetto: IN17 Lotto: 12 Codifica: EI2CLVI2105001 B

n	[-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298
zG	[mm]	1666	1078	638	638	638	1064	1078	638
A	[mm ²]	121096	176227	267214	267214	267214	178193	176227	267214
A n	[mm ²]	1.21E+20	3.05E+06	1.68E+06	1.68E+06	1.68E+06	2.97E+06	3.05E+06	1.68E+06
J	[mm ⁴]	1.38E+11	2.72E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11	2.75E+11	2.72E+11	3.73E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-3.24E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-3.19E+09	-3.24E+09	-2.31E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-1.97E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-2.01E+08	-1.97E+08	-3.95E+08
W pb,s	[mm ³]	-8.28E+07	-2.52E+08	-5.85E+08	-5.85E+08	-5.85E+08	-2.59E+08	-2.52E+08	-5.85E+08
W an,s	[mm ³]	-8.43E+07	-2.60E+08	-6.13E+08	-6.13E+08	-6.13E+08	-2.66E+08	-2.60E+08	-6.13E+08
W an,i	[mm ³]	1.58E+08	1.86E+08	1.96E+08	1.96E+08	1.96E+08	1.87E+08	1.86E+08	1.96E+08
W pb,i	[mm ³]	1.48E+08	1.79E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.79E+08	1.79E+08	1.90E+08
Av	[mm]	35140	35140	35140	35140	35140	35140	35140	35140

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek
σ pb,s [MPa]	-94.3	-32.5	-17.0	-0.1	-5.5	-36.1	0.0	0.0	-185.5	355.0	0.52
σ an,s [MPa]	-92.6	-31.5	-16.0	-0.2	-5.4	-35.6	0.0	0.0	-181.3	355.0	0.51
σ an,i [MPa]	49.6	48.7	65.1	-0.4	0.6	5.5	0.0	0.0	168.9	355.0	0.48
σ pb,i [MPa]	53.0	50.6	67.0	-0.5	0.7	6.4	0.0	0.0	177.3	335.0	0.53
τ an [MPa]	0.3	1.0	-0.8	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.5	355.0	0.00
σ id an,s [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	181.3	355.0	0.48
σ id an,i [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	168.9	355.0	0.48

Tasso di sfruttamento SLE

η_{1,sle} [-] **0.53**
VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA

σ sol,s [MPa]	0.0	-2.6	-4.6	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	-6.1	17.6	SI
σ arm,s [MPa]	0.0	-42.3	-26.9	-0.1	-6.2	-41.1	0.0	0.0	-116.6	337.5	SI

TR.2 - sez.3 - Combinazione n°62 (Tempo zero)
RARA-Condizione massime tensioni di trazione su armature
SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-CARATTERISTICA SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned [kN]	-9	33	-1843	-89	1037	0	0	0	-872
Med [kNm]	-30	16	-4298	-210	-673	0	0	0	-5195
Ved [kN]	-792	-867	-1186	-33	1	0	0	0	-2878
Ted [kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol [-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-3.00E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

σ sol,s [Mpa]	2.0	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
σ sol,i [Mpa]	1.0	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
Soletta [-]	Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastico: A_{eff} = beta * A_{c,eff}

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
β ^{^k} [-]	-	-	-	-	-

INSTABILITÀ LOCALE

Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n	[-]	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15
zG	[mm]	1415	1333	1333	1333	1333	1333	1333
A	[mm ²]	103106	108632	108632	108632	108632	108632	108632
A n	[mm ²]	1.03E+20	1.09E+20	1.09E+20	1.09E+20	1.09E+20	1.09E+20	1.09E+20
J	[mm ⁴]	1.08E+11	1.22E+11	1.22E+11	1.22E+11	1.22E+11	1.22E+11	1.22E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-7.15E+22	-7.15E+22	-7.15E+22	-7.15E+22	-7.15E+22	-7.15E+22
W arm,s	[mm ³]	-	-7.46E+07	-7.46E+07	-7.46E+07	-7.46E+07	-7.46E+07	-7.46E+07
W pb,s	[mm ³]	-7.67E+07	-9.17E+07	-9.17E+07	-9.17E+07	-9.17E+07	-9.17E+07	-9.17E+07

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA				
 IRICAV2					 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
					Progetto	Lotto	Codifica		
					IN17	12	EI2CLVI2105001		B

W an,s [mm3]	-7.81E+07	-9.35E+07	-9.35E+07	-9.35E+07	-9.35E+07	-9.35E+07	-9.35E+07	-9.35E+07	-9.35E+07
W an,i [mm3]	9.39E+07	9.88E+07	9.88E+07	9.88E+07	9.88E+07	9.88E+07	9.88E+07	9.88E+07	9.88E+07
W pb,i [mm3]	9.15E+07	9.64E+07	9.64E+07	9.64E+07	9.64E+07	9.64E+07	9.64E+07	9.64E+07	9.64E+07
Av [mm]	50900	50900	50900	50900	50900	50900	50900	50900	50900

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek
σ pb,s [MPa]	0.3	0.1	29.9	1.5	16.9	0.0	0.0	0.0	48.7	355.0	0.14
σ an,s [MPa]	0.3	0.1	29.0	1.4	16.7	0.0	0.0	0.0	47.6	355.0	0.13
σ an,i [MPa]	-0.4	0.5	-60.5	-3.0	2.7	0.0	0.0	0.0	-60.6	355.0	0.17
σ pb,i [MPa]	-0.4	0.5	-61.5	-3.0	2.6	0.0	0.0	0.0	-61.9	355.0	0.17
τ an [MPa]	-15.6	-17.0	-23.3	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-56.5	355.0	0.16
σ id an,s [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	108.9	355.0	0.32
σ id an,i [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	115.2	355.0	0.32

Tasso di sfruttamento SLE

η _{1,sle} [-]	0.32
------------------------	-------------

VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA

σ sol,s [MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.6	SI
σ arm,s [MPa]	0.0	0.1	40.7	2.0	18.6	0.0	0.0	0.0	61.3	337.5	SI

TR.2 - sez.31 - Combinazione n°115 (Tempo zero)

QUASI PERM -Condizione massime tensioni su calcestruzzo

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-QUASI PERMANENTE SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned [kN]	14	347	0	-50	-889	0	0	0	-578
Med [kNm]	7816	8694	0	-37	743	0	0	0	17216
Ved [kN]	10	36	0	2	0	0	0	0	49
Ted [kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol [-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

σ sol,s [Mpa]	-4.4	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
σ sol,i [Mpa]	-3.1	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
Soletta [-]	Non Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastico: A_{eff} = beta * A_{c,eff}

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k [-]	-	-	-	-	-

INSTABILITÀ LOCALE

Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n [-]	1E+15	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298
zG [mm]	1666	638	638	638	638	638	638	638
A [mm2]	121096	267214	267214	267214	267214	267214	267214	267214
A n [mm2]	1.21E+20	1.68E+06	1.68E+06	1.68E+06	1.68E+06	1.68E+06	1.68E+06	1.68E+06
J [mm4]	1.38E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11
W sol,s [mm3]	-	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09
W arm,s [mm3]	-	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08
W pb,s [mm3]	-8.28E+07	-5.85E+08	-5.85E+08	-5.85E+08	-5.85E+08	-5.85E+08	-5.85E+08	-5.85E+08
W an,s [mm3]	-8.43E+07	-6.13E+08	-6.13E+08	-6.13E+08	-6.13E+08	-6.13E+08	-6.13E+08	-6.13E+08
W an,i [mm3]	1.58E+08	1.96E+08	1.96E+08	1.96E+08	1.96E+08	1.96E+08	1.96E+08	1.96E+08
W pb,i [mm3]	1.48E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08
Av [mm]	35140	35140	35140	35140	35140	35140	35140	35140

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek
σ pb,s [MPa]	-94.3	-13.6	0.0	-0.1	-4.6	0.0	0.0	0.0	-112.6	355.0	0.32
σ an,s [MPa]	-92.6	-12.9	0.0	-0.1	-4.5	0.0	0.0	0.0	-110.1	355.0	0.31
σ an,i [MPa]	49.6	45.6	0.0	-0.4	0.5	0.0	0.0	0.0	95.3	355.0	0.27
σ pb,i [MPa]	53.0	47.0	0.0	-0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	100.3	335.0	0.30
τ an [MPa]	0.3	1.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	355.0	0.00
σ id an,s [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	110.2	355.0	0.27
σ id an,i [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	95.4	355.0	0.27
Tasso di sfruttamento SLE											
η1,sle [-]	0.31										
VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA											
σ sol,s [MPa]	0.0	-3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.6	12.8	SI
σ arm,s [MPa]	0.0	-20.7	0.0	-0.1	-5.2	0.0	0.0	0.0	-26.0	-	-

9.5.2 Verifica dello stato limite di apertura delle fessure

In accordo con quanto esposto al §4.1.2.2.4 delle NTC [1] e con le integrazioni previste al 2.5.1.8.3.2.4 del MDP RFI [2], è stato verificato lo “stato limite di apertura delle fessure” nella soletta, per effetto delle azioni globali (quindi fessure con sviluppo ortogonale alla direzione longitudinale dell’impalcato).

Essendo l’impalcato una trave appoggiata, tali verifiche risultano chiaramente secondarie. Per completezza dei risultati, se ne riportano comunque i contenuti di seguito.

Nelle verifiche si è trascurato l’effetto dell’instabilità locale e, dunque, sono state considerate le caratteristiche geometriche lorde delle sezioni. Si è invece tenuto conto dell’effetto shear-lag nelle piattabande, il quale è stato valutato tramite un approccio elastico (fenomeno risultato comunque trascurabile).

Il calcolo è stato condotto attraverso il metodo diretto esposto nella Circolare alle NTC [7].

La soletta è catalogabile all’interno della classe di esposizione **XC3**. Le condizioni ambientali si considerano dunque di tipo “**ordinarie**” (Tabella 31). Le armature in soletta sono classificabili come “poco sensibili”.

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

Tabella 31 – Descrizione delle condizioni ambientali (Tab.4.1.III NTC [1])

Per tali condizioni la limitazione sulla fessurazione si traduce in:

$$w_k \leq w_2 = 0.30\text{mm} \quad \text{per combinazione rara (MDP-RFI [2] §2.5.1.8.3.2.4)}$$

dove w_k è la dimensione caratteristica della fessura calcolata.

Nelle zone di soletta sottostanti il ballast, considerabili come non ispezionabili, deve valere invece:

$$w_k \leq w_1 = 0.20\text{mm} \quad \text{per combinazione rara (MDP-RFI [2] §2.5.1.8.3.2.4)}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Si riporta di seguito la verifica per sezione e la combinazione cui corrisponde la massima ampiezza di apertura di fessure ottenuta.

Nota: nei primi due metri a partire dagli appoggi l'armatura longitudinale è costituita da $\Phi 16/200$.

TR.2 - sez.3 - Combinazione n°98 (Tempo zero)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-RARA (GR.4) SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-9	33	-1119	-89	1728	0	0	0	544
Med	[kNm]	-30	16	-2609	-210	-1122	0	0	0	-3955
Ved	[kN]	-792	-867	-716	-33	2	0	0	0	-2407
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-5.00E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

σ sol,s	[Mpa]	2.3	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
σ sol,i	[Mpa]	1.5	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
Soletta	[-]	Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastico: Aeff = beta * Ac,eff

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	-	-	-	-

INSTABILITÀ LOCALE

Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n	[-]	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15
zG	[mm]	1415	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333
A	[mm ²]	103106	108632	108632	108632	108632	108632	108632	108632
A n	[mm ²]	1.03E+20	1.09E+20	1.09E+20	1.09E+20	1.09E+20	1.09E+20	1.09E+20	1.09E+20
J	[mm ⁴]	1.08E+11	1.22E+11	1.22E+11	1.22E+11	1.22E+11	1.22E+11	1.22E+11	1.22E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-7.15E+22	-7.15E+22	-7.15E+22	-7.15E+22	-7.15E+22	-7.15E+22	-7.15E+22
W arm,s	[mm ³]	-	-7.46E+07	-7.46E+07	-7.46E+07	-7.46E+07	-7.46E+07	-7.46E+07	-7.46E+07
W pb,s	[mm ³]	-7.67E+07	-9.17E+07	-9.17E+07	-9.17E+07	-9.17E+07	-9.17E+07	-9.17E+07	-9.17E+07
W an,s	[mm ³]	-7.81E+07	-9.35E+07	-9.35E+07	-9.35E+07	-9.35E+07	-9.35E+07	-9.35E+07	-9.35E+07
W an,i	[mm ³]	9.39E+07	9.88E+07	9.88E+07	9.88E+07	9.88E+07	9.88E+07	9.88E+07	9.88E+07
W pb,i	[mm ³]	9.15E+07	9.64E+07	9.64E+07	9.64E+07	9.64E+07	9.64E+07	9.64E+07	9.64E+07
Av	[mm]	50900	50900	50900	50900	50900	50900	50900	50900

VERIFICA PER STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

ρ eff,s	[-]	0.006	Rapporto tra area di armatura superiore e area di calcestruzzo efficace ad essa corrispondente									
ρ eff,i	[-]	0.010	Rapporto tra area di armatura inferiore e area di calcestruzzo efficace ad essa corrispondente									
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek
kt	[-]	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6			
n	[-]	1E+15	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298			
σ arm,s	[MPa]	0.0	0.1	24.7	2.0	30.9	0.0	0.0	0.0			
σ arm,i	[MPa]	0.0	0.1	20.1	1.6	29.0	0.0	0.0	0.0			
ε sm,s	[-]	0.00E+00	2.58E-07	7.06E-05	5.71E-06	8.84E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.65E-04		
ε sm,i	[-]	0.00E+00	3.37E-07	5.75E-05	4.65E-06	8.28E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.45E-04		
Δ sm,s	[mm]	617.8		Distanza media tra le fessure - armatura superiore								
Δ sm,i	[mm]	447.1		Distanza media tra le fessure - armatura inferiore								
w k,s	[mm]	0.17		Ampiezza caratteristica delle fessure - armatura superiore								
w k,i	[mm]	0.11		Ampiezza caratteristica delle fessure - armatura inferiore								
w lim	[mm]	0.20		Limite consentito di apertura delle fessure per lo stato limite considerato								
Ver. SI/NO?	[-]	SI		Verifica soddisfatta?								

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

9.5.3 Verifica SLE dei connettori trave-soletta

In accordo con quanto indicato al §C.4.3.4.3.3 della Circolare alle NTC [7], le verifiche SLE dei pioli si intendono soddisfatte se:

$$Q_{Ed} < 0.6 Q_{Rd}$$

Dove Q_{Ed} è calcolato assumendo la combinazione caratteristica delle azioni, attraverso un approccio elastico (Jourawsky).

Per il calcolo di Q_{Rd} si faccia riferimento al §9.4.5 della presente relazione di calcolo.

Si riportano di seguito le verifiche della sezione nella zona con 6 pioli passo 20cm a massimo tasso di sfruttamento e della sezione nella zona con 3 pioli passo 20cm a massimo tasso di sfruttamento. Tale condizione si ha nella trave n°1.

TR.1 - sez.1 - Combinazione n°69 (Tempo infinito)

VERIFICA SLE A SCORRIMENTO DEI PIOLI										
IPOTESI DI CALCOLO										
In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata. In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta.										
Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-pressoflessione della sezione per la presente combinazione di carichi.										
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298	
zG	[mm]	1415	703	328	328	328	690	703	328	
J	[mm4]	1.08E+11	2.29E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.31E+11	2.29E+11	2.93E+11	
S*	[mm3]	0.00E+00	7.34E+07	1.12E+08	1.12E+08	1.12E+08	7.48E+07	7.34E+07	1.12E+08	
Ω Bredt	[mm2]	-	-	-	-	-	-	-	-	
SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed
Ved	[kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q ed,1	[kN/m]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA										
Ned,rit	[kN]	4548	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro							
Ned,dt	[kN]	2411	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale							
L diff	[m]	3.83	Lunghezza di diffusione dell'azione (Ldiff = Beff)							
q ed,2	[kN/m]	1816.5	Scorrimento legato alle azioni concentrate							
SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA										
q ed,tot	[kN/m]	1816.5	Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto							
q rd	[kN/m]	3284.3	Scorrimento resistente di progetto							
Tasso di sfruttamento η dei pioli (deve essere minore di 0.60)										
η pioli	[-]	0.55								

TR.1 - sez.8 - Combinazione n°64 (Tempo zero)

VERIFICA SLE A SCORRIMENTO DEI PIOLI									
IPOTESI DI CALCOLO									
In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata. In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta.									
Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-pressoflessione della sezione per la presente combinazione di carichi.									

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	1E+15	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	
zG	[mm]	1415	329	329	329	329	329	329	329	
J	[mm ⁴]	1.08E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.93E+11	
S*	[mm ³]	0.00E+00	1.12E+08	1.12E+08	1.12E+08	1.12E+08	1.12E+08	1.12E+08	1.12E+08	
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	
SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed
Ved	[kN]	-665	-859	-1213	-33	-1	0	0	0	-2772
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q ed,1	[kN/m]	0.0	-328.7	-464.2	-12.6	-0.3	0.0	0.0	0.0	-805.9
SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA										
Ned,rit	[kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro							
Ned,dt	[kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale							
L diff	[m]	-	Lunghezza di diffusione dell'azione (Ldiff = Beff)							
q ed,2	[kN/m]	0.0	Scorrimento legato alle azioni concentrate							
SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA										
q ed,tot	[kN/m]	-805.9	Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto							
q rd	[kN/m]	1642.2	Scorrimento resistente di progetto							
Tasso di sfruttamento η dei pioli (deve essere minore di 0.60)										
η pioli	[-]	0.49								

9.5.4 Risultati delle verifiche sezionali SLE

Le verifiche SLE delle travi di impalcato e degli elementi ad esse correlati, sono state effettuate per tutte le combinazioni esposte nel §A.1 della presente relazione.

Nei grafici seguenti si riportano delle linee di colore nero laddove si hanno le pile.

I risultati in forma tabulare sono riportati nell'Allegato C .

Per le armature si fa riferimento all'allineamento superiore, in quanto maggiormente sollecitato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

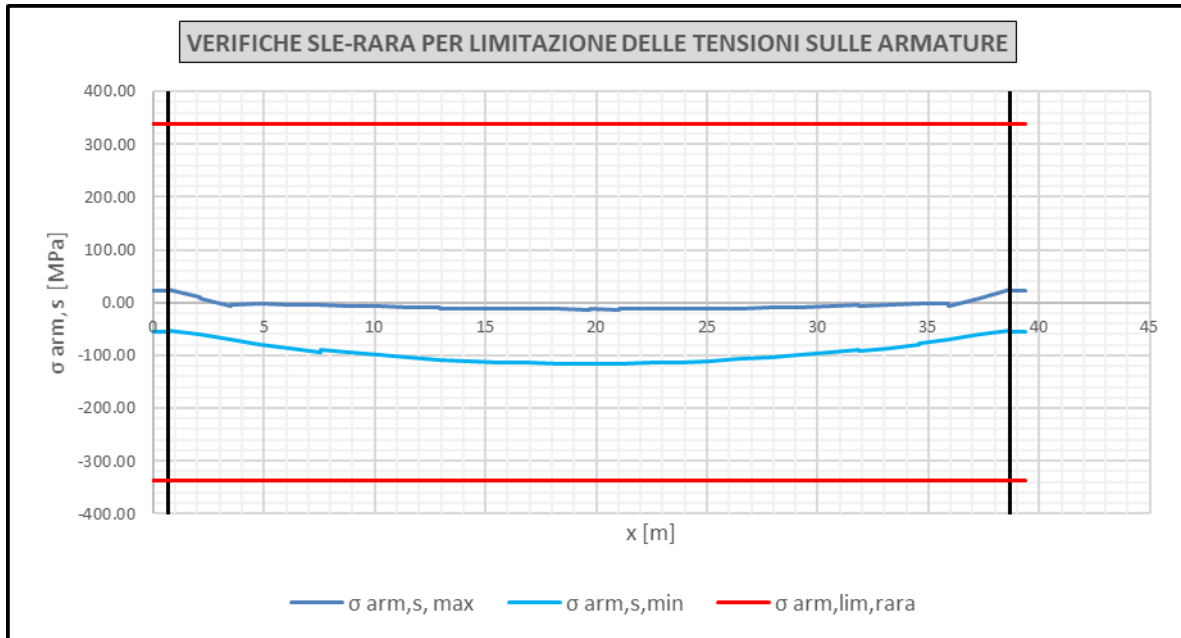


Figura 80 – Trave n°1. Verifiche SLE per limitazione delle tensioni nelle armature (Comb. Rara)

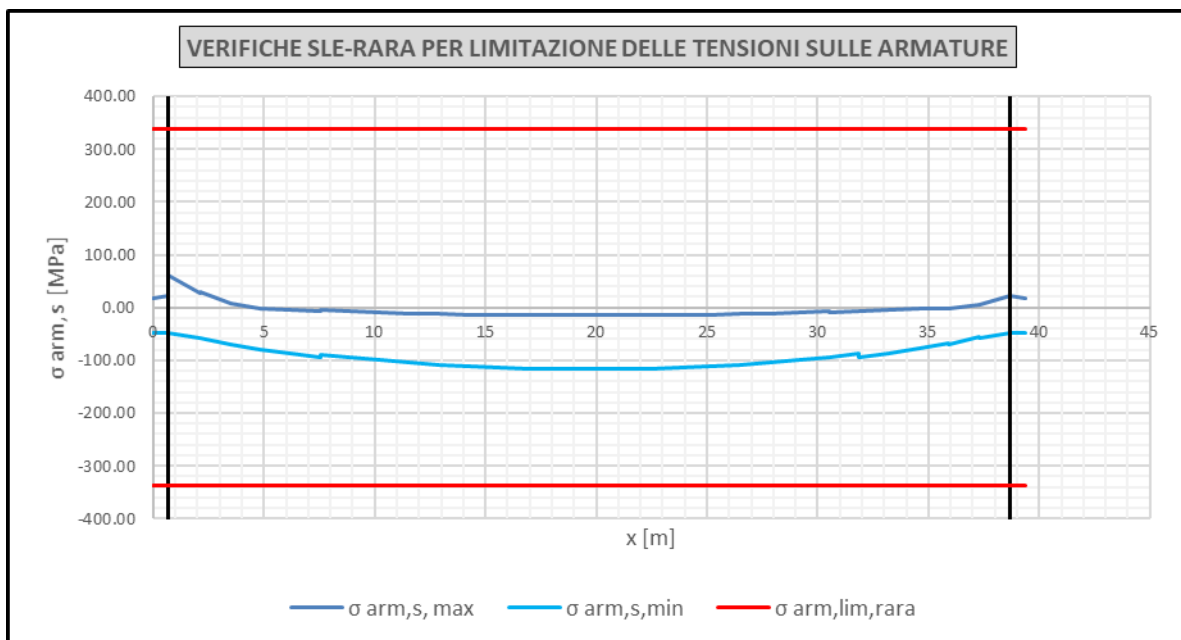


Figura 81 – Trave n°2. Verifiche SLE per limitazione delle tensioni nelle armature (Comb. Rara)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

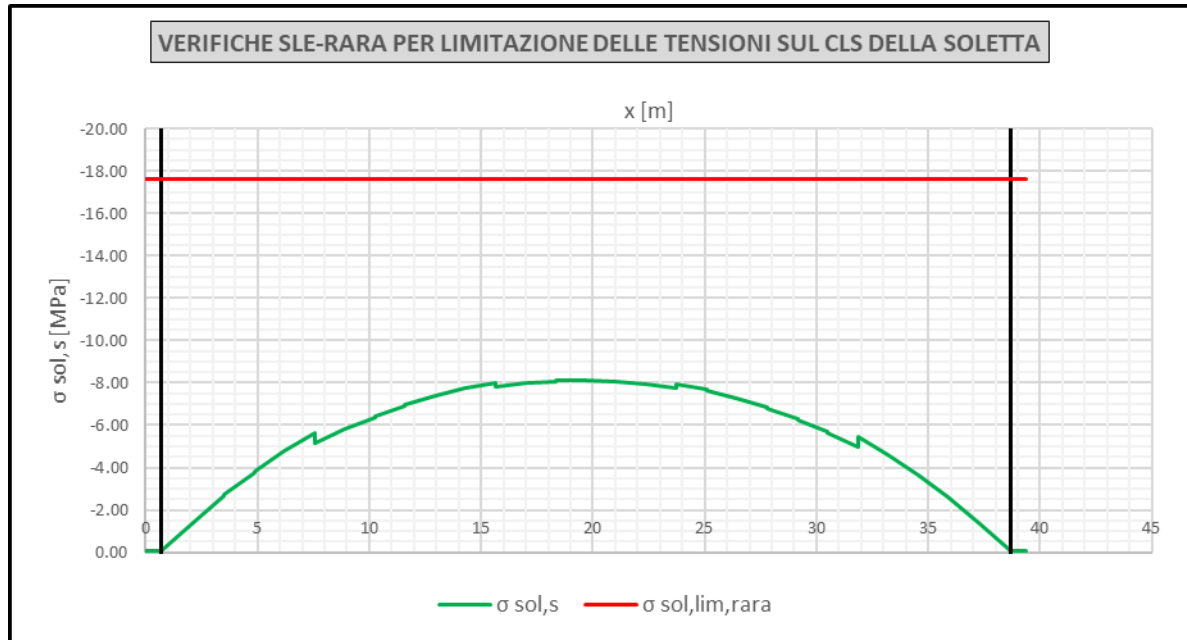


Figura 82 – Trave n°1. Verifiche SLE per limitazione delle tensioni nel calcestruzzo della soletta (Comb. Rara)

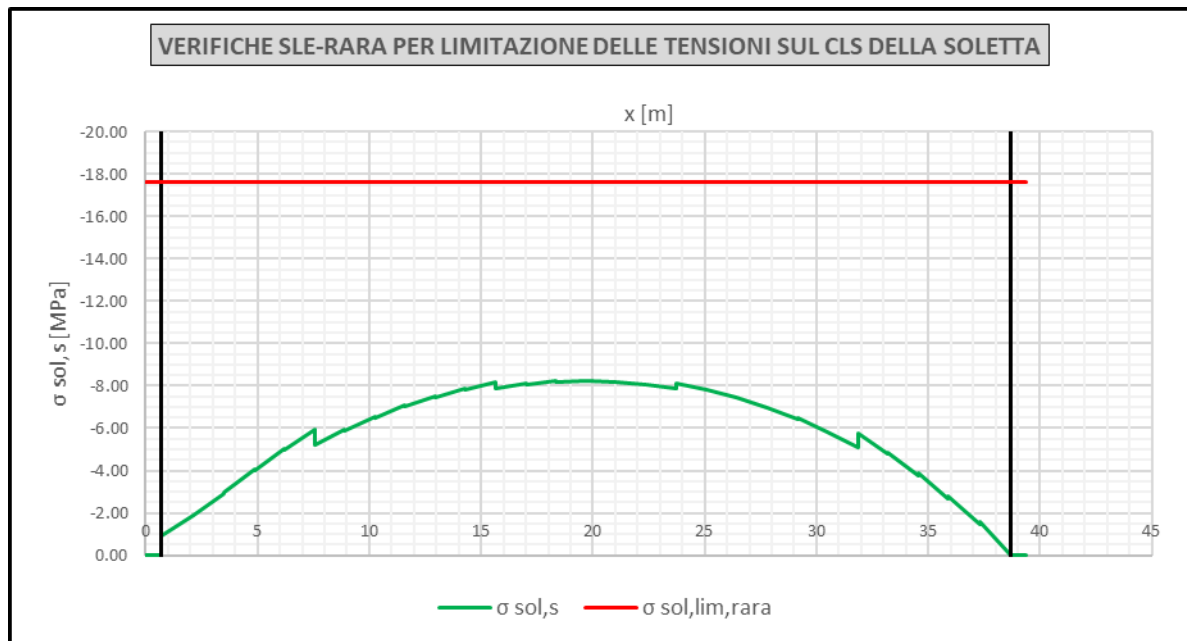


Figura 83 – Trave n°2. Verifiche SLE per limitazione delle tensioni nel calcestruzzo della soletta (Comb. Rara)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

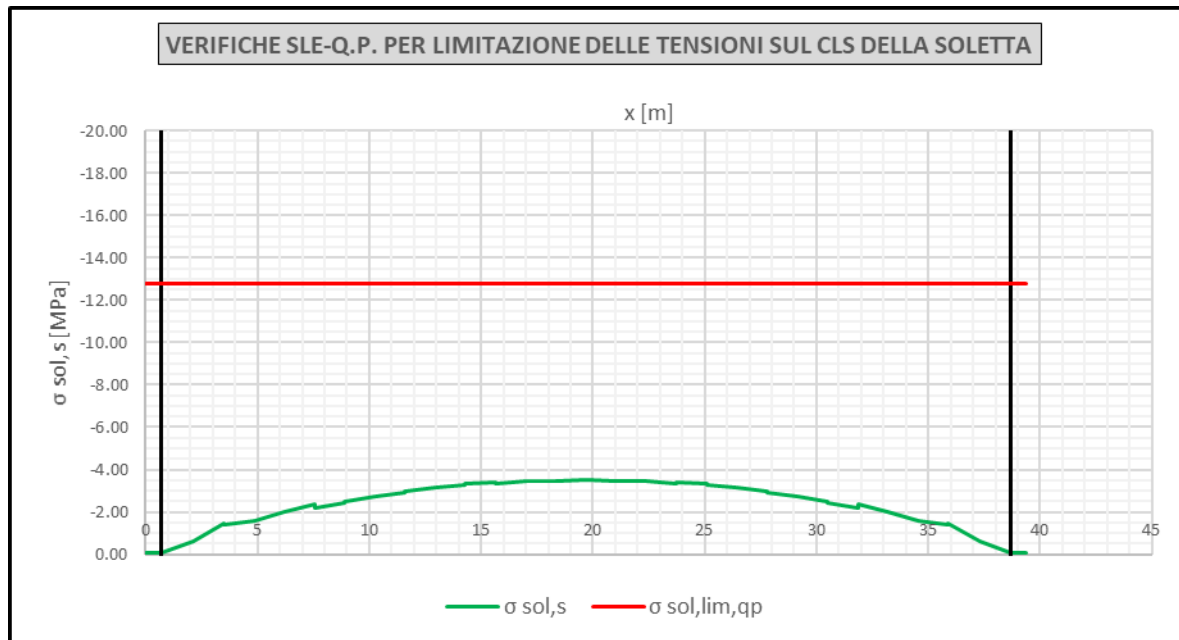


Figura 84 – Trave n°1. Verifiche SLE per limitazione delle tensioni nel calcestruzzo della soletta (Comb. Quasi permanente)

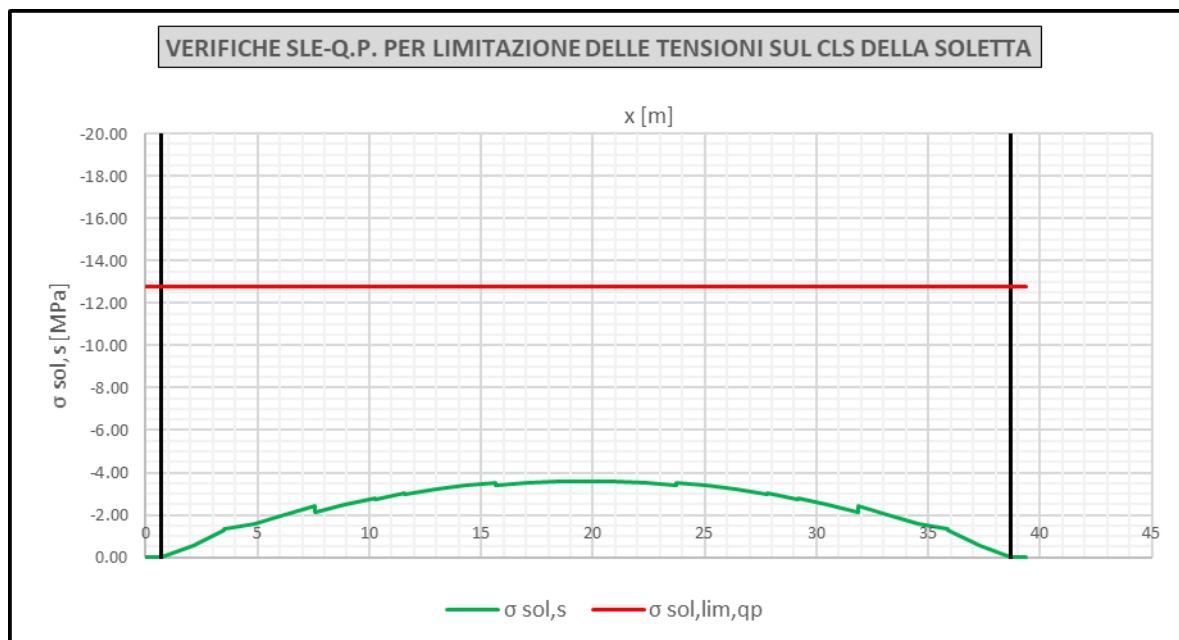


Figura 85 – Trave n°2. Verifiche SLE per limitazione delle tensioni nel calcestruzzo della soletta (Comb. Quasi permanente)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

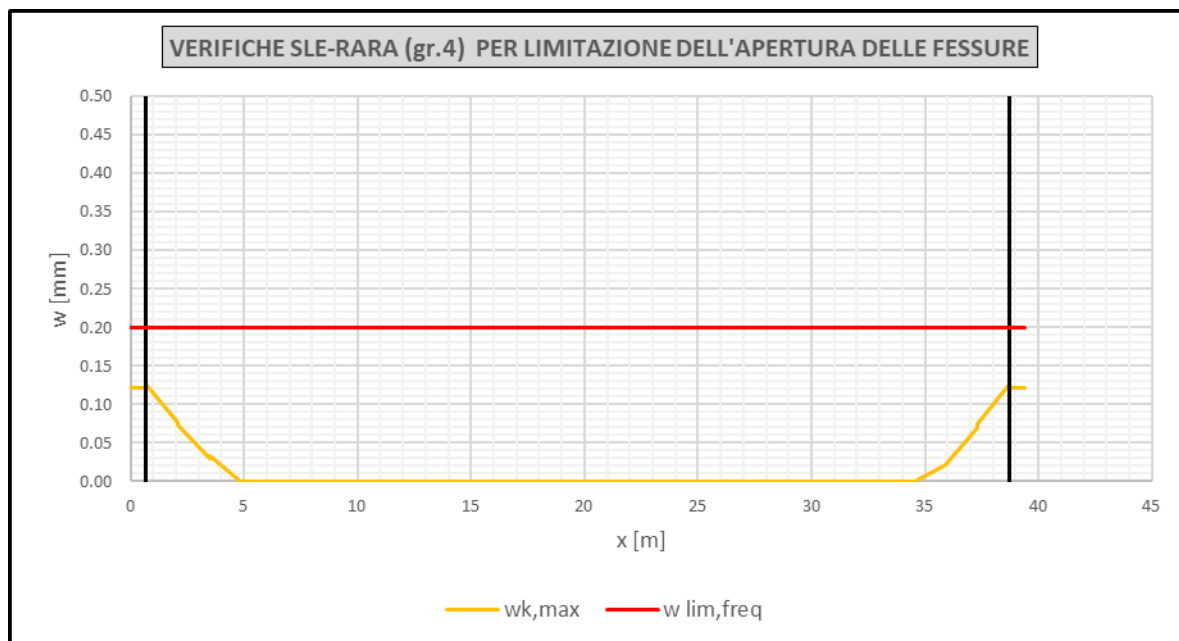


Figura 86 – Trave n°1. Verifiche SLE di apertura delle fessure (Comb.rara - traffico in gruppo4)

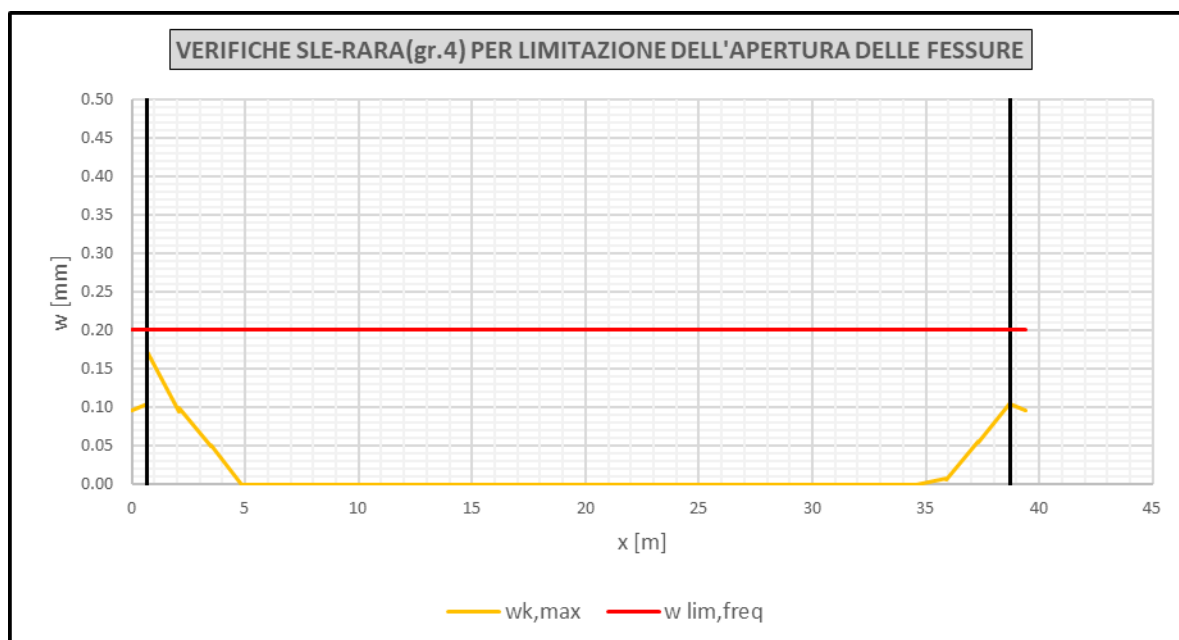


Figura 87 – Trave n°2. Verifiche SLE di apertura delle fessure (Comb. Rara – traffico in gruppo 4)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

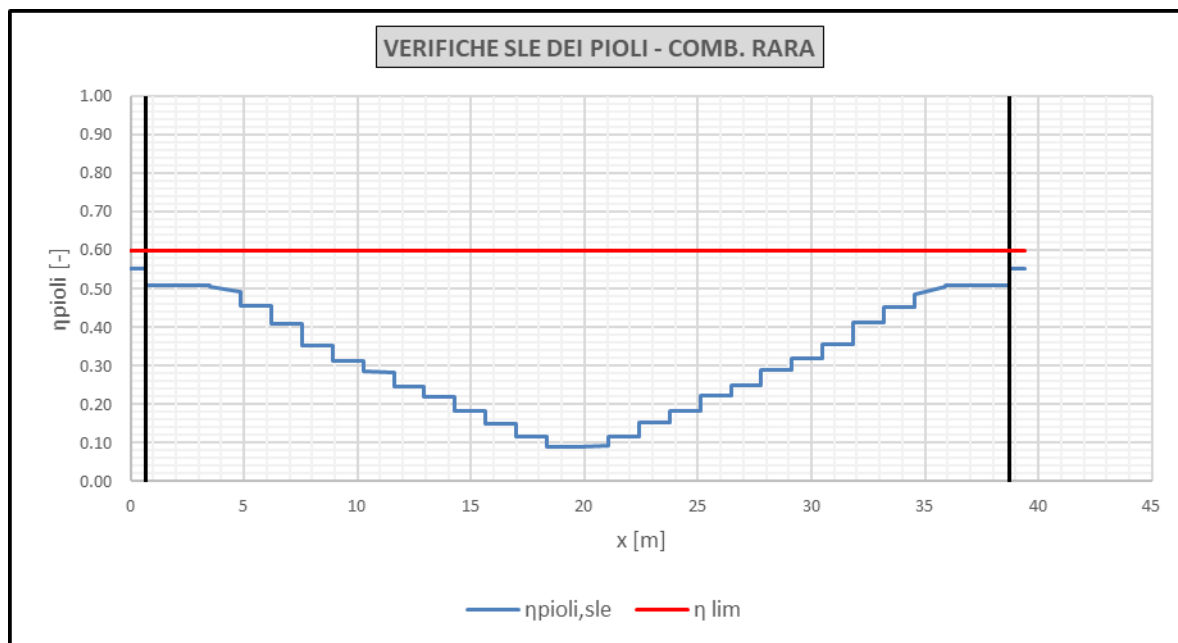


Figura 88 – Trave n°1. Verifiche SLE dei connettori trave-soletta (comb. Rara)

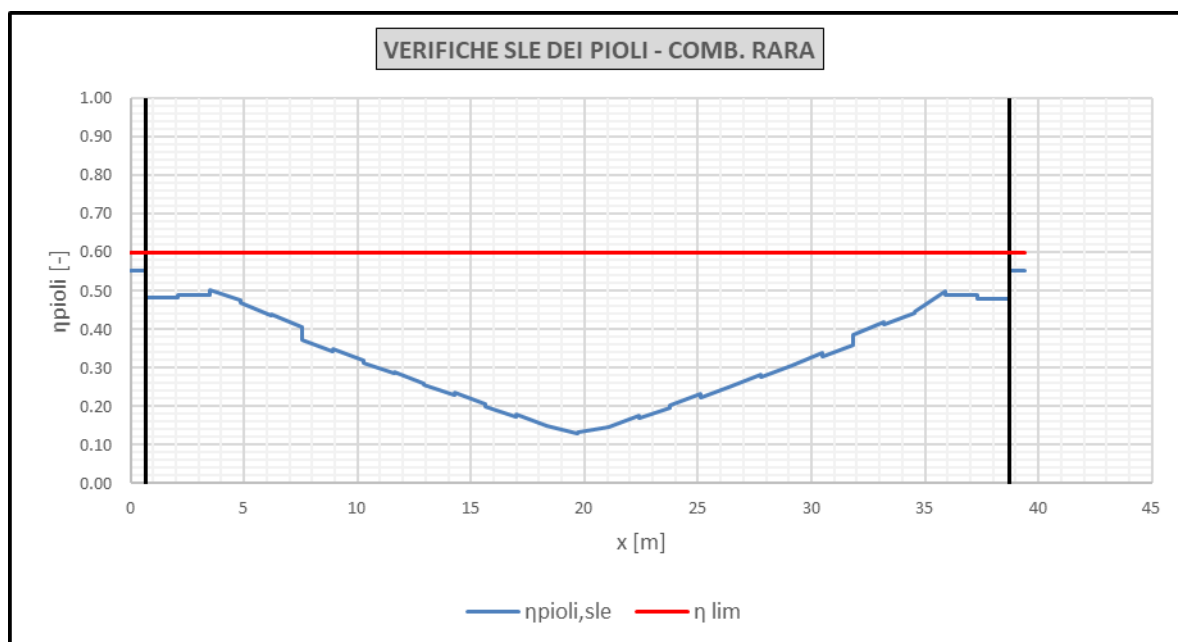


Figura 89 – Trave n°2. Verifiche SLE dei connettori trave-soletta (comb. Rara)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

9.6 Verifiche a fatica

Nelle verifiche si è trascurato l'effetto dell'instabilità locale e si è invece tenuto conto dell'effetto shear-lag (risultato comunque trascurabile) nelle piattabande, il quale è stato valutato tramite un approccio elastico (coefficiente β).

Nei sotto-paragrafi seguenti si riportano degli accenni teorici e normativi sulle modalità di verifica seguite.

A seguire, nell'ultimo sotto-paragrafo, vengono esposti i risultati in forma sintetica delle verifiche effettuate.

Nell'Allegato D si riportano i tabulati di verifica.

9.6.1 Coefficiente di sicurezza per le verifiche a fatica

In accordo col §2.7.1.1.4 del MDP-RFI [2], la struttura è da considerarsi come “sensibile alla rottura per fatica”. Inoltre, per le travi di impalcato e gli elementi di connessione quali le saldature anima-piattabanda e i connettori a piolo trave-soletta, si assumono “conseguenza significative alla rottura”. In accordo con la Tabella 32, si è dunque assunto $\gamma_{Mf}=1.35$.

	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	$\gamma_{Mf} = 1,15$	$\gamma_{Mf} = 1,35$

Tabella 32 – Coefficienti di sicurezza da assumere per le verifiche a fatica (Tab.4.2.XI NTC2008)

9.6.2 Classe dei dettagli

I dettagli considerati nelle verifiche sono indicati nelle figure seguenti.

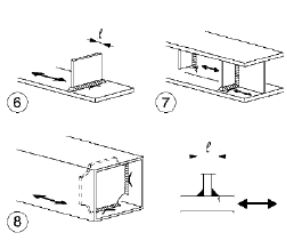
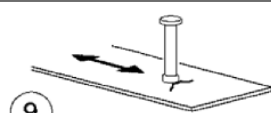
80 (a) 71 (b)		<p>Attacchi trasversali</p> <p>6) Saldati a una piastra</p> <p>7) Nervature verticali saldate a un profilo o a una trave composta</p> <p>8) Diagrammi di travi a cassone composte, saldati all'anima o alla piattabanda</p> <p>(a) $l \leq 50$ mm</p> <p>(b) $50 < l \leq 80$ mm</p> <p>Le classi sono valide anche per nervature anulari</p>	<p>6) e 7) Le parti terminali delle saldature devono essere molate accuratamente per eliminare tutte le rientranze presenti</p> <p>7) Se la nervatura termina nell'anima, $\Delta\sigma$ deve essere calcolato usando le tensioni principali</p>
80		<p>9) Effetto della saldatura del piolo sul materiale base della piastra</p>	

Figura 90 – Dettaglio 80 per attacchi e irrigiditori saldati ($\Delta\sigma$)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B



Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
100	 	6) e 7) Prodotti laminati e estrusi (come quelli di tabella C4.2.XVI.a) soggetti a tensioni tangenziali	$\Delta\tau$ calcolati con $\Delta\tau = \frac{\Delta V \cdot S(t)}{I \cdot t}$

Figura 91 – Dettaglio 100 per pannelli d'anima ($\Delta\tau$)


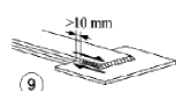
Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
80	 	8) Cordoni d'angolo continui soggetti a sforzi di sconessione, quali quelli di composizione tra anima e piattabanda in travi composte saldate 9) Giunzioni a sovrapposizione a cordoni d'angolo soggette a tensioni tangenziali	8) $\Delta\tau$ 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

Figura 92 – Dettaglio 80 saldature direttamente sollecitate ($\Delta\tau$)

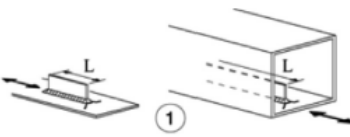
Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
80 (a) 71 (b) 63 (c) 56 (d)		Attacchi saldati longitudinali 1) La classe del dettaglio dipende dalla lunghezza dell'attacco (a) $L \leq 50$ mm (b) $50 < L \leq 80$ mm (c) $80 < L \leq 100$ mm (d) $L > 100$ mm	Spessore dell'attacco minore della sua altezza. In caso contrario vedi dettagli 5 e 6

Figura 93 – Dettaglio 56 sull'anima in corrispondenza della saldatura dall'irrigidimento longitudinale ($\Delta\sigma$)

Per i pioli sollecitati da azioni tangenziali, in accordo con quanto indicato al §C4.2.4.1.4.5 della Circolare alle NTC [7], si è assunta una classe di dettaglio 90.

La verifica in corrispondenza della saldatura dell'irrigidimento longitudinale è stata omessa, in quanto, le escursioni di tensioni sulla parte superiore dell'anima sono trascurabili.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Si riportano nella tabella seguente le escursioni limite sui diversi dettagli in verifica.

VERIFICHE A FATICA	
ESCURSIONI LIMITE SUI DETTAGLI	
Dettaglio 80 per σ su piattabande e anima	
$\Delta\sigma_c$	[MPa] 80
$\Delta\sigma_d$	[MPa] -
$\Delta\sigma_c / \gamma M_f$	[MPa] 59.3
Dettaglio 100 per τ anima	
$\Delta\tau_c$	[MPa] 100
$\Delta\tau_d$	[MPa] -
$\Delta\sigma_c / \gamma M_f$	[MPa] 74.1
Dettaglio 80 per τ su saldature	
$\Delta\tau_c$	[MPa] 80
$\Delta\tau_d$	[MPa] -
$\Delta\sigma_c / \gamma M_f$	[MPa] 59.3
Dettaglio 90 per τ su pioli	
$\Delta\tau_c$	[MPa] 90
$\Delta\tau_d$	[MPa] -
$\Delta\sigma_c / \gamma M_f$	[MPa] 66.7
$\Delta\sigma_c$: resistenza a fatica per $N=2*10^6$ cicli	
$\Delta\sigma_d$: limite di fatica ad ampiezza costante	

Tabella 33 – Escursioni limite nei dettagli per le verifiche a fatica

9.6.3 Influenza dello spessore

In accordo con quanto indicato al §2.7.1.2.6 del MDP [2], nella valutazione della resistenza a fatica si è tenuto conto dello spessore del metallo base nel quale può innescarsi una potenziale lesione.

Poiché, per quanto riguarda le piattabande si ha uno spessore variabile tra i conci tra un minimo di 25mm a un massimo di 30mm per la piattabanda superiore, e tra un minimo di 30mm e un massimo di 60mm per la piattabanda inferiore, è stato necessario abbattere la classe dei dettagli attraverso la seguente formula:

$$\Delta\sigma_{c,red} = k_s \cdot \Delta\sigma_c$$

dove:

$$k_s = \sqrt[4]{\frac{25}{t}} \leq 1.$$

con "t" spessore dell'elemento in mm.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Il dettaglio 80 per elementi soggetti a tensioni assiali con irrigiditori trasversali su essi saldati, è stato dunque abbattuto nel seguente modo:

$$\Delta\sigma_c = 80\text{MPa} \cdot 0.803 = 64.3 \text{ MPa}$$

avendo assunto, a favore di sicurezza, uno spessore della piattabanda inferiore pari a 60mm su tutto lo sviluppo delle travi (in realtà tale situazione è presente nel solo concio centrale).

9.6.4 Verifica a danneggiamento

Per la struttura in progetto sono state eseguite delle verifiche a danneggiamento.

In particolare, si è fatto ricorso al metodo dei coefficienti λ , esposto nella UNI-EN 1993-1-9 [9] e, più nel dettaglio per i ponti, nella UNI EN 1993-2 [10]. Tale approccio è indicato anche nel §2.7.1.2 del MDP [2].

Il metodo λ può essere sintetizzato nei seguenti punti:

- si calcola la massima variazione di tensione prodotta dal modello di carico LM71, opportunamente incrementato coi i coefficienti Φ e α , nel modello di calcolo:

$$\Delta\sigma_{71} = |\sigma_{71,\max} - \sigma_{71,\min}|$$

- sulla base del volume di traffico, delle linee di influenza degli elementi strutturali, della vita utile dell'opera e della probabilità di incrocio di due treni in impalcato a doppio binario, si definisce uno spettro di tensione equivalente, ad ampiezza costante, in grado di produrre in 2×10^6 cicli lo stesso danneggiamento prodotto dallo spettro di progetto. Tale ampiezza è pari a:

$$\Delta\sigma_{E,d} = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4 \Delta\sigma_{71} = \lambda \Delta\sigma_{71} \leq \lambda_{\max} \Delta\sigma_{71}$$

- si confronta quindi l'ampiezza di tensione equivalente di progetto $\Delta\sigma_{E,d}$, con la classe del dettaglio opportunamente ridotta tramite il coefficiente di sicurezza γ_{Mf} :

$$\Delta\sigma_{E,d} \leq \Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$$

Quanto indicato vale chiaramente anche in termini di tensioni tangenziali.

Calcolo dei coefficienti di danneggiamento λ

Il coefficiente λ_1 dipende dalla linea di influenza nella sezione considerata ed è stato calcolato come indicato in Tabella 34, dove L è la lunghezza di influenza per gli elementi verificati, pari a **38m**.

Si ha dunque:

$$\lambda_1 = 0.64$$

Il coefficiente λ_2 dipende dal volume di traffico che caratterizza la linea, come indicato in Tabella 35.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

In mancanza di specifiche indicazioni sul traffico, in accordo con quanto indicato al §2.7.1.2.2 del MDP RFI [2], si è assunto un traffico annuo pari a $25 \cdot 10^6$ t/anno/binario. Per cui si ha:

$$\lambda_2 = 1.00$$

Il coefficiente λ_3 dipende dalla vita utile dell'opera, come indicato in Tabella 36. Poiché la vita utile è pari a 100 anni si ha:

$$\lambda_3 = 1.00$$

L [m]	λ_1
0,5	1,60
1,0	1,60
1,5	1,60
2,0	1,46
2,5	1,38
3,0	1,35
3,5	1,17
4,0	1,07
4,5	1,02
5,0	1,03
6,0	1,03
7,0	0,97
8,0	0,92
9,0	0,88
10,0	0,85
12,5	0,82
15,0	0,76
17,5	0,70
20,0	0,67
25,0	0,66
30,0	0,65
35,0	0,64
40,0	0,64
45,0	0,64
50,0	0,63
60,0	0,63
70,0	0,62
80,0	0,61
90,0	0,61
100,0	0,60

Tabella 34 – Tabella la valutazione del coefficiente λ_1

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Traffico annuo [10 ⁶ t/ binario]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0,72	0,83	0,90	0,96	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15

Tabella 35 – Tabella la valutazione del coefficiente λ_2

Vita utile a fatica [anni]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,04

Tabella 36 – Tabella la valutazione del coefficiente λ_3

Il coefficiente λ_4 tiene conto della possibilità di incrocio di due treni e si calcola come:

$$\lambda_4 = \sqrt[5]{n + [1 - n] \cdot [a^5 + (1 - a)^5]}$$

dove

$$a = \frac{\Delta\sigma_1}{\Delta\sigma_{1+2}}$$

In cui:

$\Delta\sigma_1$ è l'intervallo di tensione nella sezione da verificare ottenuta con il modello di carico su un solo binario;

$\Delta\sigma_{1+2}$ è l'intervallo di tensione nella stessa sezione ottenuta con il modello di carico su due binari qualsiasi;

n è uguale alla percentuale dei treni che si incrociano sul ponte, la quale è stata assunta, in accordo con quanto indicato da FERROVIE (§2.7.1.2.4 del MDP RFI [2]) pari al 33,3%.

Per i valori di λ_4 si rimanda ai tabulati di verifica riportate nell'Allegato D .

Il coefficiente λ_{max} è invece pari a:

$$\lambda_{max} = 1.40$$

9.6.5 Verifica a danneggiamento dei pioli

Per le verifiche a fatica dei pioli secondo il metodo λ vale quanto indicato al precedente paragrafo, fatta eccezione per il calcolo dei coefficienti correttivi λ .

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Per il calcolo di tali coefficienti si ricorre alle UNI EN 1994-2 [5]. In particolare si indica che per il calcolo di $\lambda_{v,2}$, $\lambda_{v,3}$ e $\lambda_{v,4}$ valgono le formule indicate nell'annesso NN delle UNI EN 1992-2 [11], utilizzando esponenti **k=8**. Tali formule, se k=5, portano alle tabelle del paragrafo precedente.

$$\lambda_{s,2} = k_2 \sqrt[3]{\frac{Vol}{25 \cdot 10^6}} \quad \lambda_{s,3} = k_2 \sqrt[3]{\frac{N \text{ Years}}{100}}$$

$$\lambda_{s,4} = \sqrt[3]{n + (1-n) \cdot s_1^{k_2} + (1-n) \cdot s_2^{k_2}}$$

$$s_1 = \frac{\Delta\sigma_1}{\Delta\sigma_{1+2}} \quad s_2 = \frac{\Delta\sigma_2}{\Delta\sigma_{1+2}}$$

Per il calcolo di $\lambda_{v,1}$ si fa riferimento all'immagine seguente:

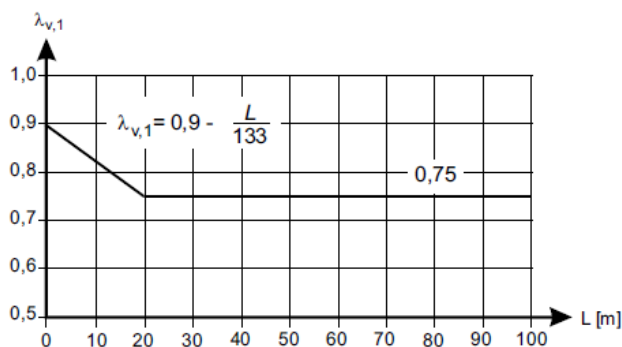


Figura 94 – Grafico per la valutazione del coefficiente $\lambda_{v,1}$

In definitiva si ha:

$$\lambda_1 = 0.75; \lambda_2 = 1.00; \lambda_3 = 1.00; \lambda_{\max} = 1.40$$

per i valori di $\lambda_{v,4}$ si rimanda ai tabulati di verifica riportate nell'Allegato D .

9.6.6 Risultati delle verifiche a fatica

Di seguito si riportano i risultati in forma grafica delle verifiche a fatica effettuate. I risultati in forma tabellare sono riportati in Allegato D .

Nei grafici si riportano delle linee di colore nero laddove si hanno le pile.

I risultati si riportano come confronto tra le variazioni di tensione massime $\Delta\sigma_{ed}$ e $\Delta\tau_{ed}$ e le variazioni ammissibili dal dettaglio $\Delta\sigma_c/\gamma_{Mf}$ e $\Delta\tau_c/\gamma_{Mf}$.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Le verifiche a fatica per tensioni assiali di anima e piattabande riferite al dettaglio 80, andrebbero svolte solo in prossimità delle sezioni dove vi è presente un irrigidimento trasversale saldato. Poiché si ha un irrigidimento ogni 2.70m, per semplicità, e a favore di sicurezza, le verifiche sono state estese ad ogni sezione delle travi.

La tensione tangenziale sull'anima è stata valutata come $\tau_m = V_{ed}/A_{taglio}$.

Si ribadisce che nel grafico relativo alle tensioni assiali su anima e piattabande, si è assunto un valore del coefficiente riduttivo k_s pari a **0.803** (corrispondente a pannelli di spessore 60mm).

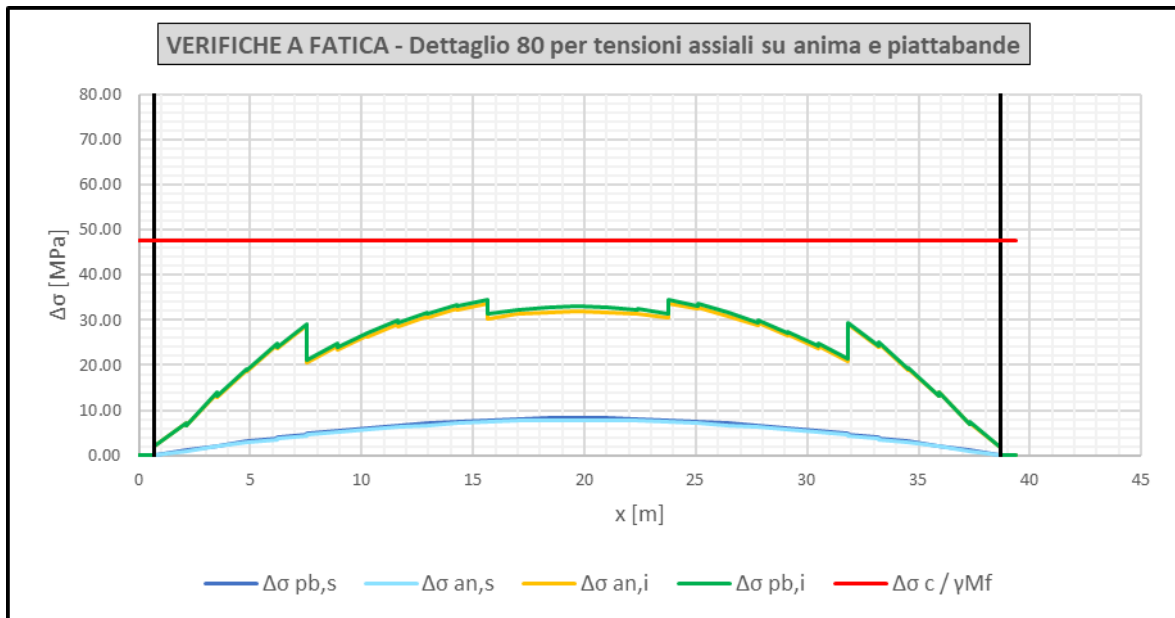


Figura 95 – Trave n°1. Verifiche a fatica dei pannelli d'anima e delle piattabande per tensioni assiali

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

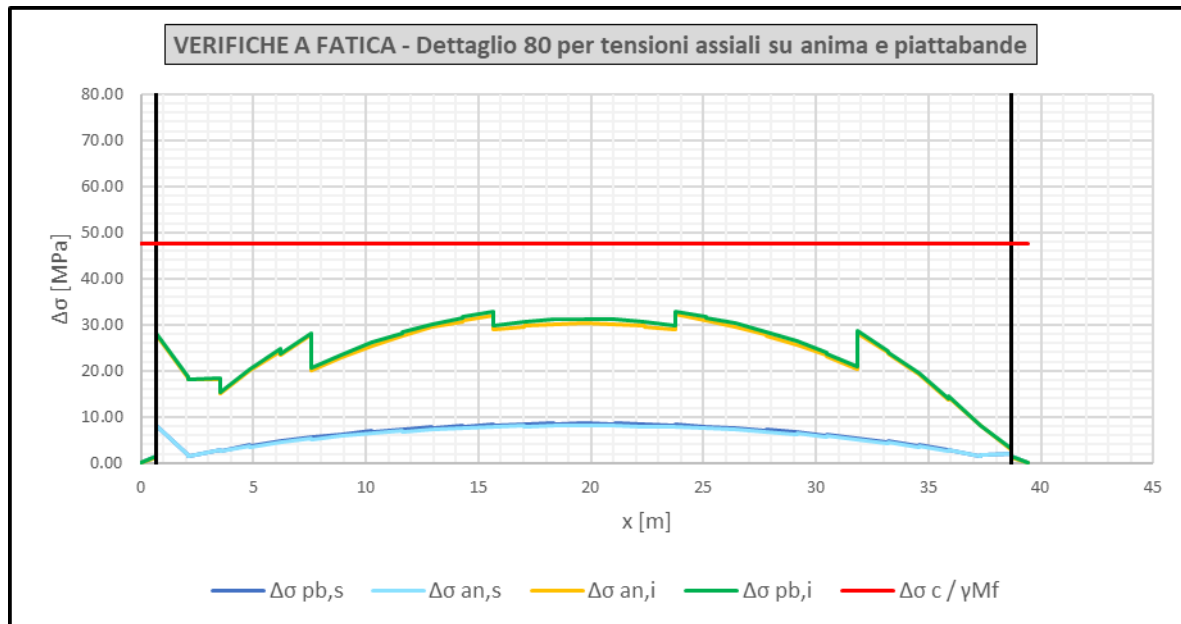


Figura 96 – Trave n°2. Verifiche a fatica dei pannelli d'anima e delle piattabande per tensioni assiali

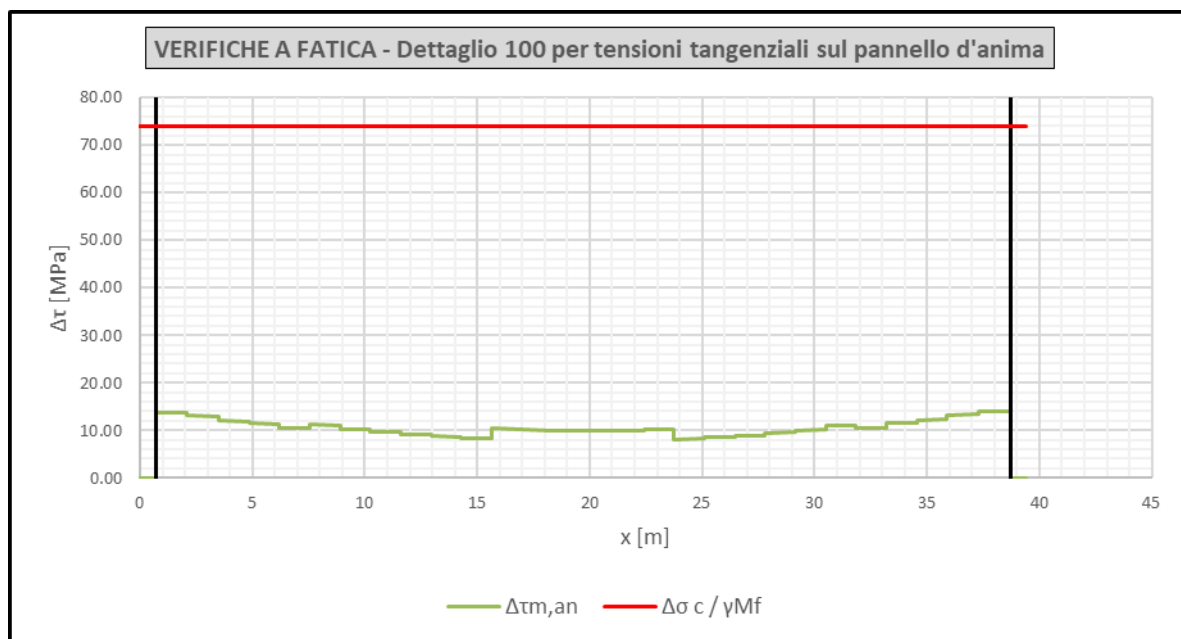


Figura 97 – Trave n°1. Verifiche a fatica dei pannelli d'anima per tensioni tangenziali

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

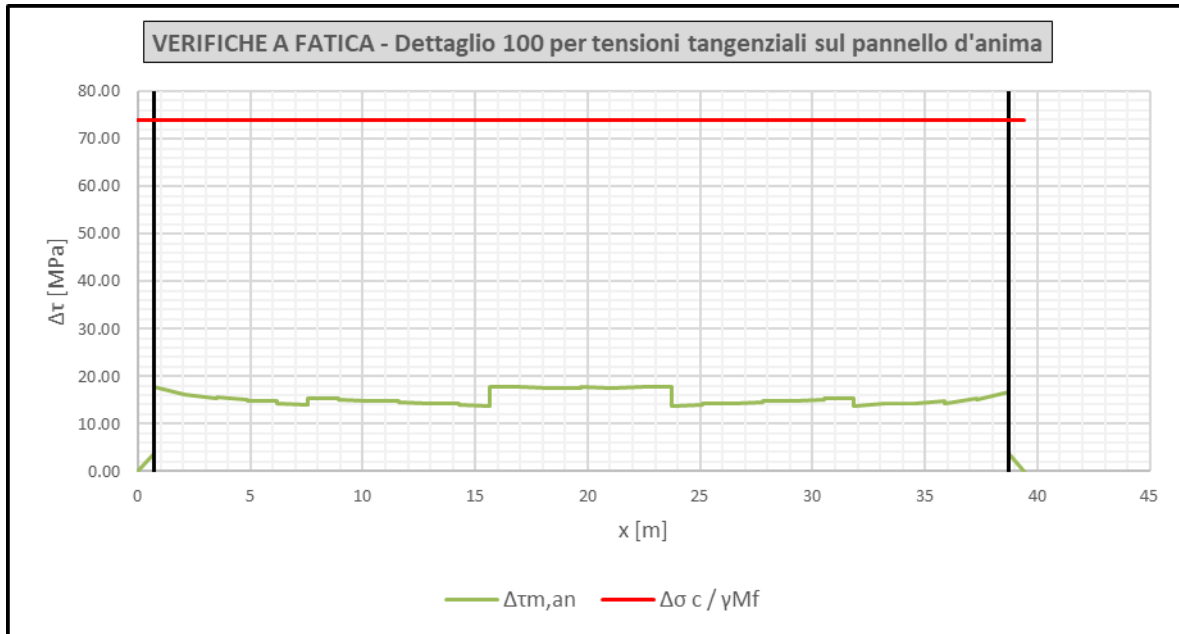


Figura 98 – Trave n°2. Verifiche a fatica dei pannelli d'anima per tensioni tangenziali

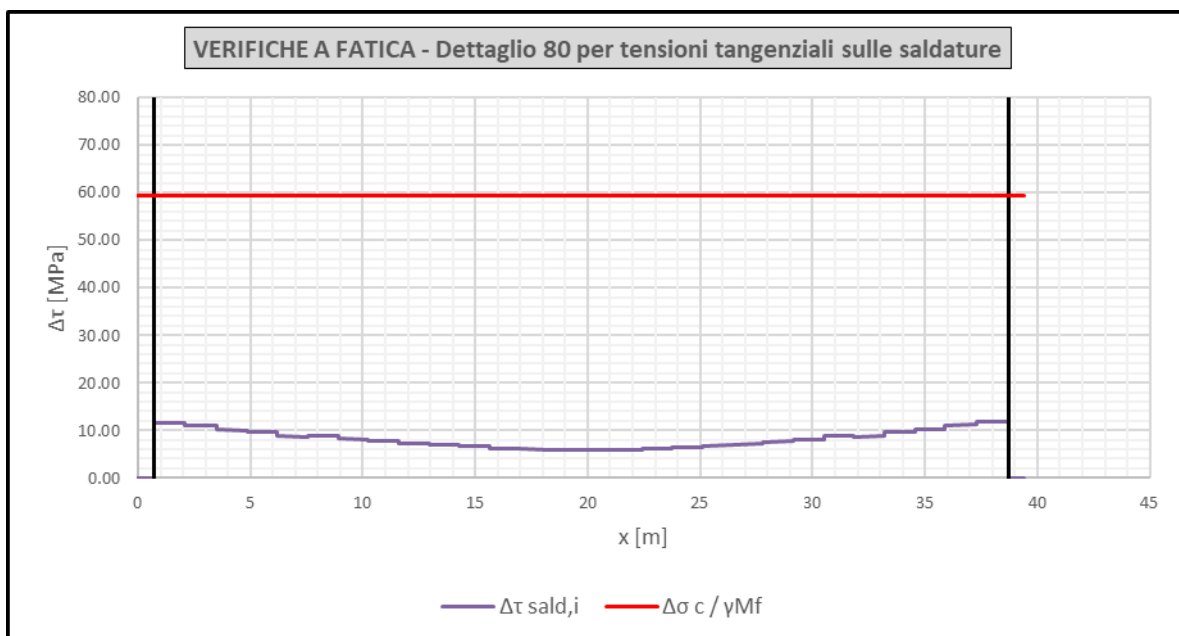


Figura 99 – Trave n°1. Verifiche a fatica delle saldature anima-piattabande inferiore per tensioni tangenziali

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

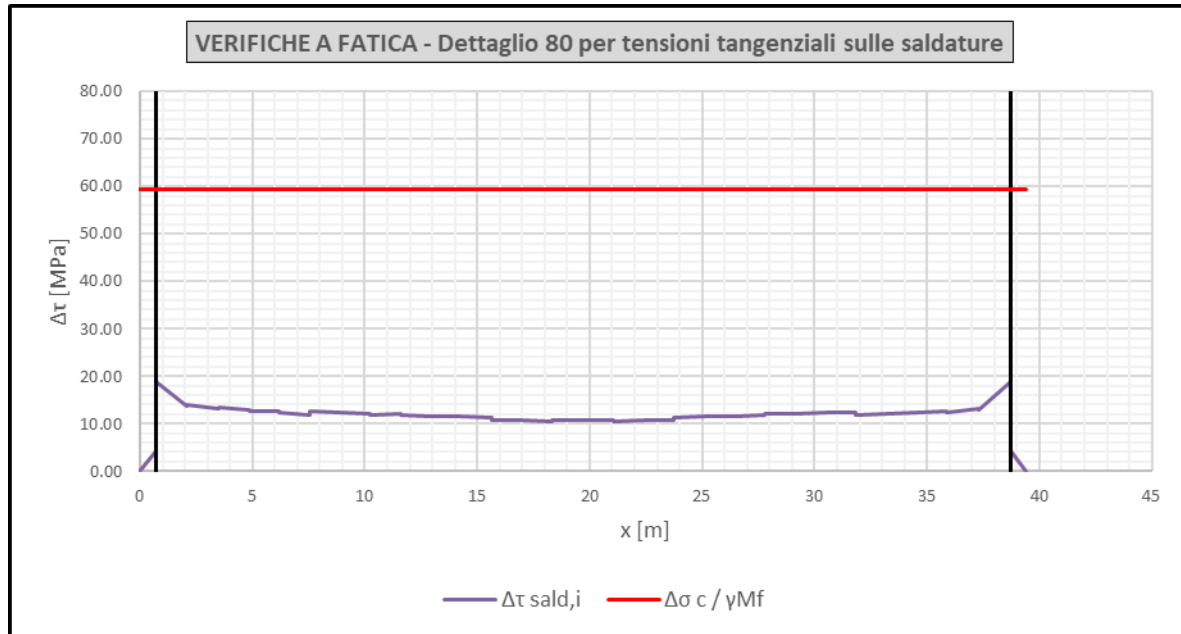


Figura 100 – Trave n°2. Verifiche a fatica delle saldature anima-piattabande inferiore per tensioni tangenziali

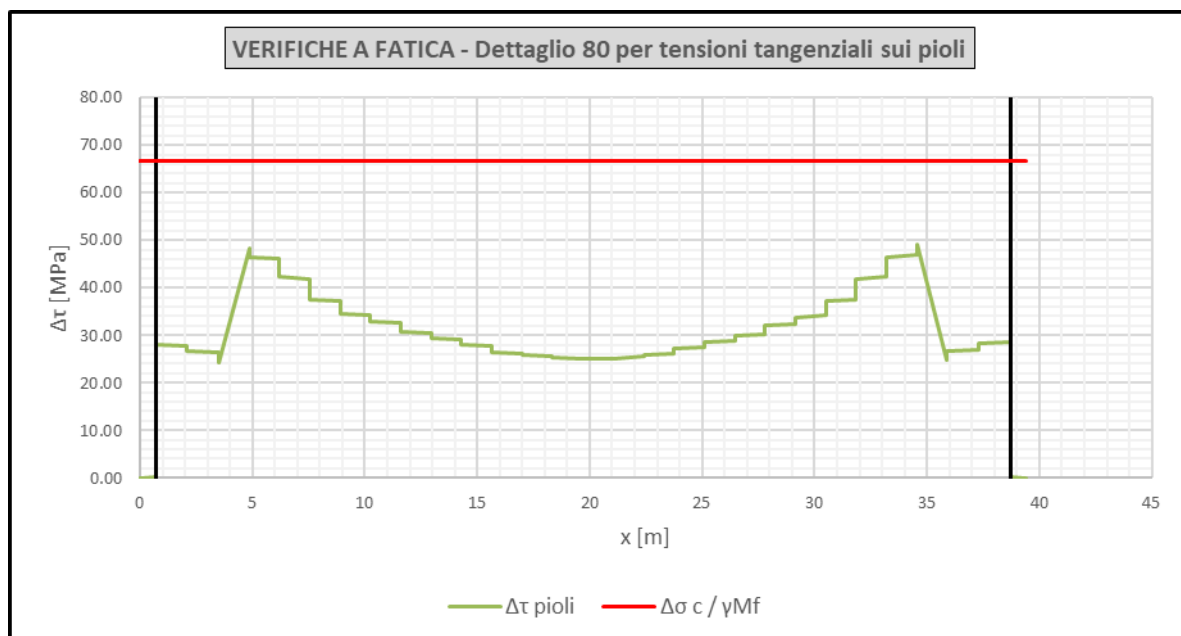


Figura 101 – Trave n°1. Verifiche a fatica dei connettori a piolo per tensioni tangenziali

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

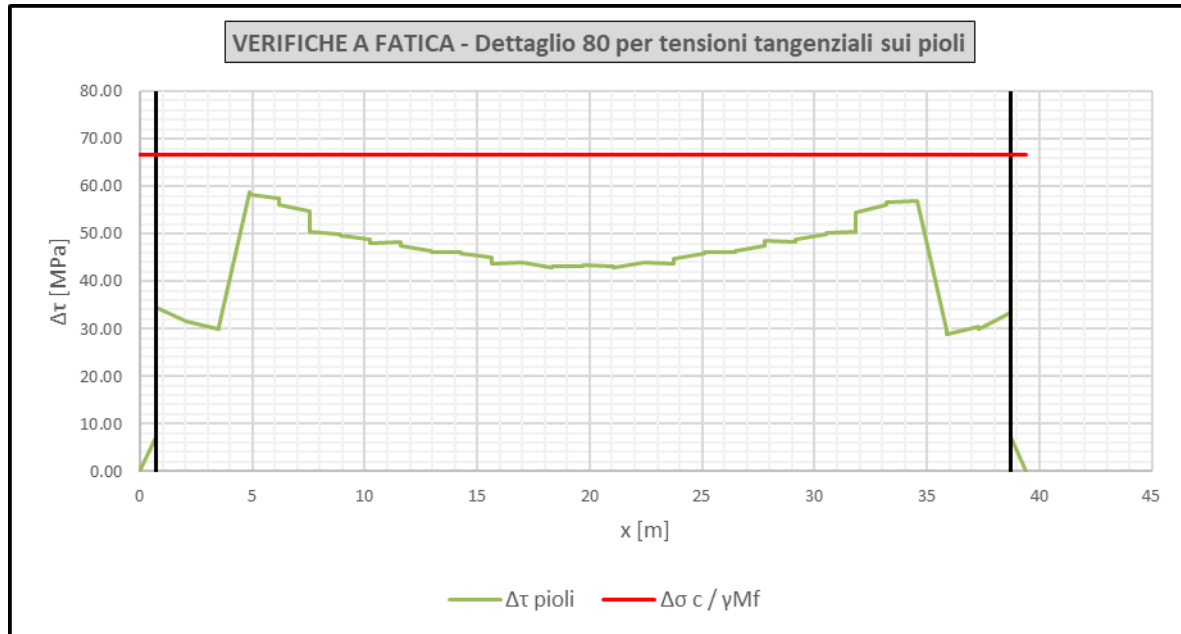


Figura 102 – Trave n°2. Verifiche a fatica dei connettori a piolo per tensioni tangenziali

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

9.7 Riepilogo dei risultati delle verifiche delle travi

Relativamente alle travi e ai pioli, nella tabella seguente si riportano:

- i valori massimi dei tassi di sfruttamento per le verifiche SLU;
- le massime tensioni in soletta, il valore massimo dell'apertura delle fessure e il massimo tasso di sfruttamento dei pioli per le verifiche SLE;
- le massime escursioni di tensione per effetto dei carichi da traffico (fatica).

Tra parentesi si riportano i massimi valori ammissibili.

STATO LIMITE	TIPOLOGIA DI VERIFICA	ESITO VERIFICHE
SLU	Presso/tenso-flessione	$\eta = 0.87$
SLU	Taglio	$\eta = 0.79$
SLU	Interazione taglio-momento	$\eta = 0.87$
SLU	Saldatura di composizione inferiore	$\eta = 0.46$
SLU	Connettori trave soletta	$\eta = 0.72$
SLU	Armatura trasversale (azioni concentrate nei pioli)	$\eta = 0.89$
SLE-RARA	Tensione di trazione massima nelle armature in soletta	$\sigma = 61.3 \text{ MPa}$ (337.5 MPa)
SLE-RARA	Tensione di compressione massima nel calcestruzzo	$\sigma = 8.2 \text{ MPa}$ (17.6 MPa)
SLE-QP	Tensione di compressione massima nel calcestruzzo	$\sigma = 3.6 \text{ MPa}$ (12.8 MPa)
SLE-RARA (gr.4)	Apertura delle fessure	$w = 0.17 \text{ mm}$ (0.20 mm)
SLE-RARA	Connettori trave soletta	$\eta = 0.55$ (0.60)
FATICA	Dettaglio 80 per tensioni assiali su anima e piattabande	$\Delta \sigma = 33.0 \text{ MPa}$ (47.6 MPa)
FATICA	Dettaglio 100 per tensioni tangenziali sull'anima	$\Delta \tau = 17.9 \text{ MPa}$ (74.1 MPa)
FATICA	Dettaglio 80 per tensioni tangenziali sulla saldatura	$\Delta \tau = 18.4 \text{ MPa}$ (59.3 MPa)
FATICA	Dettaglio 90 per tensioni tangenziali sui pioli	$\Delta \tau = 58.7 \text{ MPa}$ (66.7 MPa)

Tabella 37 – Riepilogo dei risultati delle verifiche delle travi

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

10 VERIFICA DEGLI IRRIGIDIMENTI D'ANIMA

In tale capitolo si riportano le verifiche degli irrigidimenti longitudinali e trasversali d'anima.

Per gli irrigidimenti in prossimità delle zone di appoggio si rimanda al capitolo 17.

Le verifiche sono state condotte in accordo con le indicazioni riportate nella UNI EN 1993-1-5 [4].

Le combinazioni di carico analizzate sono le stesse utilizzate per le travi (§A.1).

10.1 Verifica degli irrigidimenti longitudinali

Le verifiche degli irrigidimenti longitudinali consistono in un check nei confronti dell'instabilità torsionale. In particolare, deve essere prevenuta la possibilità di fenomeni di tale tipo.

Tale verifica risulta soddisfatta se:

$$\sigma_{cr} \geq \vartheta f_{yk}$$

dove $\vartheta = 6$ per irrigidimenti ad "L" o a "T" oppure $\vartheta = 2$ per irrigidimenti ad "I", mentre la tensione critica per instabilità torsionale è pari a:

$$\sigma_{cr} = \frac{1}{J_p} \left(\frac{\pi^2 E J_w}{L^2} + G J_t \right)$$

se si considera l'irrigidimento come un elemento isolato; oppure con:

$$\sigma_{cr} = \frac{1}{I_p} \left(\frac{\pi^2 E I_w}{l^2} + G I_t + \frac{c_\theta l^2}{\pi^2} \right) \quad \text{for } l < l_{cr}$$

$$\sigma_{cr} = \frac{1}{I_p} \left(2\sqrt{c_\theta E I_w} + G I_t \right) \quad \text{for } l > l_{cr}$$

dove:

$$l_{cr} = \pi \sqrt[4]{\frac{E I_w}{c_\theta}}$$

se si tiene conto anche del contributo dell'anima, la quale si comporta come un supporto continuo di rigidità torsionale C_ϑ pari a:

$$c_\vartheta = \frac{E \cdot t^3 (b_1 + b_2)}{4 \cdot b_1 \cdot b_2}$$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

con b_1 e b_2 come indicato in Figura 103.

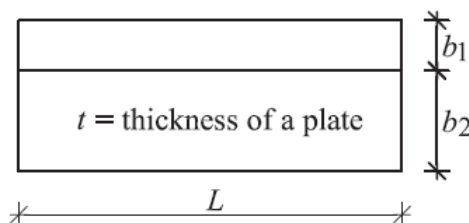


Figura 103 – Lunghezze b_1 e b_2 per il calcolo della tensione critica

J_p , J_w e J_t sono rispettivamente l'inerzia polare, l'inerzia torsionale alla DSV e l'inerzia per ingobbamento (Warping Effect). "L" è la lunghezza libera di inflessione dell'elemento, G ed E sono i moduli dell'acciaio.

Per gli irrigidimenti longitudinali "L" è pari al passo tra gli irrigidimenti trasversali d'anima, che è pari a 2800mm per il primo e l'ultimo campo e 2700mm per i restanti.

Nel caso in esame si ha un solo irrigidimento longitudinale d'anima corrente su tutto lo sviluppo delle travi, caratterizzato da una sezione trasversale ad "L" di dimensioni pari a 150mmx150mmx12mm.

Si riporta di seguito la verifica degli irrigidimenti longitudinali d'anima nel concio di mezzeria (anima 14mm, condizione più gravosa).

VERIFICA PER INSTABILITÀ TORSIONALE DEGLI IRRIGIDIMENTI LONGITUDINALI			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL SOLO IRRIGIDIMENTO (no Beff)			
Irrigidim.	ID	1	
J t	[mm ⁴]	1.659E+05	Inerzia Torsionale De Vaint Venant
J p	[mm ⁴]	5.982E+07	Inerzia Polare
J w	[mm ⁴]	2.799E+11	Inerzia settoriale (Warping effect)
a	[mm]	2700	Lunghezza dell'elemento (interasse irrigidimenti trasversali)
CALCOLO DELLA TENSIONE CRITICA E VERIFICA			
$\sigma_{cr,tors,1}$	[MPa]	1553	Tensione critica dell'elemento isolato
b1	[mm]	526	Vedere Figura 103
b2	[mm]	1984	Vedere Figura 103
c ϑ	[N]	346489	Rigidità torsionale associata al vincolo offerto dall'anima
$\sigma_{cr,tors,2}$	[MPa]	4995	Tensione critica dell'elemento vincolato su supporto continuo di molle
θ_{fy}	[MPa]	2130	Valore minimo per la tensione critica
Verifica			
$\theta_{fy} / \sigma_{cr}$	[-]	0.43	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

10.2 Verifica degli irrigidimenti trasversali

La verifica nei confronti dell'instabilità torsionale è richiesta anche per gli irrigidimenti trasversali d'anima. In questo caso si è assunta una lunghezza libera di inflessione pari all'altezza dell'anima.

La rigidità torsionale offerta dall'anima è stata calcolata in questo caso come:

$$c_{\theta} = \frac{E \cdot t^3}{3 \cdot b}$$

dove b è pari all'interasse tra gli irrigidimenti trasversali.

Inoltre, sempre per gli irrigidimenti trasversali, si è verificato che quest'ultimi possano essere considerati effettivamente come rigidi, così da poter trascurare la possibilità di avere instabilità di tipo locale che inglobino proprio tali irrigidimenti. L'assenza di tale condizione porterebbe all'impossibilità di ricorrere ai metodi semplificati per le verifiche a pressoflessione e a taglio indicate nelle UNI EN 1993-1-5 [4] ed utilizzate per le verifiche dell'impalcato in progetto.

La verifica effettuata consiste nel seguente confronto:

$$I_{st} \geq \frac{1.5h_w^3 t^3}{a^2} \quad \text{for } \alpha = \frac{a}{h_w} < \sqrt{2}$$

$$I_{st} \geq 0.75h_w t^3 \quad \text{for } \alpha = \frac{a}{h_w} \geq \sqrt{2}$$

Dove "t", "a" ed "h_w" sono le dimensioni del pannello d'anima soggetto ad instabilità locale, J_{st} è l'inerzia dell'irrigidimento rispetto all'asse principale all'anima.

La terza ed ultima verifica per gli irrigidimenti trasversali riguarda un controllo sulle tensioni assiali e sulle deformazioni fuori piano indotte nello stesso pannello dai tre seguenti effetti:

- azioni assiali **N_{st,ten}** prodotte dall'entrata in campo post critico del pannello d'anima nei confronti dell'instabilità a taglio ($V_{ed} > V_{cr,el}$):

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} t \cdot h_w \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

- forze di deviazione **N_{st,Ed}** prodotte dalla tendenza ad instabilizzarsi dei pannelli d'anima;

$$\Delta N_{st,Ed} = \frac{\sigma_m h_w^2}{\pi^2}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$$

Dove $\sigma_{cr,c}/\sigma_{cr,p}$ è il rapporto tra la tensione critica di colonna e la tensione critica di piastra del pannello d'anima. Le dimensioni b , a_1 e a_2 sono riportata nella figura seguente.

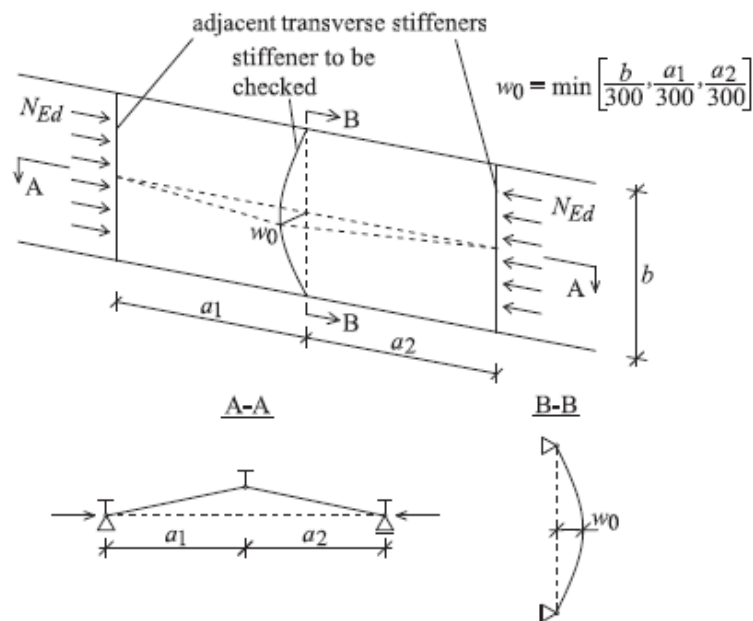


Figura 104 – Modello per il calcolo degli effetti della tendenza all'instabilità del pannello d'anima sull'irrigidimento trasversale

- eventuali azioni concentrate $N_{st,ex}$.

La verifica è stata condotta in accordo con le UNI EN 1993-1-5, e consiste nel controllo delle seguenti disuguaglianze:

$$\sigma_{max} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad w \leq \frac{b}{300}$$

Poiché si ricade nel caso di irrigidimenti trasversali "single-sided" (da un solo lato dell'anima), il calcolo è stato eseguito come riportato nella figura seguente:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001 B

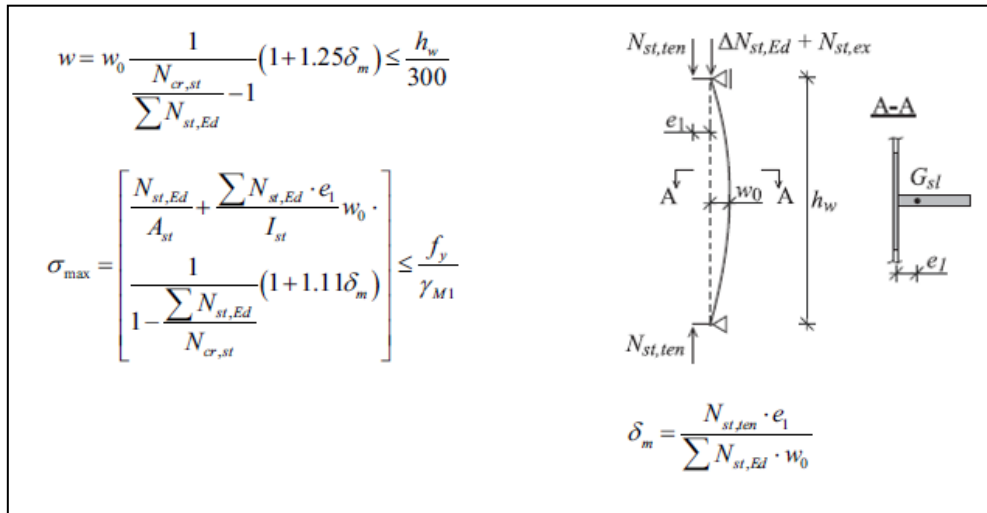


Figura 105 - Calcolo della tensione e della deformazione di un irrigidimento trasversale "single sided"

Gli irrigidimenti trasversali presenti hanno una larghezza pari a 310mm e uno spessore di 30mm.

Si riportano le tre verifiche indicate in precedenza per l'irrigidimento di mezzeria (concio 3) della trave 1. Si riporta inoltre la verifica nei confronti dell'inerzia minima del concio 1 (massimo spessore d'anima pari a 20mm, condizione più gravosa).

TR.1 - sez.31 (sez. tipo 3) - Combinazione n°1

VERIFICA SLU IN RESISTENZA E RIGIDENZA DEGLI IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI			
CALCOLO DELLA FORZA ASSIALE DOVUTA AL COMPORTAMENTO POST CRITICO A TAGLIO			
V ed	[kN]	222	Taglio agente in corrispondenza della sezione posta a 0.5 h _w dall'irrigidimento
λ _w	[-]	1.571	Snellezza pannello d'anima per instabilità a taglio
N _{st,ten}	[kN]	0	Quota parte del taglio portata dal traliccio interno (sforzo normale sull'irrigidimento)
CALCOLO DELLA FORZA EQUIVALENTE ALL'EFFETTO DELLO SBANDAMENTO LATERALE DEL PANNELLO D'ANIMA			
N ed	[kN]	1446	Forza di compressione massima nei pannelli adiacenti. Assunta come A _{c,eff} *f _{yd} /2
σ _{cr,c} / σ _{cr,p}	[-]	1.0	Rapporto tra tensione critica di colonna e di piastra del pannello d'anima. Limitato tra 0.5 e 1.0
σ _{c,max}	[MPa]	249.8	Massima compressione sui pannelli d'anima adiacenti
σ _m	[MPa]	0.417	Vedere EN 1993-1-5:2006 §9.2.1(5)
ΔN _{st,ten}	[kN]	266	Azione assiale equivalente all'effetto dello sbandamento laterale del pannello d'anima
CARATTERISTICHE DELL'IRRIGIDIMENTO E VERIFICA DEI DI TENSIONI E SPOSTAMENTO			
Tipo	[-]	I- singolo	Tipologia dell'irrigidimento
A _{st}	[mm ²]	14504	Area dell'irrigidimento (comprensivo di B _{eff})
J _{st}	[mm ⁴]	1.62E+08	Inerzia dell'irrigidimento rispetto asse parallelo all'anima (comprensivo di B _{eff})
N _{cr}	[kN]	53339	Carico critico di Eulero
e	[mm]	103.9	Massima distanza tra il baricentro dell'irrigidimento e il punto estremo

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

w 0	[mm]	8.37	Imperfezione iniziale
w	[mm]	0.04	Massimo spostamento laterale SLU
σ max	[Mpa]	1.4	Massima tensione normale SLU
w lim	[mm]	8.37	Limite per lo spostamento laterale SLU
σ lim	[Mpa]	322.7	Limite tensione normale SLU
η st	[-]	0.01	

REQUISITI MINIMI PER IRRIGIDIMENTI RIGIDI PER INSTABILITÀ A TAGLIO

VERIFICA IN TERMINI DI INERZIA FUORI PIANO DELL'ANIMA

J st	[mm ⁴]	1.62E+08	Inerzia dell'irrigidimento (comprensivo di Beff)
J st,min	[mm ⁴]	8.93E+06	Inerzia minima
Verifiche	[-]	SI	

VERIFICA PER INSTABILITÀ TORSIONALE

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL SOLO IRRIGIDIMENTO (no Beff)

J t	[mm ⁴]	2.790E+06	Inerzia Torsionale De Vaint Venant
J p	[mm ⁴]	2.986E+08	Inerzia Polare
J w	[mm ⁴]	0.000E+00	Inerzia settoriale (Warping effect)
L	[mm]	2510	Lunghezza dell'elemento (altezza anima)

CALCOLO DELLA TENSIONE CRITICA E

VERIFICA

σ cr,tors,1	[MPa]	755	Tensione critica dell'elemento isolato
a1	[mm]	2700	Distanza da irrigidimento trasversale precedente
a2	[mm]	2700	Distanza da irrigidimento trasversale successivo
c θ	[Nm/m]	71141	Rigidezza torsionale associata al vincolo offerto dall'anima
σ cr,tors,2	[MPa]	755	Tensione critica dell'elemento vincolato su supporto continuo di molle
θ fy	[MPa]	710	Valore minimo per la tensione critica
Verifica			
σ cr > θ fy	[-]	SI	

TR.1 – sez. tipo 1

REQUISITI MINIMI PER IRRIGIDIMENTI RIGIDI PER INSTABILITÀ A TAGLIO

VERIFICA IN TERMINI DI INERZIA FUORI-PIANO DELL'ANIMA

J st	[mm ⁴]	2.08E+08	Inerzia dell'irrigidimento (comprensivo di Beff)
J st,min	[mm ⁴]	2.52E+07	Inerzia minima
Verifiche	[-]	SI	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

11 VERIFICA DEI CONTROVENTI INFERIORI E DEI DIAFRAMMI

L'elenco delle combinazioni utilizzate per le verifiche delle aste dei diaframmi e dei controventi inferiori è riportato al §A.2 della presente relazione. In totale sono state analizzate 132 combinazioni, che possono sintetizzarsi nel seguente modo:

- dalla n°1 alla n°16: SLU / tempo infinito / $1.35G1 + 1.5G2 + 1.2\epsilon2 + 1.45Qt \pm 0.9Q5 \pm 0.9Q7$;
- dalla n°17 alla n°32: SLU / t. infinito / $1.35G1 + 1.5G2 + 1.2\epsilon2 + 1.45Qt_{frq} \pm 0.9Q5 \pm 1.5Q7$;
- dalla n°33 alla n°48: SLU / tempo infinito / $G1 + G2_{ballast} + 1.2\epsilon2 + 1.45Qt \pm 0.9Q5 \pm 0.9Q7$;
- dalla n°49 alla n°64: SLU / t. infinito / $G1 + G2_{ballast} + 1.2\epsilon2 + 1.45Qt_{frq} \pm 0.9Q5 \pm 1.5Q7$;
- dalla n°65 alla n°80: SLU / tempo zero / $1.35G1 + 1.5G2 + 1.45Qt \pm 0.9Q5 \pm 0.9Q7$;
- dalla n°81 alla n°96: SLU / tempo zero / $1.35G1 + 1.5G2 + 1.45Qt_{frq} \pm 0.9Q5 \pm 1.5Q7$;
- dalla n°97 alla n°112: SLU / tempo zero / $G1 + G2_{ballast} + 1.45Qt \pm 0.9Q5 \pm 0.9Q7$;
- dalla n°113 alla n°128: SLU / tempo zero / $G1 + G2_{ballast} + 1.45Qt_{frq} \pm 0.9Q5 \pm 1.5Q7$;
- dalla n°129 alla n°130 RARA per verifiche a fatica – LM71 su binario pari;
- dalla n°131 alla n°132 RARA per verifiche a fatica – LM71 su binario dispari.

Per “G2” si intendono tutti i carichi permanenti non strutturali, compreso quello del ballast. Per “G2_ballast” si intende il solo carico del ballast. Per “Qt_frq” si indica il valore frequente delle azioni da traffico.

11.1 Criteri di verifica

Si riporta una breve descrizione dei criteri adottati per le verifiche SLU e a fatica dei profili angolari e delle unioni costituenti i diaframmi e i controventi inferiori.

Verifiche SLU

La verifica degli angolari è stata svolta secondo quanto previsto dalle NTC [1] ai paragrafi §4.2.4.1.2, per la verifica a trazione per SLU, e §4.2.4.1.3.1, per la verifica a compressione per SLU. Nelle figure seguenti si riportano degli estratti della stessa normativa.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Trazione

L'azione assiale di calcolo N_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad (4.2.6)$$

dove la resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd}$ di membrature con sezioni indebolite da fori per collegamenti bullonati o chiodati deve essere assunta pari al minore dei valori seguenti:

a) la resistenza plastica della sezione lorda, A ,

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad (4.2.7)$$

b) la resistenza a rottura della sezione netta, A_{net} , in corrispondenza dei fori per i collegamenti

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} \quad (4.2.8)$$

Figura 106 – Procedimento per il calcolo della resistenza di aste tese secondo le NTC

4.2.4.1.3.1 Aste compresse

La verifica di stabilità di un'asta si effettua nell'ipotesi che la sezione trasversale sia uniformemente compressa. Deve essere

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1, \quad (4.2.42)$$

dove

N_{Ed} è l'azione di compressione di calcolo,
 $N_{b,Rd}$ è la resistenza all'instabilità nell'asta compressa, data da

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_{yk}}{\gamma_{M1}} \quad \text{per le sezioni di classe 1, 2 e 3,} \quad (4.2.43)$$

e da

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A_{eff} f_{yk}}{\gamma_{M1}} \quad \text{per le sezioni di classe 4.} \quad (4.2.44)$$

I coefficienti χ dipendono dal tipo di sezione e dal tipo di acciaio impiegato; essi si desumono, in funzione di appropriati valori della snellezza adimensionale $\bar{\lambda}$, dalla seguente formula

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1.0 \quad (4.2.45)$$

dove $\Phi = 0.5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2]$, α è il fattore di imperfezione, ricavato dalla Tab 4.2.VI, e la snellezza adimensionale $\bar{\lambda}$ è pari a

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}} \quad \text{per le sezioni di classe 1, 2 e 3, e a} \quad (4.2.46)$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} \cdot f_{yk}}{N_{cr}}} \quad \text{per le sezioni di classe 4.} \quad (4.2.47)$$

Figura 107 – Procedimento per il calcolo della resistenza di aste compresse secondo le NTC

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

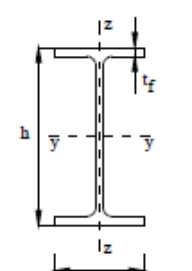
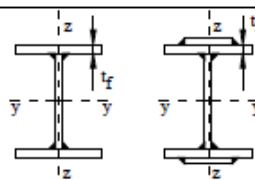
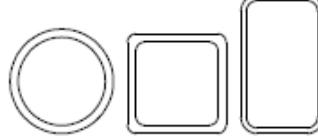
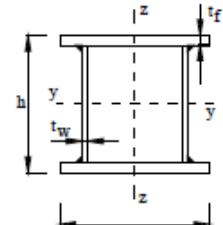
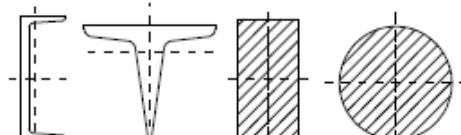
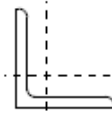
Sezione trasversale	Limiti	Inflexione intorno all'asse	Curva di instabilità		
			S235, S275, S355, S420	S460	
Sezioni laminate 	$h/b > 1,2$	y-y z-z	$t_f \leq 40$ mm	a b	a ₀ a ₀
			$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$ mm	b c	a a
	$h/b \leq 1,2$	y-y z-z	$t_f \leq 100$ mm	b c	a a
			$t_f > 100$ mm	d d	c c
Sezioni ad I saldate 	$t_f \leq 40$ mm	y-y z-z	b c	b c	
	$t_f > 40$ mm	y-y z-z	c d	c d	
Sezioni cave 	Sezione formata "a caldo"	qualunque	a	a ₀	
	Sezione formata "a freddo"	qualunque	c	c	
Sezioni scatolari saldate 	In generale	qualunque	b	b	
	saldature "spesse": $a > 0,5t_f$ $b/t_f < 30$; $h/t_w < 30$	qualunque	c	c	
Sezioni piene, ad U e T 		qualunque	c	c	
Sezioni ad L 		qualunque	b	b	
Curva di instabilità	a ₀	a	b	c	d
Fattore di imperfezione α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Figura 108 – Curve d'instabilità per varie tipologie di sezioni e classi d'acciaio, per elementi compressi (NTC)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Tanto i traversi quanto i controventi sono formati da profili ad L accoppiati attraverso imbottiture, come indicato in Figura 109.

Il calcolo della snellezza adimensionale di tali elementi composti, e quindi del carico critico, è stato eseguito nel seguente modo:

- nel piano di inflessione nel quale il profilo non si comporta come un profilo composto, il carico critico è dato dalla somma dei carichi critici dei due singoli profili (piano 3-3 per il tipo B; piano 2-2 per il tipo C; piano N-N per il tipo D)
- nel piano di inflessione nel quale il profilo si comporta come un profilo composto (piani 2-2 e 3-3 per il tipo A; piano 2-2 per il tipo B; piano 3-3 per il tipo C; piani M-M, 2-2 e 3-3 per il tipo D), si assume una snellezza equivalente, la quale tiene conto del grado di collaborazione tra i due profili:

$$\lambda_{eq} = (\lambda^2 + \lambda_1^2)^{0.5}$$

dove:

λ è la snellezza dei due angolari pensati come unico elemento;

λ_1 è la snellezza locale del singolo angolare calcolata rispetto al suo asse debole (con inerzia J_{min}) e con luce di calcolo pari alla distanza tra le imbottiture presenti.

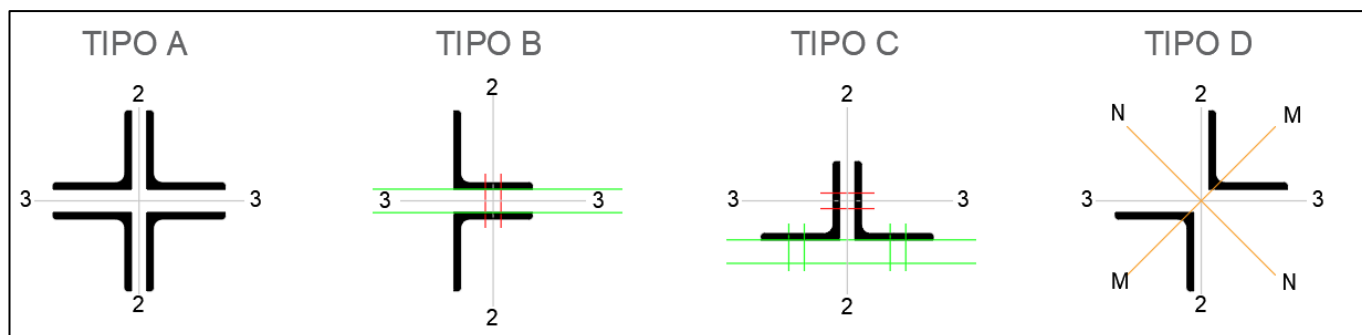


Figura 109 – Tipologie di angolari composti

Nell'immagine precedente è indicata in colore verde la piastra su cui sono collegati gli angolari: per maggior chiarezza il tipo B rappresenta la situazione delle briglie dei diaframmi, con asse 3-3 coincidente con l'asse verticale; il tipo C rappresenta invece i controventi inferiori.

I diagonali dei traversi, che sono del tipo "a farfalla", rientrano nella tipologia D.

Per la verifica a trazione, in accordo con quanto indicato al §3.10.3 delle UNI EN 1993-1-8 [8], si è tenuto conto dell'effetto dell'eccentricità del collegamento rispetto all'asse baricentrico del profilo. La resistenza a rottura in area netta è dunque stata calcolata come:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

$$\text{con 1 bullone } N_{u,Rd} = \frac{2,0(e_2 - 0,5d_0)tf_u}{\gamma_{M2}}$$

$$\text{con 2 bulloni } N_{u,Rd} = \frac{\beta_2 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$\text{con 3 o pi\`u bulloni } N_{u,Rd} = \frac{\beta_3 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}}$$

piuttosto che come indicato in Figura 106.

Verifica dei collegamenti

Le verifiche dei collegamenti sono state eseguite in accordo con le NTC [1] e con le UNI EN 1993-1-8 [8].

Per la valutazione delle azioni taglianti sui bulloni si \u00e8 tenuto conto del momento parassita provocato dall'eccentricit\u00e0 tra asse profilo e asse bullonatura (solo per tipo B in Figura 109).

Come prescritto al \u00a22.5.2.3.6.1 del MDP RFI [2], i bulloni sono stati dimensionati in base al massimo sforzo trasmissibile dagli elementi collegati.

In accordo con quanto indicato al 2.5.2.3.6.2 del MDP RFI [2], la resistenza a taglio dei bulloni \u00e8 stata abbattuta del 15%.

I bulloni sono della classe 10.9. In accordo a quanto indicato nel MDP RFI [2] le verifiche sono state condotte assumendo una classe 8.8.

Verifiche a fatica

Le verifiche a fatica sono state condotte attraverso il metodo dei coefficienti λ , metodo consentito della normativa [1] e descritto al \u00a22.7.1.2 del MDP [2]. Per maggiori dettagli sulla procedura del metodo e sulle assunzioni fatte si rimanda al \u00a29.6 del presente documento.

Anche per i diaframmi e per i controventi si \u00e8 assunto un coefficiente di sicurezza pari a $\gamma_{Mf}=1.35$.

Di seguito si riportano i valori dei parametri lambda ottenuti:

- $\lambda_1=0.64$ per i controventi (lunghezza di influenza pari a 38m),
 $\lambda_1=0.84$ per i vari elementi dei diaframmi (lunghezza di influenza pari a 10.8m);
- $\lambda_2=1.00$ (traffico annuo = 25 mln/anno);
- $\lambda_3=1.00$ (vita nominale = 100 anni);
- $\lambda_4=1.00$ se considero la massima escursione tensionale nelle condizioni di un solo binario carico,

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

$\lambda_4 < 1.00$ se considero la massima escursione tensionale nelle condizioni di due binari carichi.

La classe dei dettagli verificati è riportata nelle figure seguenti:

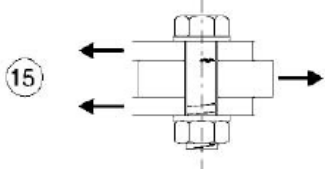
Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
100		15) Bulloni sollecitati a taglio su uno o due piani non interessanti la parte filettata. - Bulloni calibrati - Bulloni normali di grado 5.6, 8.8 e 10.9 e assenza di inversioni di carico	$\Delta\tau$ calcolati in riferimento all'area del gambo

Figura 110 – Dettaglio 80 per bulloni sollecitati a taglio ($\Delta\tau$)


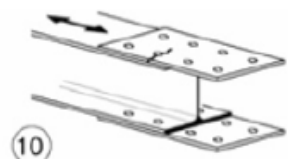

90		9) Giunti bullonati con coprigiunti doppi e bulloni calibrati o bulloni non precaricati iniettati	$\Delta\sigma$ riferiti alla sezione netta
		10) Giunti bullonati con coprigiunti singoli e bulloni AR precaricati o bulloni precaricati iniettati	$\Delta\sigma$ riferiti alla sezione lorda
		11) Elementi strutturali forati soggetti a forza normale e momento flettente	$\Delta\sigma$ riferiti alla sezione netta

Figura 111 – Dettaglio 80 per elementi forati in giunti bullonati ($\Delta\sigma$)

11.2 Verifica dei controventi inferiori di torsione

I controventi inferiori di torsione hanno schema a croce di S. Andrea e sono costituiti da profili 2L 120x10 accoppiati, collegati con bulloni M24 classe 10.9.

Si riporta la verifica dell'asta di controvento inferiore maggiormente sollecitata a compressione. Per un quadro completo sulle verifiche si rimanda all'Allegato E della presente relazione.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	Progetto Lotto Codifica IN17 12 EI2CLVI2105001 B

CV-INF Elemento 565

SOLLECITAZIONI										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Tot
Nmax(SLU)	[kN]	27	15	377	68	8	6	0	0	502
Nmin (SLU)	[kN]	20	19	-455	-73	-8	0	0	0	-497
Nmax (SLE)	[kN]									0
Nmin (SLE)	[kN]									0

DATI DI INPUT
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MATERIALI

Materiale del profilo e delle piastra di collegamento			
fyk	[Mpa]	355	Resistenza caratteristica a snervamento
ftk	[Mpa]	510	Resistenza caratteristica a rottura
Caratteristiche del profilo angolare			
L2	[mm]	3854	Luce libera di inflessione nel piano 2-2
L3	[mm]	1927	Luce libera di inflessione nel piano 3-3
Tipo	[-]	L 120 x 120 x 10	Designazione profili utilizzati
t	[mm]	10	Spessore profilo
b	[mm]	120	Dimensione flange
A	[mm ²]	2318	Area profilo
e x	[mm]	33.1	Posizione del baricentro
J x	[mm ⁴]	3.13E+06	Inerzia rispetto asse "x"
J min	[mm ⁴]	1.28E+06	Inerzia rispetto asse principale "n" (minima)
J max	[mm ²]	4.98E+06	Inerzia rispetto asse principale "m" (massima)
Caratteristiche del profilo composto			
Tipologia	[-]	C	Disposizione dei profili: tipologia di profilo composto
s	[mm]	964	Passo imbottiture
ti,2	[mm]	25	Spessore piastra di distanziamento parallela al piano 2-2
ti,3	[mm]	25	Spessore piastra di distanziamento parallela al piano 3-3
Caratteristiche della bullonatura			
Classe	[-]	8.8	Classe bulloni
n	[-]	8	Numero bulloni totali (su entrambi gli angolari)
n file	[-]	1	Numero file di bulloni sul singolo angolare
φb	[mm]	M24	Diametro bulloni
Ares,nom	[mm ²]	452	Area resistente nominale del singolo bullone
Ares	[mm ²]	353	Area resistente nella zona filettata del singolo bullone
d0	[mm]	24.5	Diametro del foro
e1	[mm]	45	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione del carico applicato
e2	[mm]	60	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione ortogonale al carico
p1	[mm]	65	Interasse bulloni nella direzione di applicazione del carico
p2	[mm]		Interasse bulloni nella direzione ortogonale al carico
Caratteristiche della piastra di collegamento			
tp	[mm]	25	Spessore piastra

COMPORAMENTO RICHIESTO PER LA CONNESSIONE

SLU	[-]	A TAGLIO	Comportamento richiesto al collegamento per SLU
SLE	[-]	-	Comportamento richiesto al collegamento per SLE
Rid.15%	[-]	SI	Se unioni a taglio: riduzione del 15% sui limiti di resistenza come indicato nel MDP RFI
P.T.	[-]	Zona non filet.	Se unioni a taglio: zona interessata dalle azioni taglianti
μ	[-]	0.30	Se unioni ad attrito: coefficiente di attrito tra le piastre
Fp,cd	[kN]	180	Se unioni ad attrito: forza di precarico del bullone

VERIFICHE
VERIFICA PER INSTABILITÀ DEL PROFILO COMPOSTO

<i>Snellezza locale (associata al singolo profilo compreso tra due imbottiture)</i>			
Ncr,loc	[kN]	2864	Carico critico singolo profilo: $N_{cr,loc} = \pi^2 E J_{min} / s^2$
λad loc	[-]	0.54	Snellezza adimensionale del singolo profilo per instabilità locale

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVI2105001</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

λ loc	[-]	23.11	Snellezza del singolo profilo per instabilità locale.			
λ min	[-]	50.00	Massima snellezza consentita per evitare insterazione tra instabilità locale e globale			
Piano inflessione		2-2	3-3	N-N	M-M	
A	[mm ²]	4636	4636	4636	4636	Area profilo composto
J _{id}	[mm ⁴]	6.26E+06	1.59E+07	-	-	Inerzia ideale del profilo composto
i _{id}	[mm]	36.7	58.6	-	-	Raggio giratore di inerzia ideale del profilo composto
L	[mm]	3854	1927	3854	3854	Lunghezza libera di inflessione (si assume L _{max} , a fav di sicurezza, nei piani N-N e M-M)
N _{cr, id}	[kN]	873	8874	-	-	Carico critico ideale del profilo composto
λ _{ad, id}	[-]	1.37	0.43	-	-	Snellezza adimensionale ideale del profilo composto
λ _{ad, eq}	[-]	1.37	0.69	-	-	Snellezza adimensionale equivalente del profilo composto
α	[-]	0.34	0.49	-	-	Coefficiente legato alla curva di instabilità (Tab. 4.2.VIII NTC2008)
Φ	[-]	1.64	0.86	-	-	Coefficiente da §4.2.4.1.3.1 NTC2008
X	[-]	0.393	0.732	-	-	Coefficiente di instabilità del profilo composto
N _{b, rd}	[kN]	589	1096	-	-	Resistenza per instabilità del profilo composto
Verifica per instabilità						
N _{b, rd}	[kN]	589	Resistenza a compressione			
η	[-]	0.85	Tasso di sfruttamento a compressione			

VERIFICA A TRAZIONE						
N _{pl, rd}	[kN]	1567	Resistenza plastica a trazione della sezione lorda			
A _{netta}	[mm ²]	4146	Area depurata dei fori			
β	[-]	0.51	Coefficiente riduttivo della resistenza a trazione per angolari collegati su un solo lato (funzione del numero e del passo dei bulloni)			
N _{u, Rd}	[kN]	866	Resistenza a rottura della sezione netta in corrispondenza dei fori (UNI-EN-1993-1-8 §3.10.3)			
N _{t, rd}	[kN]	866	Minore tra N _{pl, rd} e N _{u, Rd}			
η	[-]	0.58	Tasso di sfruttamento a trazione			

VERIFICA DEL COLLEGAMENTO SLU						
Massimo taglio agente sul singolo bullone						
F ed (Ned)	[kN]	63	Forza trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dall'azione assiale			
F ed (Med)	[kN]	0	Forza trasmessa dal singolo bullone: contributo dato del momento parassita			
F ed	[kN]	63	Forza totale trasmessa dal singolo bullone			
Verifica per rottura a taglio del bullone						
n piani taglio	[-]	1	Numeri di piani di taglio resistenti del bullone			
Fed	[kN]	63	Taglio agente sul singolo bullone			
F _{v, rd}	[kN]	148	Resistenza del singolo bullone (singolo piano di taglio)			
η	[-]	0.42	Tasso di sfruttamento per rottura a taglio del bullone			

Verifica per rifollamento della piastra di collegamento						
t	[mm]	25	Spessore dell'elemento			
α est	[-]	0.61	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato			
α int	[-]	0.63	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato			
k	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato			
F _{b, rd, est}	[kN]	318	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni di bordo nella direzione del carico applicato			
F _{b, rd, int}	[kN]	330	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni interni nella direzione del carico applicato			
Fed	[kN]	63	Sollecitazione di progetto			
η	[-]	0.20	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento			

Verifica per rifollamento del profilo						
t	[mm]	10	Spessore dell'elemento			
α est	[-]	0.61	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato			
α int	[-]	0.63	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato			
k	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato			
F _{b, rd, est}	[kN]	127	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni di bordo nella direzione del carico applicato			
F _{b, rd, int}	[kN]	132	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni interni nella direzione del carico applicato			

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Fed	[kN]	63	Sollecitazione di progetto
η	[-]	0.49	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento
Verifica per tranciamento a blocco nel profilo (block tearing)			
n,1	[-]	4	Numero di bulloni per ogni fila di ogni profilo
Ant	[mm ²]	477.5	Area netta soggetta a trazione (carico eccentrico)
Anv	[mm ²]	1542.5	Area netta soggetta a taglio
Ved,1	[kN]	251	Azione sul collegamento del singolo profilo
Veff,rd	[kN]	422	Resistenza per tranciamento a blocco (carico eccentrico)
η	[-]	0.60	Tasso di sfruttamento per rottura per block tearing

VERIFICA SLU A COMPLETO RIPRISTINO DEI BULLONI

I bulloni devono essere calcolati per poter assorbire la massima sollecitazione che possono trasmettere i profili

Frd,prof	[kN]	866	Massimo tra la resistenza a trazione in area netta e la resistenza per instabilità a compressione
Frd,bull	[kN]	1181	Resistenza per rottura a taglio dei bulloni complessiva (Ned / η)
η	[-]	0.73	Tasso di sfruttamento nei confronti del completo ripristino del bullone

VERIFICA A FATICA (danneggiamento / ferroviario)

Vn	[anni]	100			Vita nominale dell'opera
Trf/annuo	[mln/anno]	25			Numero passaggio convogli annuo per binario
L infl	[m]	38.0			Lunghezza di influenza dell'elemento
n	[-]	0.33			Possibilità di incrocio di due convogli (da MDP RFI)
$\Delta\sigma_c$	[MPa]	90			Classe dettaglio profili
$\Delta\tau_c$	[MPa]	100			Classe dettaglio bulloni
γM_f	[kN]	1.35			Coefficiente di sicurezza per le verifiche a fatica
Binario		Pari	Disp.	p+d	
Nmax,71	[kN]	3	174	178	Massimi sforzi normali nel profilo per carico LM71
Nmin,71	[kN]	-185	-46	-232	Minimi sforzi normali nel profilo per carico LM71
$\Delta\sigma$,prof,71	[MPa]	40.8	51.9	92.8	Massime escursioni di tensione assiale nel profilo per LM71
$\Delta\tau$,bull,71(N)	[MPa]	52.2	60.9	113.1	Massime escursioni di tensione tangenziale nei bulloni per LM71 (contributo N)
$\Delta\tau$,bull,71(M)	[MPa]	0.0	0.0	0.0	Massime escursioni di tensione tangenziale nei bulloni per LM71 (contr. M parassita)
λ_1	[-]	0.640	0.640	0.640	Coefficiente λ_1
λ_2	[-]	1.000	1.000	1.000	Coefficiente λ_2
λ_3	[-]	1.000	1.000	1.000	Coefficiente λ_3
λ_4 ,prof	[-]	1.000	1.000	0.823	Coefficiente λ_4 relativo alle tensioni assiali sul profilo
λ_4 ,bull	[-]	1.000	1.000	0.822	Coefficiente λ_4 relativo alle tensioni tangenziali sui bulloni
λ_{max}	[-]	1.400	1.400	1.400	Coefficiente λ_{max}
$\Delta\sigma$,prof,ed	[MPa]	26.1	33.2	48.9	Massime escursioni di progetto di tensione assiale nel profilo
$\Delta\tau$,bull,ed	[MPa]	33.4	38.9	59.4	Massime escursioni di progetto di tensione tangenziale nei bulloni
Verifica a fatica del profilo ($\Delta\sigma$)					
$\Delta\sigma$,prof,ed	[MPa]	48.9			Escursione massima di progetto
$\Delta\tau_c / \gamma M_f$	[MPa]	66.7			Massima escursione ammissibile
η	[-]	0.73			Tasso di sfruttamento
Verifica a fatica dei bulloni ($\Delta\tau$)					
$\Delta\tau$,bull,ed	[MPa]	59.4			Escursione massima di progetto
$\Delta\tau_c / \gamma M_f$	[MPa]	74.1			Massima escursione ammissibile
η	[-]	0.80			Tasso di sfruttamento

L'elemento verificato è indicato in rosso nella seguente immagine estratta dal modello di calcolo.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

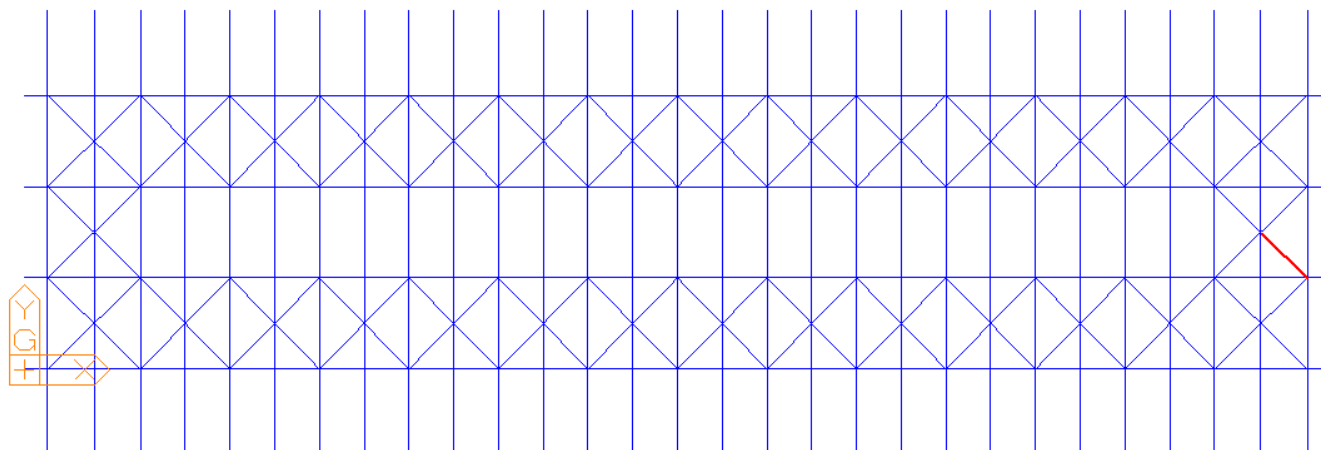


Figura 112 – Asta del controvento inferiore maggiormente sollecitata – elemento 565

11.3 Verifica dei diagonali

Le aste diagonali dei diaframmi sono costituite da profili 2L 90x8 a farfalla, collegati con bulloni M20 classe 10.9.

Si riporta la verifica dell'asta diagonale maggiormente sollecitata a compressione. Per un quadro completo sulle verifiche si rimanda all'Allegato E della presente relazione.

TR-DG Elemento 636

SOLLECITAZIONI										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Tot
Nmax(SLU)	[kN]	16	-22	14	5	67	0	0	0	80
Nmin(SLU)	[kN]	12	-21	-152	-3	-40	-44	0	0	-248
Nmax(SLE)	[kN]									0
Nmin(SLE)	[kN]									0

DATI DI INPUT			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MATERIALI			
Materiale del profilo e delle piastra di collegamento			
fyk	[Mpa]	355	Resistenza caratteristica a snervamento
ftk	[Mpa]	510	Resistenza caratteristica a rottura
Caratteristiche del profilo angolare			
L2	[mm]	3785	Luce libera di inflessione nel piano 2-2
L3	[mm]	1892	Luce libera di inflessione nel piano 3-3
Tipo	[-]	L 90 x 90 x 8	Designazione profili utilizzati
t	[mm]	8	Spessore profilo
b	[mm]	90	Dimensione flange
A	[mm ²]	1389	Area profilo
e x	[mm]	25.0	Posizione del baricentro
J x	[mm ⁴]	1.04E+06	Inerzia rispetto asse "x"
J min	[mm ⁴]	4.29E+05	Inerzia rispetto asse principale "n" (minima)
J max	[mm ²]	1.66E+06	Inerzia rispetto asse principale "m" (massima)
Caratteristiche del profilo composto			

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

Tipologia	[-]	D	Disposizione dei profili: tipologia di profilo composto
s	[mm]	946	Passo imbottiture
ti,2	[mm]	20	Spessore piastra di distanziamento parallela al piano 2-2
ti,3	[mm]	30	Spessore piastra di distanziamento parallela al piano 3-3
Caratteristiche della bullonatura			
Classe	[-]	8.8	Classe bulloni
n	[-]	6	Numero bulloni totali (su entrambi gli angolari)
n file	[-]	1	Numero file di bulloni sul singolo angolare
φb	[mm]	M20	Diametro bulloni
Ares,nom	[mm ²]	314	Area resistente nominale del singolo bullone
Ares	[mm ²]	245	Area resistente nella zona filettata del singolo bullone
d0	[mm]	20.3	Diametro del foro
e1	[mm]	35	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione del carico applicato
e2	[mm]	45	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione ortogonale al carico
p1	[mm]	55	Interasse bulloni nella direzione di applicazione del carico
p2	[mm]		Interasse bulloni nella direzione ortogonale al carico
Caratteristiche della piastra di collegamento			
tp	[mm]	30	Spessore piastra
COMPORTAMENTO RICHIESTO PER LA CONNESSIONE			
SLU	[-]	A TAGLIO	Comportamento richiesto al collegamento per SLU
SLE	[-]	-	Comportamento richiesto al collegamento per SLE
Rid.15%	[-]	SI	Se unioni a taglio: riduzione del 15% sui limiti di resistenza come indicato nel MDP RFI
P.T.	[-]	Zona non filet.	Se unioni a taglio: zona interessata dalle azioni taglianti
μ	[-]	0.30	Se unioni ad attrito: coefficiente di attrito tra le piastre
Fp,cd	[kN]	125	Se unioni ad attrito: forza di precarico del bullone

VERIFICHE

VERIFICA PER INSTABILITÀ DEL PROFILO COMPOSTO

<u>Snellezza locale (associata al singolo profilo compreso tra due imbottiture)</u>					
Ncr,loc	[kN]	992	Carico critico singolo profilo: $N_{cr,loc} = \pi^2 E J_{min} / s^2$		
λ _{ad,loc}	[-]	0.70	Snellezza adimensionale del singolo profilo per instabilità locale		
λ _{loc}	[-]	30.39	Snellezza del singolo profilo per instabilità locale.		
λ _{min}	[-]	50.00	Massima snellezza consentita per evitare insterazione tra instabilità locale e globale		
Piano inflessione		2-2	3-3	N-N	M-M
A	[mm ²]	2778	2778	2778	2778
J _{id}	[mm ⁴]	6.53E+06	5.49E+06	8.67E+06	3.32E+06
i _{id}	[mm]	48.5	44.5	55.9	34.6
L	[mm]	3785	1892	3785	3785
Ncr _{id}	[kN]	945	3179	1254	480
λ _{ad,ad}	[-]	1.02	0.56	0.89	1.43
λ _{ad,eq}	[-]	1.24	0.90	1.13	1.43
α	[-]	0.49	0.49	0.49	0.34
Φ	[-]	1.53	1.07	1.37	1.74
X	[-]	0.415	0.601	0.467	0.368
Nb _{rd}	[kN]	372	539	419	330
Verifica per instabilità					
Nb _{rd}	[kN]	330	Resistenza a compressione		
η	[-]	0.75	Tasso di sfruttamento a compressione		

VERIFICA A TRAZIONE

N _{pl,rd}	[kN]	939	Resistenza plastica a trazione della sezione lorda		
A _{netta}	[mm ²]	2453	Area depurata dei fori		
β	[-]	0.52	Coefficiente riduttivo della resistenza a trazione per angolari collegati su un solo lato (funzione del numero e del passo dei bulloni)		
Nu _{Rd}	[kN]	517	Resistenza a rottura della sezione netta in corrispondenza dei fori (UNI-EN-1993-1-8 §3.10.3)		

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

Nt,rd	[kN]	517	Minore tra Npl,rd e Nu,Rd
η	[-]	0.16	Tasso di sfruttamento a trazione

VERIFICA DEL COLLEGAMENTO SLU

Massimo taglio agente sul singolo bullone

F ed (Ned)	[kN]	41	Forza trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dall'azione assiale
F ed (Med)	[kN]	0	Forza trasmessa dal singolo bullone: contributo dato del momento parassita
F ed	[kN]	41	Forza totale trasmessa dal singolo bullone

Verifica per rottura a taglio del bullone

n piani taglio	[-]	1	Numeri di piani di taglio resistenti del bullone
Fed	[kN]	41	Taglio agente sul singolo bullone
Fv,rd	[kN]	103	Resistenza del singolo bullone (singolo piano di taglio)
η	[-]	0.40	Tasso di sfruttamento per rottura a taglio del bullone

Verifica per rifollamento della piastra di collegamento

t	[mm]	30	Spessore dell'elemento
α est	[-]	0.57	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato
α int	[-]	0.65	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato
k	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato
Fb,rd,est	[kN]	299	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni di bordo nella direzione del carico applicato
Fb,rd,int	[kN]	340	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni interni nella direzione del carico applicato
Fed	[kN]	41	Sollecitazione di progetto
η	[-]	0.14	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento

Verifica per rifollamento del profilo

t	[mm]	8	Spessore dell'elemento
α est	[-]	0.57	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato
α int	[-]	0.65	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato
k	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato
Fb,rd,est	[kN]	80	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni di bordo nella direzione del carico applicato
Fb,rd,int	[kN]	91	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni interni nella direzione del carico applicato
Fed	[kN]	41	Sollecitazione di progetto
η	[-]	0.52	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento

Verifica per tranciamento a blocco nel profilo (block tearing)

n,1	[-]	3	Numero di bulloni per ogni fila di ogni profilo
Ant	[mm ²]	278.8	Area netta soggetta a trazione (carico eccentrico)
Anv	[mm ²]	754	Area netta soggetta a taglio
Ved,1	[kN]	40	Azione sul collegamento del singolo profilo
Veff,rd	[kN]	222	Resistenza per tranciamento a blocco (carico eccentrico)
η	[-]	0.18	Tasso di sfruttamento per rottura per block tearing

VERIFICA SLU A COMPLETO RIPRISTINO DEI BULLONI

I bulloni devono essere calcolati per poter assorbire la massima sollecitazione che possono trasmettere i profili

Frd,prof	[kN]	517	Massimo tra la resistenza a trazione in area netta e la resistenza per instabilità a compressione
Frd,bull	[kN]	615	Resistenza per rottura a taglio dei bulloni complessiva (Ned / η)
η	[-]	0.84	Tasso di sfruttamento nei confronti del completo ripristino del bullone

VERIFICA A FATICA (danneggiamento / ferroviario)

Vn	[anni]	100	Vita nominale dell'opera		
Trf/annuo	[mln/anno]	25	Numero passaggio convogli annuo per binario		
L infl	[m]	10.8	Lunghezza di influenza dell'elemento		
n	[-]	0.33	Possibilità di incrocio di due convogli (da MDP RFI)		
$\Delta\sigma$ c	[MPa]	90	Classe dettaglio profili		
$\Delta\tau$ c	[MPa]	100	Classe dettaglio bulloni		
γ Mf	[kN]	1.35	Coefficiente di sicurezza per le verifiche a fatica		
Binario	Pari	Disp.	p+d		
Nmax,71	[kN]	0	4	5	Massimi sforzi normali nel profilo per carico LM71

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

Nmin,71	[kN]	-72	-21	-93	Minimi sforzi normali nel profilo per carico LM71
$\Delta\sigma$,prof,71	[MPa]	25.9	9.3	35.3	Massime escursioni di tensione assiale nel profilo per LM71
$\Delta\tau$,bull,71(N)	[MPa]	38.2	13.5	51.6	Massime escursioni di tensione tangenziale nei bulloni per LM71 (contributo N)
$\Delta\tau$,bull,71(M)	[MPa]	0.0	0.0	0.0	Massime escursioni di tensione tangenziale nei bulloni per LM71 (contr. M parassita)
λ_1	[-]	0.840	0.840	0.840	Coefficiente λ_1
λ_2	[-]	1.000	1.000	1.000	Coefficiente λ_2
λ_3	[-]	1.000	1.000	1.000	Coefficiente λ_3
λ_4 ,prof	[-]	1.000	1.000	0.862	Coefficiente λ_4 relativo alle tensioni assiali sul profilo
λ_4 ,bull	[-]	1.000	1.000	0.863	Coefficiente λ_4 relativo alle tensioni tangenziali sui bulloni
λ_{max}	[-]	1.400	1.400	1.400	Coefficiente λ_{max}
$\Delta\sigma$,prof,ed	[MPa]	21.8	7.8	25.5	Massime escursioni di progetto di tensione assiale nel profilo
$\Delta\tau$,bull,ed	[MPa]	32.1	11.3	37.5	Massime escursioni di progetto di tensione tangenziale nei bulloni
Verifica a fatica del profilo ($\Delta\sigma$)					
$\Delta\sigma$,prof,ed	[MPa]	25.5			Escursione massima di progetto
$\Delta\tau$ c / γ Mf	[MPa]	66.7			Massima escursione ammissibile
η	[-]	0.38			Tasso di sfruttamento
Verifica a fatica dei bulloni ($\Delta\tau$)					
$\Delta\tau$,bull,ed	[MPa]	37.5			Escursione massima di progetto
$\Delta\tau$ c / γ Mf	[MPa]	74.1			Massima escursione ammissibile
η	[-]	0.51			Tasso di sfruttamento

L'elemento verificato è indicato in rosso nella seguente immagine estratta dal modello di calcolo.

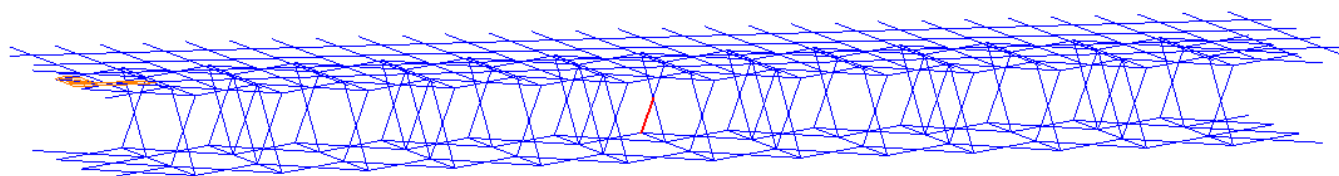


Figura 113 – Diagonale del diaframma maggiormente sollecitata – elemento 636

11.4 Verifica delle briglie superiori

Le briglie superiori dei diaframmi sono costituite da profili 2L 90x8 accoppiati, collegati con bulloni M20 classe 10.9.

Si riporta la verifica della briglia superiore maggiormente sollecitata a compressione. Per un quadro completo sulle verifiche si rimanda all'Allegato E della presente relazione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	Progetto Lotto Codifica IN17 12 EI2CLVI2105001 B

TR-BS Elemento 715

SOLLECITAZIONI										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Tot
Nmax (SLU)	[kN]	6	1	5	0	22	0	0	0	34
Nmin (SLU)	[kN]	8	-4	-6	0	-22	-167	0	0	-191
Nmax (SLE)	[kN]									0
Nmin (SLE)	[kN]									0

DATI DI INPUT										
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MATERIALI										
Materiale del profilo e delle piastra di collegamento										
fyk	[Mpa]	355	Resistenza caratteristica a snervamento							
ftk	[Mpa]	510	Resistenza caratteristica a rottura							
Caratteristiche del profilo angolare										
L2	[mm]	2750	Luce libera di inflessione nel piano 2-2							
L3	[mm]	2750	Luce libera di inflessione nel piano 3-3							
Tipo	[-]	L 90 x 90 x 8	Designazione profili utilizzati							
t	[mm]	8	Spessore profilo							
b	[mm]	90	Dimensione flange							
A	[mm ²]	1389	Area profilo							
e x	[mm]	25.0	Posizione del baricentro							
J x	[mm ⁴]	1.04E+0 6	Inerzia rispetto asse "x"							
J min	[mm ⁴]	4.29E+0 5	Inerzia rispetto asse principale "n" (minima)							
J max	[mm ²]	1.66E+0 6	Inerzia rispetto asse principale "m" (massima)							
Caratteristiche del profilo composto										
Tipologia	[-]	B	Disposizione dei profili: tipologia di profilo composto							
s	[mm]	688	Passo imbottiture							
ti,2	[mm]	30	Spessore piastra di distanziamento parallela al piano 2-2							
ti,3	[mm]	30	Spessore piastra di distanziamento parallela al piano 3-3							
Caratteristiche della bullonatura										
Classe	[-]	8.8	Classe bulloni							
n	[-]	3	Numero bulloni totali (su entrambi gli angolari)							
n file	[-]	1	Numero file di bulloni sul singolo angolare							
φb	[mm]	M20	Diametro bulloni							
Ares,nom	[mm ²]	314	Area resistente nominale del singolo bullone							
Ares	[mm ²]	245	Area resistente nella zona filettata del singolo bullone							
d0	[mm]	20.3	Diametro del foro							
e1	[mm]	35	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione del carico applicato							
e2	[mm]	45	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione ortogonale al carico							
p1	[mm]	55	Interasse bulloni nella direzione di applicazione del carico							
p2	[mm]		Interasse bulloni nella direzione ortogonale al carico							
Caratteristiche della piastra di collegamento										
tp	[mm]	30	Spessore piastra							
COMPORTAMENTO RICHIESTO PER LA CONNESSIONE										
SLU	[-]	A TAGLIO	Comportamento richiesto al collegamento per SLU							
SLE	[-]	-	Comportamento richiesto al collegamento per SLE							
Rid.15%	[-]	SI	Se unioni a taglio: riduzione del 15% sui limiti di resistenza come indicato nel MDP RFI							
P.T.	[-]	Zona non filet.	Se unioni a taglio: zona interessata dalle azioni taglienti							
μ	[-]	0.30	Se unioni ad attrito: coefficiente di attrito tra le piastre							
Fp,cd	[kN]	125	Se unioni ad attrito: forza di precarico del bullone							

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE						
VERIFICA PER INSTABILITÀ DEL PROFILO COMPOSTO						
<i>Snellezza locale (associata al singolo profilo compreso tra due imbottiture)</i>						
Ncr,loc	[kN]	1880	Carico critico singolo profilo: $N_{cr,loc} = \pi^2 E J_{min} / s^2$			
$\lambda_{ad,loc}$	[-]	0.51	Snellezza adimensionale del singolo profilo per instabilità locale			
λ_{loc}	[-]	22.08	Snellezza del singolo profilo per instabilità locale.			
λ_{min}	[-]	50.00	Massima snellezza consentita per evitare insterazione tra instabilità locale e globale			
Piano inflessione		2-2	3-3	N-N	M-M	
A	[mm ²]	2778	2778	2778	2778	Area profilo composto
J _{id}	[mm ⁴]	6.53E+0	2.09E+0	-	-	Inerzia ideale del profilo composto
i _{id}	[mm]	6	6	-	-	Raggio giratore di inerzia ideale del profilo composto
i	[mm]	48.5	27.4	-	-	Raggio giratore di inerzia ideale del profilo composto
L	[mm]	2750	2750	2750	2750	Lunghezza libera di inflessione (si assume L _{max} , a fav di sicurezza, nei piani N-N e M-M)
Ncr _{id}	[kN]	1790	572	-	-	Carico critico ideale del profilo composto
$\lambda_{ad, id}$	[-]	0.74	1.31	-	-	Snellezza adimensionale ideale del profilo composto
$\lambda_{ad, eq}$	[-]	0.90	1.31	-	-	Snellezza adimensionale equivalente del profilo composto
α	[-]	0.49	0.34	-	-	Coefficiente legato alla curva di instabilità (Tab. 4.2.VIII NTC2008)
Φ	[-]	1.08	1.55	-	-	Coefficiente da §4.2.4.1.3.1 NTC2008
X	[-]	0.599	0.421	-	-	Coefficiente di instabilità del profilo composto
Nb _{rd}	[kN]	537	377	-	-	Resistenza per instabilità del profilo composto
Verifica per instabilità						
Nb _{rd}	[kN]	377	Resistenza a compressione			
η	[-]	0.51	Tasso di sfruttamento a compressione			
VERIFICA A TRAZIONE						
Np _{l,rd}	[kN]	939	Resistenza plastica a trazione della sezione lorda			
A _{netta}	[mm ²]	2453	Area depurata dei fori			
β	[-]	0.52	Coefficiente riduttivo della resistenza a trazione per angolari collegati su un solo lato (funzione del numero e del passo dei bulloni)			
Nu _{Rd}	[kN]	517	Resistenza a rottura della sezione netta in corrispondenza dei fori (UNI-EN-1993-1-8 §3.10.3)			
Nt _{rd}	[kN]	517	Minore tra Np _{l,rd} e Nu _{Rd}			
η	[-]	0.07	Tasso di sfruttamento a trazione			
VERIFICA DEL COLLEGAMENTO SLU						
Massimo taglio agente sul singolo bullone						
F _{ed (Ned)}	[kN]	64	Forza trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dall'azione assiale			
F _{ed (Med)}	[kN]	35	Forza trasmessa dal singolo bullone: contributo dato del momento parassita			
F _{ed}	[kN]	73	Forza totale trasmessa dal singolo bullone			
Verifica per rottura a taglio del bullone						
n piani taglio	[-]	2	Numeri di piani di taglio resistenti del bullone			
F _{ed}	[kN]	36	Taglio agente sul singolo bullone			
F _{v,rd}	[kN]	103	Resistenza del singolo bullone (singolo piano di taglio)			
η	[-]	0.35	Tasso di sfruttamento per rottura a taglio del bullone			
Verifica per rifollamento della piastra di collegamento						
t	[mm]	30	Spessore dell'elemento			
α_{est}	[-]	0.57	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato			
α_{int}	[-]	0.65	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato			
k	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato			
F _{b,rd,est}	[kN]	299	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni di bordo nella direzione del carico applicato			
F _{b,rd,int}	[kN]	340	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni interni nella direzione del carico applicato			
F _{ed}	[kN]	73	Sollecitazione di progetto			
η	[-]	0.24	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento			
Verifica per rifollamento del profilo						
t	[mm]	8	Spessore dell'elemento			
α_{est}	[-]	0.57	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato			
α_{int}	[-]	0.65	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato			
k	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato			

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Fb,rd,est	[kN]	80	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni di bordo nella direzione del carico applicato		
Fb,rd,int	[kN]	91	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni interni nella direzione del carico applicato		
Fed	[kN]	36	Sollecitazione di progetto		
η	[-]	0.46	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento		
Verifica per tranciamento a blocco nel profilo (block tearing)					
n,1	[-]	3	Numero di bulloni per ogni fila di ogni profilo		
Ant	[mm ²]	278.8	Area netta soggetta a trazione (carico eccentrico)		
Anv	[mm ²]	754	Area netta soggetta a taglio		
Ved,1	[kN]	17	Azione sul collegamento del singolo profilo		
Veff,rd	[kN]	222	Resistenza per tranciamento a blocco (carico eccentrico)		
η	[-]	0.08	Tasso di sfruttamento per rottura per block tearing		
VERIFICA SLU A COMPLETO RIPRISTINO DEI BULLONI					
I bulloni devono essere calcolati per poter assorbire la massima sollecitazione che possono trasmettere i profili					
Frd,prof	[kN]	517	Massimo tra la resistenza a trazione in area netta e la resistenza per instabilità a compressione		
Frd,bull	[kN]	540	Resistenza per rottura a taglio dei bulloni complessiva (Ned / η)		
η	[-]	0.96	Tasso di sfruttamento nei confronti del completo ripristino del bullone		
VERIFICA A FATICA (danneggiamento / ferroviario)					
Vn	[anni]	100	Vita nominale dell'opera		
Trf/annuo	[mln/anno]	25	Numero passaggio convogli annuo per binario		
L infl	[m]	10.8	Lunghezza di influenza dell'elemento		
n	[-]	0.33	Possibilità di incrocio di due convogli (da MDP RFI)		
$\Delta\sigma$ c	[MPa]	90	Classe dettaglio profili		
$\Delta\tau$ c	[MPa]	100	Classe dettaglio bulloni		
γ Mf	[kN]	1.35	Coefficiente di sicurezza per le verifiche a fatica		
Binario	Pari	Disp.	p+d		
Nmax,71	[kN]	2	2	5	Massimi sforzi normali nel profilo per carico LM71
Nmin,71	[kN]	-3	-3	-6	Minimi sforzi normali nel profilo per carico LM71
$\Delta\sigma$,prof,71	[MPa]	2.2	2.0	4.2	Massime escursioni di tensione assiale nel profilo per LM71
$\Delta\tau$,bull,71(N)	[MPa]	3.1	2.8	5.9	Massime escursioni di tensione tangenziale nei bulloni per LM71 (contributo N)
$\Delta\tau$,bull,71(M)	[MPa]	0.6	0.5	1.1	Massime escursioni di tensione tangenziale nei bulloni per LM71 (contr. M parassita)
λ 1	[-]	0.840	0.840	0.840	Coefficiente λ 1
λ 2	[-]	1.000	1.000	1.000	Coefficiente λ 2
λ 3	[-]	1.000	1.000	1.000	Coefficiente λ 3
λ 4,prof	[-]	1.000	1.000	0.821	Coefficiente λ 4 relativo alle tensioni assiali sul profilo
λ 4,bull	[-]	1.000	1.000	0.821	Coefficiente λ 4 relativo alle tensioni tangenziali sui bulloni
λ max	[-]	1.400	1.400	1.400	Coefficiente λ max
$\Delta\sigma$,prof,ed	[MPa]	1.9	1.7	2.9	Massime escursioni di progetto di tensione assiale nel profilo
$\Delta\tau$,bull,ed	[MPa]	3.1	2.8	4.8	Massime escursioni di progetto di tensione tangenziale nei bulloni
Verifica a fatica del profilo ($\Delta\sigma$)					
$\Delta\sigma$,prof,ed	[MPa]	2.9	Escursione massima di progetto		
$\Delta\tau$ c / γ Mf	[MPa]	66.7	Massima escursione ammissibile		
η	[-]	0.04	Tasso di sfruttamento		
Verifica a fatica dei bulloni ($\Delta\tau$)					
$\Delta\tau$,bull,ed	[MPa]	4.8	Escursione massima di progetto		
$\Delta\tau$ c / γ Mf	[MPa]	74.1	Massima escursione ammissibile		
η	[-]	0.06	Tasso di sfruttamento		

L'elemento verificato è indicato in rosso nella seguente immagine estratta dal modello di calcolo.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

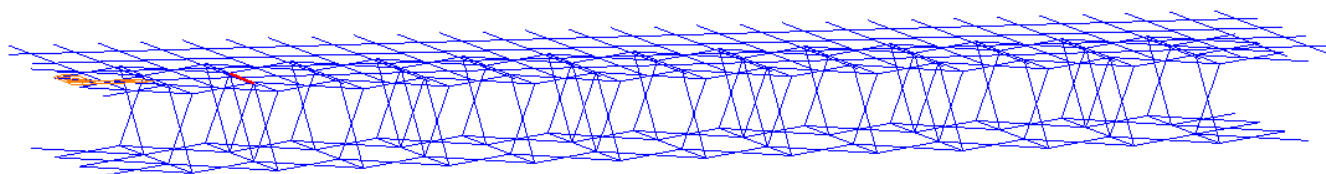


Figura 114 – Briglia superiore maggiormente sollecitata – elemento 715

11.5 Verifica delle briglie inferiori

Le briglie inferiori dei diaframmi sono costituite da profili 2L 90x10 accoppiati, collegati con bulloni M20 classe 10.9.

Si riporta la verifica della briglia inferiore maggiormente sollecitata a compressione. Per un quadro completo sulle verifiche si rimanda all'Allegato E della presente relazione.

TR-BI Elemento 765

SOLLECITAZIONI										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Tot
Nmax (SLU)	[kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nmin (SLU)	[kN]	-107	-141	-120	-1	-15	0	0	0	-384
Nmax (SLE)	[kN]									0
Nmin (SLE)	[kN]									0

DATI DI INPUT			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MATERIALI			
Materiale del profilo e delle piastra di collegamento			
fyk	[Mpa]	355	Resistenza caratteristica a snervamento
ftk	[Mpa]	510	Resistenza caratteristica a rottura
Caratteristiche del profilo angolare			
L2	[mm]	2750	Luce libera di inflessione nel piano 2-2
L3	[mm]	2750	Luce libera di inflessione nel piano 3-3
Tipo	[-]	L 90 x 90 x 10	Designazione profili utilizzati
t	[mm]	10	Spessore profilo
b	[mm]	90	Dimensione flange
A	[mm ²]	1710	Area profilo
e x	[mm]	25.8	Posizione del baricentro
J x	[mm ⁴]	1.27E+06	Inerzia rispetto asse "x"
J min	[mm ⁴]	5.26E+05	Inerzia rispetto asse principale "n" (minima)
J max	[mm ⁴]	2.01E+06	Inerzia rispetto asse principale "m" (massima)
Caratteristiche del profilo composto			
Tipologia	[-]	B	Disposizione dei profili: tipologia di profilo composto
s	[mm]	688	Passo imbottiture
ti,2	[mm]	30	Spessore piastra di distanziamento parallela al piano 2-2

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

ti,3	[mm]	30	Spessore piastra di distanziamento parallela al piano 3-3
Caratteristiche della bullonatura			
Classe	[-]	8.8	Classe bulloni
n	[-]	4	Numero bulloni totali (su entrambi gli angolari)
n file	[-]	1	Numero file di bulloni sul singolo angolare
φb	[mm]	M20	Diametro bulloni
Ares,nom	[mm ²]	314	Area resistente nominale del singolo bullone
Ares	[mm ²]	245	Area resistente nella zona filettata del singolo bullone
d0	[mm]	20.3	Diametro del foro
e1	[mm]	50	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione del carico applicato
e2	[mm]	45	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione ortogonale al carico
p1	[mm]	75	Interasse bulloni nella direzione di applicazione del carico
p2	[mm]		Interasse bulloni nella direzione ortogonale al carico

Caratteristiche della piastra di collegamento			
tp	[mm]	30	Spessore piastra

COMPORTAMENTO RICHIESTO PER LA CONNESSIONE			
SLU	[-]	A TAGLIO	Comportamento richiesto al collegamento per SLU
SLE	[-]	-	Comportamento richiesto al collegamento per SLE
Rid.15%	[-]	SI	Se unioni a taglio: riduzione del 15% sui limiti di resistenza come indicato nel MDP RFI
P.T.	[-]	Zona non filet.	Se unioni a taglio: zona interessata dalle azioni taglianti
μ	[-]	0.30	Se unioni ad attrito: coefficiente di attrito tra le piastre
Fp,cd	[kN]	125	Se unioni ad attrito: forza di precarico del bullone

VERIFICHE

VERIFICA PER INSTABILITÀ DEL PROFILO COMPOSTO

Snellezza locale (associata al singolo profilo compreso tra due imbottiture)

Ncr,loc	[kN]	2307	Carico critico singolo profilo: $Ncr,loc = \pi^2 E J_{min} / s^2$
λ _{ad,loc}	[-]	0.51	Snellezza adimensionale del singolo profilo per instabilità locale
λ _{loc}	[-]	22.12	Snellezza del singolo profilo per instabilità locale.
λ _{min}	[-]	50.00	Massima snellezza consentita per evitare insterazione tra instabilità locale e globale

Piano inflessione		2-2	3-3	N-N	M-M	
A	[mm ²]	3420	3420	3420	3420	Area profilo composto
J _{id}	[mm ⁴]	8.23E+0	2.54E+0	-	-	Inerzia ideale del profilo composto
		6	6			
i _{id}	[mm]	49.1	27.3	-	-	Raggio giratore di inerzia ideale del profilo composto
L	[mm]	2750	2750	2750	2750	Lunghezza libera di inflessione (si assume L _{max} , a fav di sicurezza, nei piani N-N e M-M)
Ncr _{id}	[kN]	2256	696	-	-	Carico critico ideale del profilo composto
λ _{ad, id}	[-]	0.73	1.32	-	-	Snellezza adimensionale ideale del profilo composto
λ _{ad,eq}	[-]	0.90	1.32	-	-	Snellezza adimensionale equivalente del profilo composto
α	[-]	0.49	0.34	-	-	Coefficiente legato alla curva di instabilità (Tab. 4.2.VIII NTC2008)
Φ	[-]	1.07	1.56	-	-	Coefficiente da §4.2.4.1.3.1 NTC2008
X	[-]	0.603	0.417	-	-	Coefficiente di instabilità del profilo composto
Nb _{rd}	[kN]	665	460	-	-	Resistenza per instabilità del profilo composto

Verifica per instabilità			
Nb _{rd}	[kN]	460	Resistenza a compressione
η	[-]	0.83	Tasso di sfruttamento a compressione

VERIFICA A TRAZIONE

Np _{l,rd}	[kN]	1156	Resistenza plastica a trazione della sezione lorda
A _{netta}	[mm ²]	3014	Area depurata dei fori
β	[-]	0.60	Coefficiente riduttivo della resistenza a trazione per angolari collegati su un solo lato (funzione del numero e del passo dei bulloni)
Nu _{Rd}	[kN]	732	Resistenza a rottura della sezione netta in corrispondenza dei fori (UNI-EN-1993-1-8 §3.10.3)
Nt _{rd}	[kN]	732	Minore tra Np _{l,rd} e Nu _{Rd}
η	[-]	0.00	Tasso di sfruttamento a trazione

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	Progetto Lotto Codifica IN17 12 EI2CLVI2105001 B

VERIFICA DEL COLLEGAMENTO SLU				
Massimo taglio agente sul singolo bullone				
F ed (Ned)	[kN]	96	Forza trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dall'azione assiale	
F ed (Med)	[kN]	30	Forza trasmessa dal singolo bullone: contributo dato del momento parassita	
F ed	[kN]	101	Forza totale trasmessa dal singolo bullone	
Verifica per rottura a taglio del bullone				
n piani taglio	[-]	2	Numeri di piani di taglio resistenti del bullone	
Fed	[kN]	50	Taglio agente sul singolo bullone	
Fv,rd	[kN]	103	Resistenza del singolo bullone (singolo piano di taglio)	
η	[-]	0.49	Tasso di sfruttamento per rottura a taglio del bullone	
Verifica per rifollamento della piastra di collegamento				
t	[mm]	30	Spessore dell'elemento	
α est	[-]	0.82	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato	
α int	[-]	0.98	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato	
k	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato	
Fb,rd,est	[kN]	427	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni di bordo nella direzione del carico applicato	
Fb,rd,int	[kN]	511	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni interni nella direzione del carico applicato	
Fed	[kN]	101	Sollecitazione di progetto	
η	[-]	0.24	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento	
Verifica per rifollamento del profilo				
t	[mm]	10	Spessore dell'elemento	
α est	[-]	0.82	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato	
α int	[-]	0.98	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato	
k	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato	
Fb,rd,est	[kN]	142	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni di bordo nella direzione del carico applicato	
Fb,rd,int	[kN]	170	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni interni nella direzione del carico applicato	
Fed	[kN]	50	Sollecitazione di progetto	
η	[-]	0.35	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento	
Verifica per tranciamento a blocco nel profilo (block tearing)				
n,1	[-]	4	Numero di bulloni per ogni fila di ogni profilo	
Ant	[mm ²]	348.5	Area netta soggetta a trazione (carico eccentrico)	
Anv	[mm ²]	2039.5	Area netta soggetta a taglio	
Ved,1	[kN]	0	Azione sul collegamento del singolo profilo	
Veff,rd	[kN]	459	Resistenza per tranciamento a blocco (carico eccentrico)	
η	[-]	0.00	Tasso di sfruttamento per rottura per block tearing	

VERIFICA SLU A COMPLETO RIPRISTINO DEI BULLONI				
I bulloni devono essere calcolati per poter assorbire la massima sollecitazione che possono trasmettere i profili				
Frd,prof	[kN]	732	Massimo tra la resistenza a trazione in area netta e la resistenza per instabilità a compressione	
Frd,bull	[kN]	784	Resistenza per rottura a taglio dei bulloni complessiva (Ned / η)	
η	[-]	0.93	Tasso di sfruttamento nei confronti del completo ripristino del bullone	

VERIFICA A FATICA (danneggiamento / ferroviario)					
Vn	[anni]	100	Vita nominale dell'opera		
Trf/annuo	[mln/anno]	25	Numero passaggio convogli annuo per binario		
L infl	[m]	10.8	Lunghezza di influenza dell'elemento		
n	[-]	0.33	Possibilità di incrocio di due convogli (da MDP RFI)		
$\Delta\sigma$ c	[MPa]	90	Classe dettaglio profili		
$\Delta\tau$ c	[MPa]	100	Classe dettaglio bulloni		
γ Mf	[kN]	1.35	Coefficiente di sicurezza per le verifiche a fatica		
Binario	Pari	Disp.	p+d		
Nmax,71	[kN]	1	33	34	Massimi sforzi normali nel profilo per carico LM71
Nmin,71	[kN]	-45	-26	-71	Minimi sforzi normali nel profilo per carico LM71
$\Delta\sigma$,prof,71	[MPa]	13.3	18.7	32.1	Massime escursioni di tensione assiale nel profilo per LM71

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

$\Delta\tau_{\text{bull},71(N)}$	[MPa]	18.1	23.7	41.8	Massime escursioni di tensione tangenziale nei bulloni per LM71 (contributo N)
$\Delta\tau_{\text{bull},71(M)}$	[MPa]	1.4	1.8	3.2	Massime escursioni di tensione tangenziale nei bulloni per LM71 (contr. M parassita)
λ_1	[-]	0.840	0.840	0.840	Coefficiente λ_1
λ_2	[-]	1.000	1.000	1.000	Coefficiente λ_2
λ_3	[-]	1.000	1.000	1.000	Coefficiente λ_3
λ_4, prof	[-]	1.000	1.000	0.826	Coefficiente λ_4 relativo alle tensioni assiali sul profilo
λ_4, bull	[-]	1.000	1.000	0.824	Coefficiente λ_4 relativo alle tensioni tangenziali sui bulloni
λ_{max}	[-]	1.400	1.400	1.400	Coefficiente λ_{max}
$\Delta\sigma_{\text{prof,ed}}$	[MPa]	11.2	15.7	22.3	Massime escursioni di progetto di tensione assiale nel profilo
$\Delta\tau_{\text{bull,ed}}$	[MPa]	16.4	21.4	31.2	Massime escursioni di progetto di tensione tangenziale nei bulloni
Verifica a fatica del profilo ($\Delta\sigma$)					
$\Delta\sigma_{\text{prof,ed}}$	[MPa]	22.3			Escursione massima di progetto
$\Delta\tau_c / \gamma_{Mf}$	[MPa]	66.7			Massima escursione ammissibile
η	[-]	0.33			Tasso di sfruttamento
Verifica a fatica dei bulloni ($\Delta\tau$)					
$\Delta\tau_{\text{bull,ed}}$	[MPa]	31.2			Escursione massima di progetto
$\Delta\tau_c / \gamma_{Mf}$	[MPa]	74.1			Massima escursione ammissibile
η	[-]	0.42			Tasso di sfruttamento

L'elemento verificato è indicato in rosso nella seguente immagine estratta dal modello di calcolo.

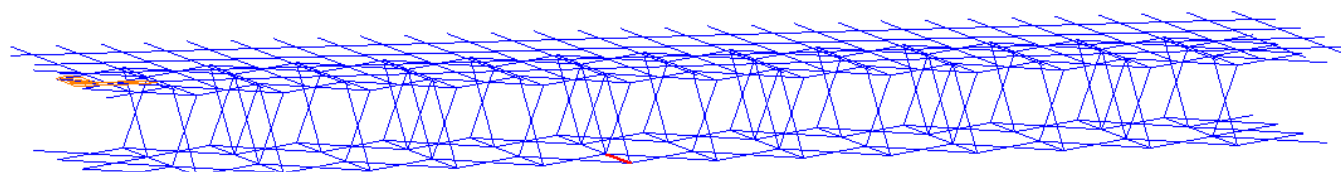


Figura 115 – Briglia inferiore maggiormente sollecitata – elemento 765

11.6 Verifica delle saldature tra piastra di collegamento e anima della trave

La verifica delle saldature tra l'anima della trave e le piastra su cui sono collegati i profili dei diaframmi, è stata condotta assumendo come azioni di progetto le massime agenti sui profili dei diaframmi.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICA DELLE SALDATURE TRA TRAVE E PIATTO DI COLLEGAMENTO DELLE ASTE DEI DIAFRAMMI – Piatto inferiore

Caratteristiche geometriche

L cord,pb	[mm]	267	Lunghezza dei cordoni di saldatura tra pannello e pb sup
L cord,an	[mm]	621	Lunghezza dei cordoni di saldatura tra pannello e anima sup
a cord,pb	[mm]	11.0	Sezione di gola dei cordoni di saldatura
a cord,an	[mm]	7.0	Sezione di gola dei cordoni di saldatura
α	[°]	49.9	Angolo di inclinazione del diagonale rispetto all'anima

Verifica SLU

F brg	[kN]	191	Azione trasmessa dalla briglia (SLU)
F diag	[kN]	248	Azione trasmessa dall'asta diagonale (SLU)
Fh	[kN]	381	Componente orizzontale della risultante delle forze
Fv	[kN]	160	Componente verticale della risultante delle forze

Verifica della saldatura sulla piattabanda

$\tau//$	[Mpa]	64.8	Tensione agente sulla saldatura
$\beta_1 f_{yk}$	[MPa]	248.5	Tensione di resistenza della saldatura
η	[-]	0.26	Tasso di sfruttamento

Verifica della saldatura sull'anima

$\tau//$	[Mpa]	18.4	Tensione agente sulla saldatura
$\beta_1 f_{yk}$	[MPa]	248.5	Tensione di resistenza della saldatura
η	[-]	0.07	Tasso di sfruttamento

Verifica a fatica (danneggiamento)

ΔF brg	[kN]	8	Azione trasmessa dalla briglia (LM71 fatica)
ΔF diag	[kN]	92	Azione trasmessa dall'asta diagonale (LM71 fatica)
Fh	[kN]	78	Componente orizzontale della risultante delle forze
Fv	[kN]	59	Componente verticale della risultante delle forze

Verifica della saldatura sulla piattabanda

$\tau//$	[Mpa]	13.3	Tensione agente sulla saldatura
λ	[-]	0.84	Coefficiente λ
γM_f	[-]	1.35	Coefficiente di sicurezza per le verifiche a fatica
classe	[MPa]	80	Classe del dettaglio
η_{fat}	[-]	0.19	Tasso di sfruttamento

Verifica della saldatura sull'anima

$\tau//$	[Mpa]	6.8	Tensione agente sulla saldatura
λ	[-]	0.84	Coefficiente λ
γM_f	[-]	1.35	Coefficiente di sicurezza per le verifiche a fatica
classe	[MPa]	80	Classe del dettaglio
η_{fat}	[-]	0.10	Tasso di sfruttamento

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

VERIFICA DELLE SALDATURE TRA TRAVE E PIATTO DI COLLEGAMENTO DELLE ASTE DEI DIAFRAMMI – Piatto superiore

Caratteristiche geometriche

L cord,pb	[mm]	392	Lunghezza dei cordoni di saldatura tra pannello e pb sup
L cord,an	[mm]	480	Lunghezza dei cordoni di saldatura tra pannello e anima sup
a cord,pb	[mm]	11.0	Sezione di gola dei cordoni di saldatura
a cord,an	[mm]	7.0	Sezione di gola dei cordoni di saldatura
α	[°]	49.9	Angolo di inclinazione del diagonale rispetto all'anima

Verifica SLU

F brg	[kN]	384	Azione trasmessa dalla briglia (SLU)
F diag	[kN]	248	Azione trasmessa dall'asta diagonale (SLU)
Fh	[kN]	574	Componente orizzontale della risultante delle forze
Fv	[kN]	160	Componente verticale della risultante delle forze

Verifica della saldatura sulla piattabanda

$\tau//$	[Mpa]	66.5	Tensione agente sulla saldatura
$\beta_1 f_{yk}$	[MPa]	248.5	Tensione di resistenza della saldatura
η	[-]	0.27	Tasso di sfruttamento

Verifica della saldatura sull'anima

$\tau//$	[Mpa]	23.8	Tensione agente sulla saldatura
$\beta_1 f_{yk}$	[MPa]	248.5	Tensione di resistenza della saldatura
η	[-]	0.10	Tasso di sfruttamento

Verifica a fatica (danneggiamento)

ΔF brg	[kN]	83	Azione trasmessa dalla briglia (LM71 fatica)
ΔF diag	[kN]	92	Azione trasmessa dall'asta diagonale (LM71 fatica)
Fh	[kN]	153	Componente orizzontale della risultante delle forze
Fv	[kN]	59	Componente verticale della risultante delle forze

Verifica della saldatura sulla piattabanda

$\tau//$	[Mpa]	17.8	Tensione agente sulla saldatura
λ	[-]	0.84	Coefficiente λ
γM_f	[-]	1.35	Coefficiente di sicurezza per le verifiche a fatica
classe	[MPa]	80	Classe del dettaglio
η_{fat}	[-]	0.25	Tasso di sfruttamento

Verifica della saldatura sull'anima

$\tau//$	[Mpa]	8.8	Tensione agente sulla saldatura
λ	[-]	0.84	Coefficiente λ
γM_f	[-]	1.35	Coefficiente di sicurezza per le verifiche a fatica
classe	[MPa]	80	Classe del dettaglio
η_{fat}	[-]	0.13	Tasso di sfruttamento

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

11.7 Riepilogo dei tassi di sfruttamento delle aste

Nella tabella seguente si riportano i valori massimi dei tassi di sfruttamento relativi alle aste componenti i diaframmi e i controventi inferiori.

	Instabilità	Trazione	Taglio bulloni	Rifollamento	Strappo	Ripristino bull.	Fatica profilo	Fatica bulloni
TR-DG	0.75	0.38	0.40	0.52	0.45	0.84	0.50	0.62
TR-BS	0.51	0.22	0.35	0.46	0.26	0.96	0.06	0.08
TR-BI	0.83	0.36	0.49	0.35	0.29	0.93	0.51	0.61
CV-INF	0.85	0.70	0.51	0.59	0.72	0.73	0.73	0.80

Tabella 38- Tassi di sfruttamento delle aste dei diaframmi e dei controventi inferiori

Per maggiori dettagli si rimanda all'Allegato E .

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

12 VERIFICA DEI CONTROVENTI SUPERIORI DI MONTAGGIO

I controventi superiori svolgono la loro funzione fin tanto che la soletta non diventa collaborante. Fino a quel punto tali elementi hanno il compito di:

- sostenere le azioni trasversali che si esplicano durante il montaggio (vento in fase di montaggio, indicato come Q5_m);
- garantire la stabilità della piattabanda superiore compressa.

Sono previsti controventi superiori con schema a croce di S. Andrea. Le aste sono composte da profili ad L 90x8 collegati alle piattabande superiori delle travi attraverso bulloni M20 classe 10.9.

12.1 Analisi per azione del vento

Si considera l'azione del vento con periodo di ritorno 10 anni (§5.6) agente sull'impalcato nella fase in cui i due cassoncini non sono ancora stati resi collaboranti.

Si assume che i controventi compressi si possano instabilizzare e che l'intero carico sia contrastato, a favore di sicurezza, dei soli controventi tesi. Per lo stesso motivo non si considera la compressione causata da flessione per peso proprio, la quale sarà assorbita dalle piattabande superiori.

Nel modello, dunque, sono stati eliminati tutti quegli elementi di controvento che, dopo una prima analisi, sono risultati compressi (da Figura 116 a Figura 117).

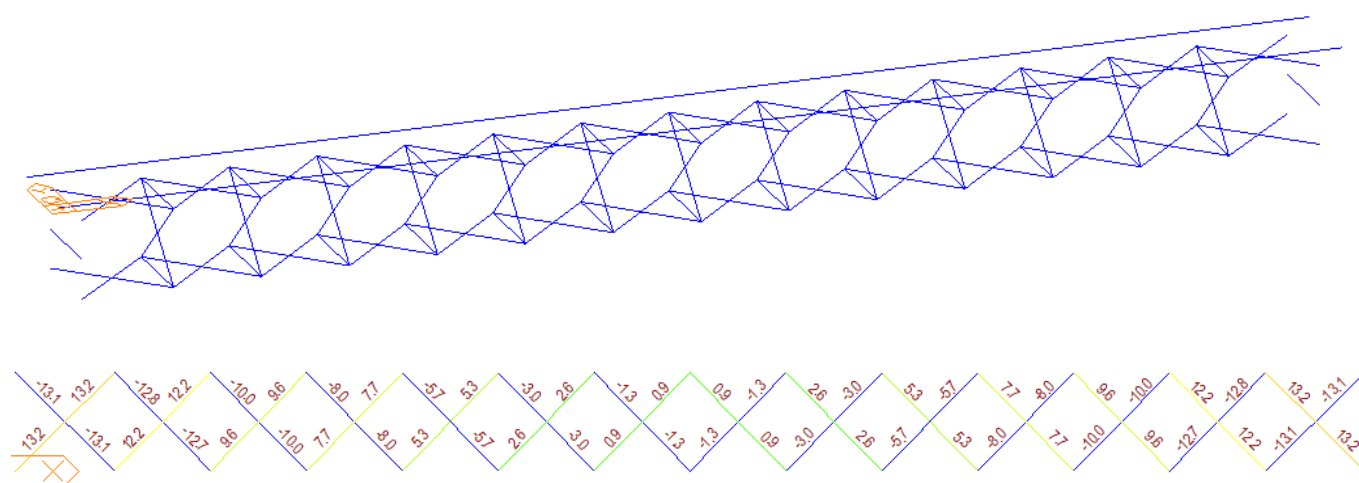


Figura 116 – Sforzi normali sui controventi per azione da vento [kN]. Analisi con controventi tesi e compressi.
 $N_{max}=13.2kN$; $N_{min}=-13.1kN$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

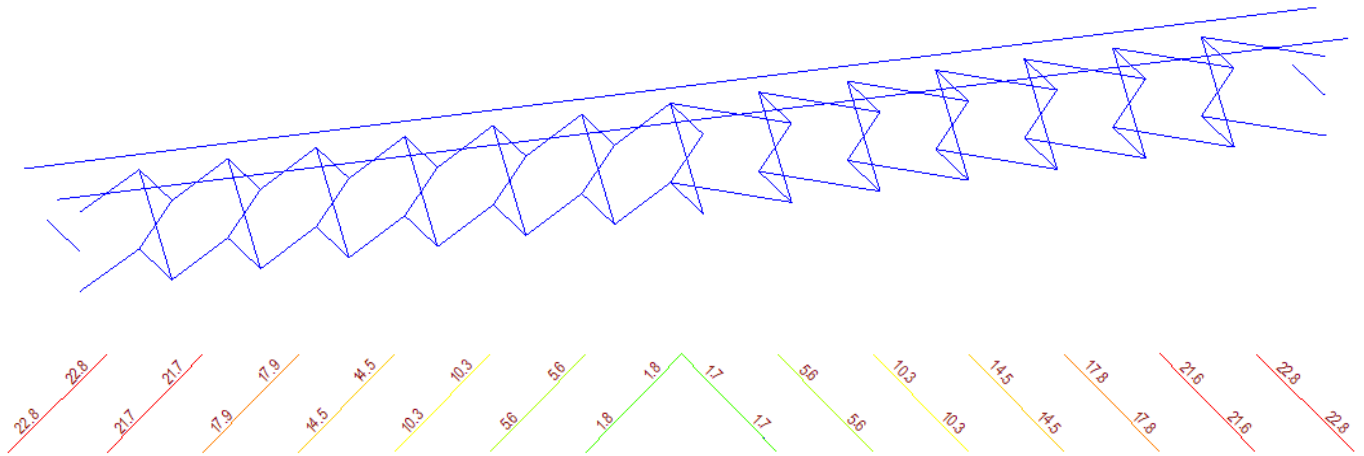


Figura 117 – Sforzi normali sui controventi per azione da vento [kN]. Analisi con soli controventi tesi. $N_{max}=22.8kN$

Nell'immagine seguente sono invece riportati gli spostamenti orizzontali causati dall'azione del vento.

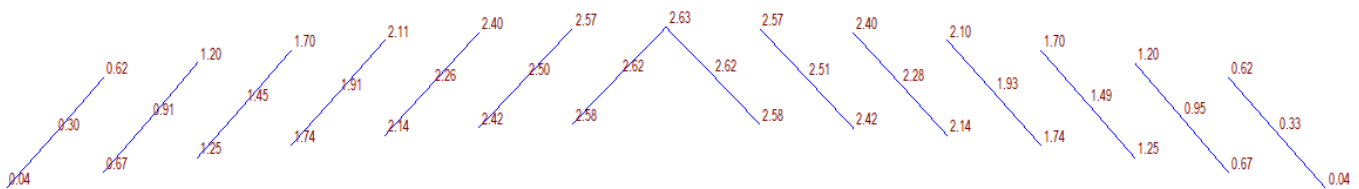


Figura 118 – Spostamenti orizzontali per azione da vento [mm]. Analisi con soli controventi tesi. $f_{max}=2.63mm$

12.2 Effetto dell'instabilità della piattabanda superiore

Per la presenza di imperfezioni iniziali nella piattabanda superiore compressa si innescano delle sollecitazioni nei controventi superiori.

Tali imperfezioni possono essere ricondotte ad azioni equivalenti uniformemente distribuite sulla piattabanda e agenti trasversalmente all'asse delle travi. Tale approccio è regolamentato negli Eurocodici e nella Circolare alle NTC [7].

Il carico equivalente è pari a:

$$q_d = \frac{8(e_0 + \delta_q) N_{Ed}}{L^2}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

dove δ_q è la freccia massima del sistema di controvento dovuta a q_d e ai carichi esterni (vento); N_{Ed} è la forza normale di compressione agente nella piattabanda superiore; mentre e_0 rappresenta la deformazione iniziale legata alle imperfezioni, uguale a:

$$e_0 = \alpha_m \cdot \frac{L}{500}$$

dove L è la luce della travata ed α_m dipende dal numero m di elementi controventati, in questo caso pari a 2 (le due travi del singolo cassoncino):

$$\alpha_m = \sqrt{\frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{m} \right)}$$

Nella figura seguente è riportato lo schema di calcolo adottato.

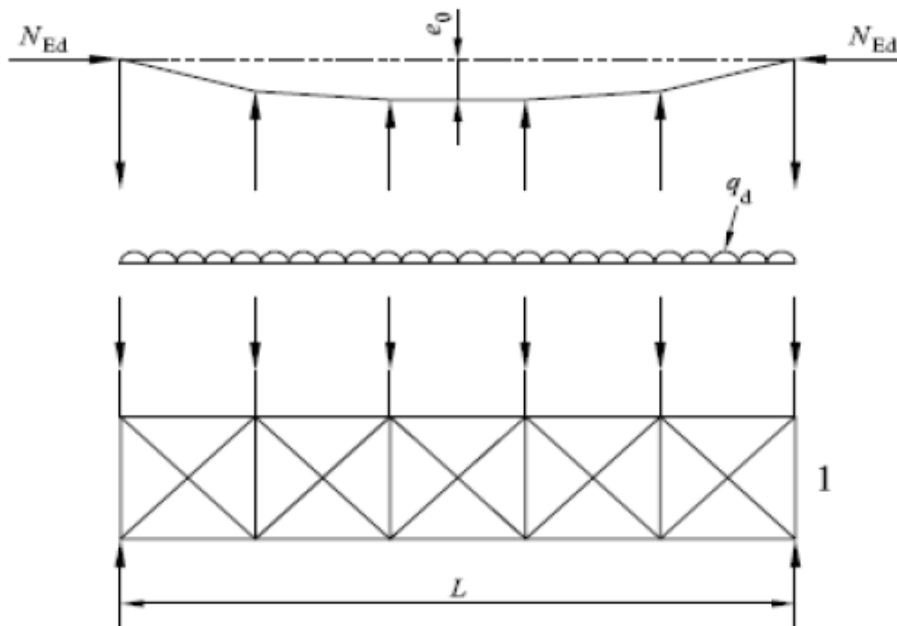


Figura 119 – Forze equivalenti in sistemi di controvento

Poiché q_d dipende dal carico applicato, è stato necessario implementare una procedura iterativa.

L'azione di compressione agente sulla piattabanda superiore è stata valutata a partita dal modello globale (Figura 28), ed è stata assunta pari alla massima sollecitazione presente in mezzeria (a favore di sicurezza) causata dai carichi g_1 corrispondenti al peso proprio di acciaio e soletta:

$$\text{Med} = 1.35 \cdot 7870.1 \text{ kNm} = 10624.6 \text{ kN} \quad (\text{fattorizzato con } \gamma=1.35)$$

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

Di seguito si riporta il calcolo della tensione agente sulla piattabanda superiore:

TR.1 - sez.31 - Comb. 1.35*g1 (fase varo) (Tempo zero)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Med	[kNm]	10625	0	0	0	0	0	0	0	10625
Ved	[kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE			
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni			
σ sol,s	[Mpa]	0.0	Tensione su lembo superiore soletta.
σ sol,i	[Mpa]	0.0	Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: Aeff = beta^k * Ac,eff dove k = b lorda / Le					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)					
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.					
		Anima	Pb sup	Pb inf	
σ sup	[MPa]	-126.0	-128.3	72.0	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ inf	[Mpa]	67.3	-128.3	72.0	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ε	[-]	0.814	0.814	0.814	Coefficiente pari a (235 / fyk)^0.5
ψ	[-]	-0.534	1.000	-	Rapporto σ max / σ min
k	[-]	1.638	1.623	-	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a (fyd / σc)^0.5
c int / t	[-]	179.3	12.2	16.3	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t	[-]	-	12.2	16.3	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3	[-]	113.4	18.5	-	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan.	[-]	4	3	1	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione	[-]	4			Classe della sezione

INSTABILITA' LOCALE DEI SOTTOPANNELLI D'ANIMA. CALCOLO DELLE PORZIONI EFFICACI			
Pannello	ID	1	2
t	[mm]	14	14
a	[mm]	2800	2800
b	[mm]	526	1984
z sup	[mm]	30	556
z inf	[mm]	556	2540
σ sup	[MPa]	-135.6	-93.5
σ inf	[MPa]	-93.5	65.6
ψ	[-]	0.689	-0.702
kσ	[-]	4.715	17.052
σ cr,p	[MPa]	634.0	161.2
λp	[-]	0.749	1.485
ρ loc	[-]	0.974	0.616
σ cr,c	[MPa]	4.7	4.7
λc	[-]	8.650	8.650
Φ	[-]	38.795	38.795
χc	[-]	0.013	0.013
ξ	[-]	1.000	1.000
ρc loc	[-]	0.974	0.616
bt	[mm]	0	819
bc,sup	[mm]	244	466
bc,inf	[mm]	282	699
bc,eff,sup	[mm]	238	287
bc,eff,inf	[mm]	275	431
h foro	[mm]	14	448



GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

z foro [mm] **275** **1067**

INSTABILITÀ DEL PANNELLO D'ANIMA IRRIGIDITO

Calcolo della tensione critica di piastra e del coefficiente di instabilità a piastra del pannello irrigidito

Irrig. $\sigma < 0$	ID	1
A sl [mm ²]		13930
J sl [mm ⁴]		42075972
b1 [mm]		526
b2 [mm]		1984
a c [mm]		6954
$\sigma_{cr,p,sl}$ [MPa]		819.3
$\sigma_{cr,p}$ [MPa]		1189.1
$\sigma_{cr,p,min}$ [MPa]		1189.1
$\beta_{A,c}$ [-]		0.813
λ_p [-]		0.493
ψ [-]		-0.484
ρ [-]		1.000

Calcolo della tensione critica di colonna e del coefficiente di instabilità a colonna del pannello irrigidito

Irrig. σ_{max}	ID	1
$\sigma_{cr,c,sl}$ [MPa]		798.5
$\sigma_{cr,c}$ [MPa]		1158.9
α_e [-]		0.632
λ_c [-]		0.499
Φ [-]		0.719
χ_c [-]		0.809

Influenza dell'instabilità a colonna sul comportamento post-critico. Interazione tra instabilità di piastra e di colonna

ξ [-]		0.026
ρ_c [-]		0.819

INSTABILITÀ LOCALE DELLE PIATTABANDE

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est	
t [mm]		30	30	60	60	Spessore piattabanda
b [mm]		365	365	490	490	Larghezza piattabanda
λ_p [-]		-	-	-	-	Snellezza adimensionale per $\Psi=1$
ρ [-]		1.000	1.000	1.000	1.000	Coefficiente riduttivo per instabilità locale

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E
n [-]	-	-	-	-	-	-	-	-
zG [mm]	1725	1725	1725	1725	1725	1725	1725	1725
A [mm ²]	112583	112583	112583	112583	112583	112583	112583	112583
A n [mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-
J [mm ⁴]	1.32E+11	1.32E+11	1.32E+11	1.32E+11	1.32E+11	1.32E+11	1.32E+11	1.32E+11
W sol,s [mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-
W arm,s [mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-
W pb,s [mm ³]	-7.67E+07	-7.67E+07	-7.67E+07	-7.67E+07	-7.67E+07	-7.67E+07	-7.67E+07	-7.67E+07
W an,s [mm ³]	-7.81E+07	-7.81E+07	-7.81E+07	-7.81E+07	-7.81E+07	-7.81E+07	-7.81E+07	-7.81E+07
W an,i [mm ³]	1.62E+08	1.62E+08	1.62E+08	1.62E+08	1.62E+08	1.62E+08	1.62E+08	1.62E+08
W pb,i [mm ³]	1.51E+08	1.51E+08	1.51E+08	1.51E+08	1.51E+08	1.51E+08	1.51E+08	1.51E+08
Δ baricentro [mm]	59	59	59	59	59	59	59	59

TENSIONI NORMALI - VERIFICA

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rd	η_1
$\sigma_{sol,s}$ [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\sigma_{arm,s}$ [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\sigma_{pb,s}$ [MPa]	-138.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-138.5	338.1	0.41
$\sigma_{an,s}$ [MPa]	-136.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-136.1	338.1	0.40
$\sigma_{an,i}$ [MPa]	65.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.4	338.1	0.19
$\sigma_{pb,i}$ [MPa]	70.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.3	338.1	0.21

La massima tensione di compressione sulla piattabanda superiore è pari a **138.5MPa**. dunque si ha:

$$N_{ed} = 3116.3 \text{ kN}$$

La freccia orizzontale causata dal vento è invece stata valutata dal modello descritto al §12.1, ed è pari a:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

$$\delta_q(\text{vento}) = 1.50 \cdot 2.63 \text{ mm} = 3.95\text{mm} \quad (\text{fattorizzata con } \gamma=1.50)$$

L'azione del vento quando i due cassoncini non sono ancora collegati e la compressione nella piattabanda per effetto del carico del getto non sono chiaramente contemporanee. Tale assunzione è stata fatta per semplicità ed è consentita in quanto a favore di sicurezza.

Si riporta di seguito il risultato del calcolo iterativo effettuato ai fini della valutazione del carico equivalente agli effetti dell'instabilità e delle imperfezioni.

CALCOLO DEL CARICO EQUIVALENTE ALLE IMPERFEZIONI INIZIALI			
L	38	m	Luce della travata
m	2	-	Numero di travi collegate
αm	0.8660		Coefficiente che tiene conto del numero di travi collegate
e_0	0.0658	m	Imperfezione iniziale
$\delta q(\text{vento})$	0.0039	m	Freccia laterale per azione del vento ($\gamma Q=1.5$)
$\delta q(\text{instab.})$	0.0020	m	Freccia laterale per carico q equivalente alle imperfezioni
Ned	3116.3	kN	Azione assiale sulla piattabanda superiore ($\gamma G=1.35$)
q	1.24	kN/m	Carico equivalente alle imperfezioni iniziali

Si riportano nell'immagine seguente le sollecitazioni di progetto SLU agenti sui controventi per effetto della combinazione dei carichi da vento con l'azione causata dalla tendenza ad instabilizzarsi della piattabanda superiore compressa.

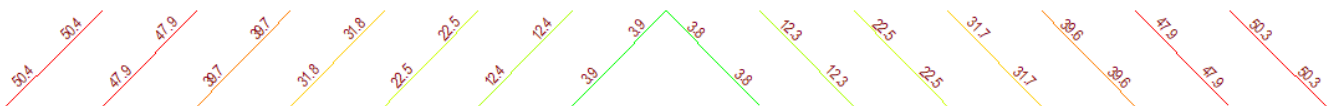


Figura 120 – Sforzi normali sui controventi per combinazione 1.35G1+1.50Qvento [kN]. $N_{max}=50.4 \text{ kN}$

12.3 Verifica dei controventi superiori

Il massimo sforzo normale di progetto è pari a:

$$N_{Ed} = 50.4 \text{ kN}$$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

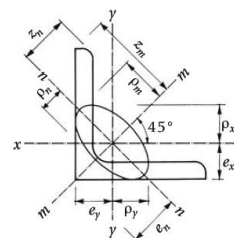
Si riporta di seguito la verifica per la condizione di massima trazione presente negli angolari.

SOLLECITAZIONI										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Tot
Nmax (SLU)	[kN]	0	0	0	50.4	0	0	0	0	50
Nmin (SLU)	[kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nmax (SLE)	[kN]									0
Nmin (SLE)	[kN]									0

DATI DI INPUT

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MATERIALI

Materiale del profilo e delle piastra di collegamento		
fyk	[Mpa]	355
ftk	[Mpa]	510
Caratteristiche del profilo angolare		
L fp	[mm]	3925
L loc	[mm]	3925
Tipo	[-]	L 90 x 90 x 8
t	[mm]	8
b	[mm]	90
A	[mm ²]	1389
e x	[mm]	25.0
J x	[mm ⁴]	1.044E+06
J min	[mm ⁴]	4.287E+05
J max	[mm ²]	1.659E+06
Caratteristiche della bullonatura		
Classe	[-]	8.8
n	[-]	3
n file	[-]	1
φb	[mm]	M20
Ares,nom	[mm ²]	314
Ares	[mm ²]	245
d0	[mm]	20.3
e1	[mm]	45
e2	[mm]	45
p1	[mm]	60
p2	[mm]	
Caratteristiche della piastra di collegamento		
tp	[mm]	20



COMPORAMENTO RICHIESTO PER LA CONNESSIONE

SLU	[-]	A TAGLIO	Comportamento richiesto al collegamento per SLU
SLE	[-]	-	Comportamento richiesto al collegamento per SLE
Rid.15%	[-]	SI	Per unioni a taglio: riduzione del 15% sui limiti di resistenza come indicato nel MDP RFI
P.T.	[-]	Zona non filet.	Per unioni a taglio: zona interessata dalle azioni taglienti
μ	[-]	0.30	Per unioni ad attrito: Coefficiente di attrito tra le piastre
Fp,cd	[kN]	125	Per unioni ad attrito: forza di precarico del bullone

VERIFICHE

VERIFICA PER INSTABILITÀ DEL PROFILO COMPRESSO		
Ncr,fp	[kN]	140
Ncr,loc	[kN]	58
Ncr	[kN]	58
λad	[-]	2.92
λ	[-]	126.05
α	[-]	0.34
Φ	[-]	5.24
X	[-]	0.10
Nb,rd	[kN]	47
η	[-]	0.00

VERIFICA A TRAZIONE

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

Npl,rd	[kN]	470	Resistenza plastica a trazione della sezione lorda
A netta	[mm]	1226.6	Area depurata dei fori
β	[-]	0.54	Coefficiente riduttivo per angolari collegati su un solo lato
Nu,Rd	[kN]	268	Resistenza a rottura della sezione netta in corrispondenza dei fori (UNI-EN-1993-1-8 §3.10.3)
Nt,rd	[kN]	268	Minore tra Npl,rd e Nu,Rd
η	[-]	0.19	Tasso di sfruttamento a trazione

VERIFICA DEL COLLEGAMENTO SLU

Massimo taglio agente sul singolo bullone

Fed (Ned)	[kN]	17	Taglio di progetto sul singolo bullone dato dallo sforzo assiale sull'angolare
Fed (Med)	[kN]	8	Taglio di progetto sul singolo bullone dato del momento parassita
Fed	[kN]	19	Taglio di progetto risultante sul singolo bullone

Verifica per rottura a taglio del bullone

n piani taglio	[-]	1	Numeri di piani di taglio se la connessione fosse "a taglio"
Fv,rd	[kN]	103	Resistenza del singolo bullone
η	[-]	0.18	Tasso di sfruttamento per rottura a taglio del bullone

Verifica per rifollamento

t min	[mm]	8	Minimo tra lo spessore dell'angolare e della piastra di collegamento
α est	[-]	0.74	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato
α int	[-]	0.74	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato
k	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato
Fv,rd,est	[kN]	103	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni di bordo nella direzione del carico applicato
Fv,rd,int	[kN]	102	Resistenza a rifollamento in prossimità dei bulloni interni nella direzione del carico applicato
η	[-]	0.16	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento

Verifica per tranciamento a blocco (block tearing)

Ant	[mm ²]	278.8	Area netta soggetta a trazione (carico eccentrico)
Anv	[mm ²]	914	Area netta soggetta a taglio
Ved	[kN]	50	Azione sul collegamento del singolo profilo
Veff,rd	[kN]	248	Resistenza per tranciamento a blocco (carico eccentrico)
η	[-]	0.20	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento

VERIFICA SLU A COMPLETO RIPRISTINO DEI BULLONI

I bulloni devono essere calcolati per poter assorbire la massima sollecitazione che possono trasmettere i profili

Frd,prof	[kN]	268	Massimo tra la resistenza a trazione in area netta e la resistenza per instabilità a compressione
Frd,bull	[kN]	275	Resistenza per rottura a taglio dei bulloni complessiva (Ned / η)
η	[-]	0.98	Tasso di sfruttamento nei confronti del completo ripristino del bullone

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

13 VERIFICHE DEL DIAFRAMMA DI APPOGGIO

Il diaframma di appoggio svolge le seguenti funzioni:

- Costituisce un “incastro torsionale” per le travate e dunque riporta agli appoggi le azioni torcenti, generate soprattutto dai carichi verticali eccentrici, nella forma di azioni assiali;
- ripartisce sugli appoggi le azioni orizzontali (vento, sisma, centrifuga, serpeggio);
- costituisce il punto di incastro dei martinetti di sollevamento.

Nel presente capitolo si riportano le verifiche più significative del diaframma di appoggio e del collegamento bullonato che lo caratterizza.

Ulteriori verifiche sono riportate in Allegato F .

Nella modellazione e nelle verifiche si è assunta una larghezza collaborante pari **0.88m**, calcolata in accordo a quanto indicato nelle NTC [1].

13.1 Sollecitazioni sul diaframma di appoggio

Di seguito si riportano delle immagini estratte dai vari modelli descritti al capitolo 7, nelle quali sono rappresentati i grafici delle caratteristiche della sollecitazione relative ai due diaframmi di appoggio.

L'elemento a sinistra corrisponde al traverso “lato fisso”, viceversa l'elemento a destra corrisponde al traverso “lato mobile”.

Si riportano i casi di carico più significati.

Da un rapido confronto risulta che la condizione di stato limite ultimo più gravosa è quella corrispondente all'azione sismica trasversale. Per tale combinazione si generano inoltre delle sollecitazioni sul traverso del tipo Mz e Vy (Figura 121), delle quali si è tenuto conto in sede di verifica.

In Figura 121 sono riportate le convenzioni di segno adottate nel modello di calcolo. Le frecce indicano la direzione positiva della corrispondente sollecitazione.

L'asse X locale degli elementi dei traversi è diretto concorde all'asse Y globale, mentre l'asse Z locale è diretto verso l'alto. In Figura 122 e in Figura 123 si riporta rispettivamente la numerazione degli elementi e l'orientamento degli assi locali.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

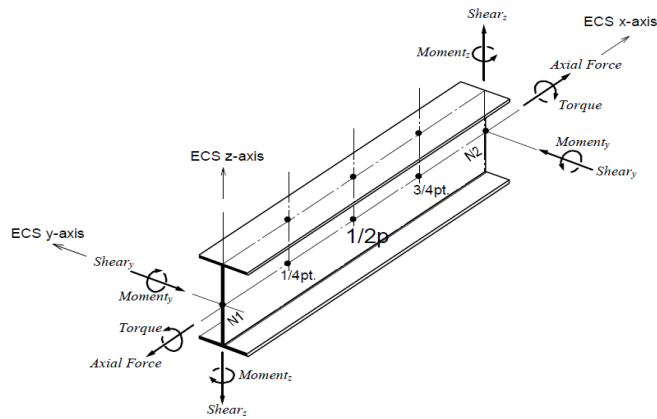


Figura 121 – Convenzioni di segno delle caratteristiche della sollecitazione. $N1=i$ e $N2=j$



Figura 122 – Numerazione degli elementi dei diaframmi di appoggio nel modello



Figura 123 – Assi locali degli elementi dei diaframmi di appoggio nel modello

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Progetto	Lotto	Codifica		
IN17	12	EI2CLVI2105001	B	

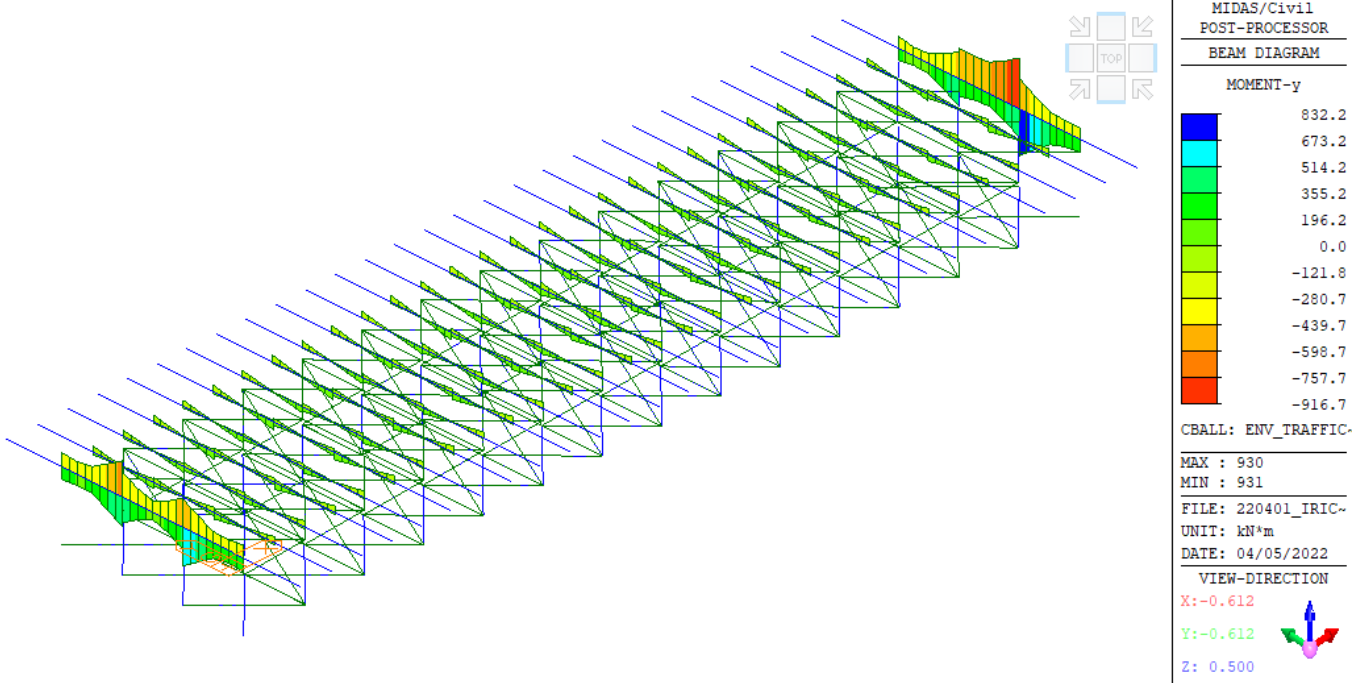


Figura 124 – Involuppo dei gruppi di carico da traffico – Momento flettente M_y sui traversi di appoggio

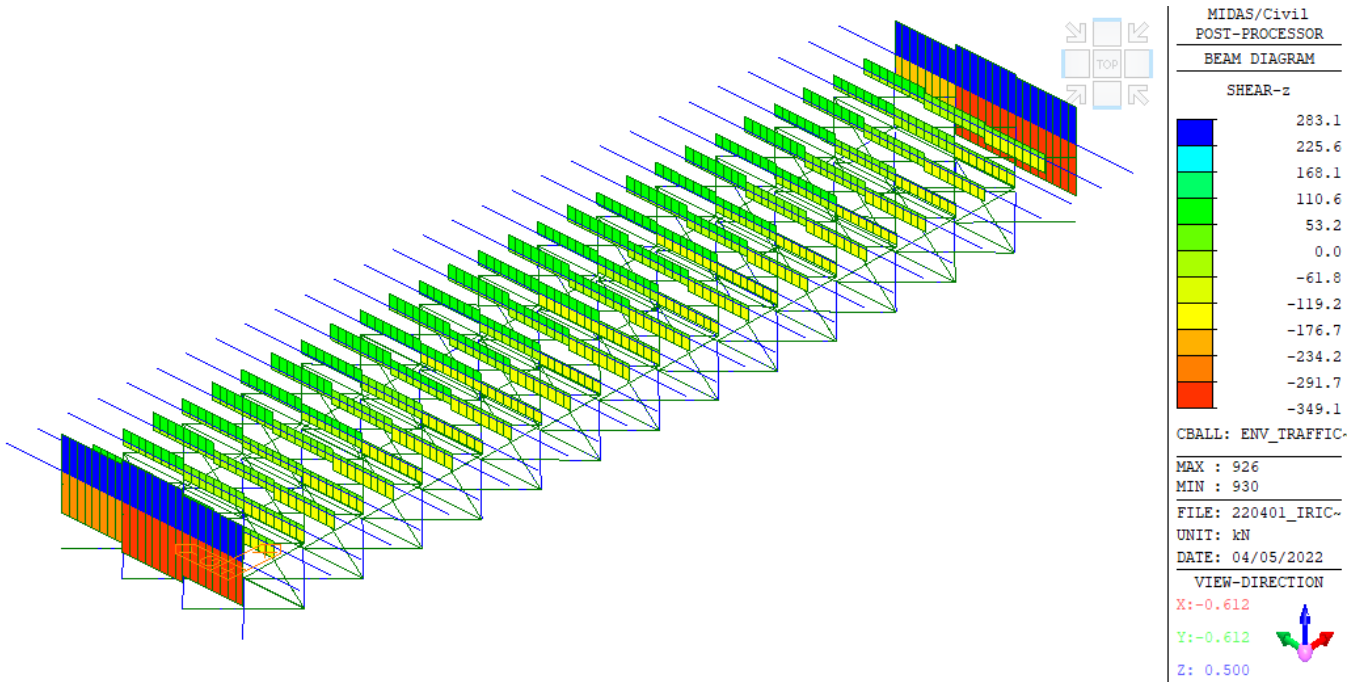


Figura 125 – Involuppo dei gruppi di carico da traffico – Taglio V_z sui traversi di appoggio

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Progetto	Lotto	Codifica		
IN17	12	EI2CLVI2105001	B	

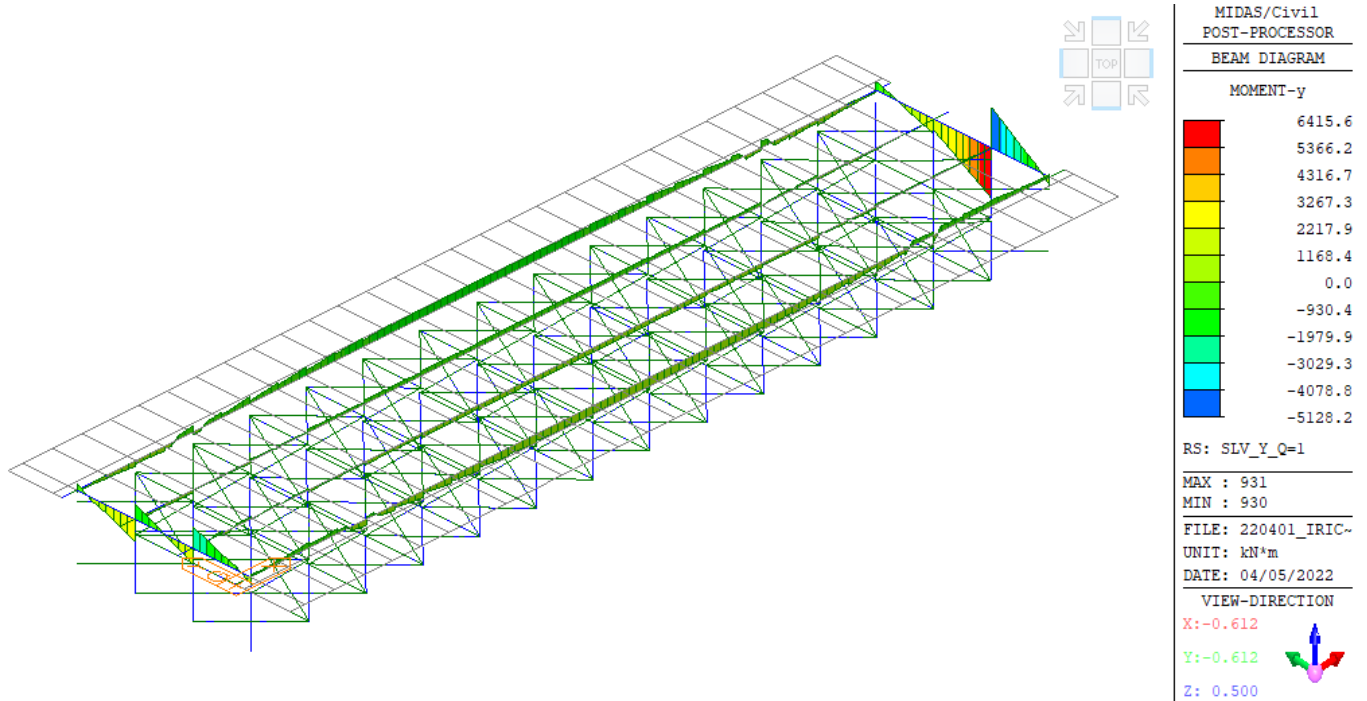


Figura 126 – Sisma trasversale SLV $\xi=5\%$ – Momento flettente M_y sui traversi di appoggio

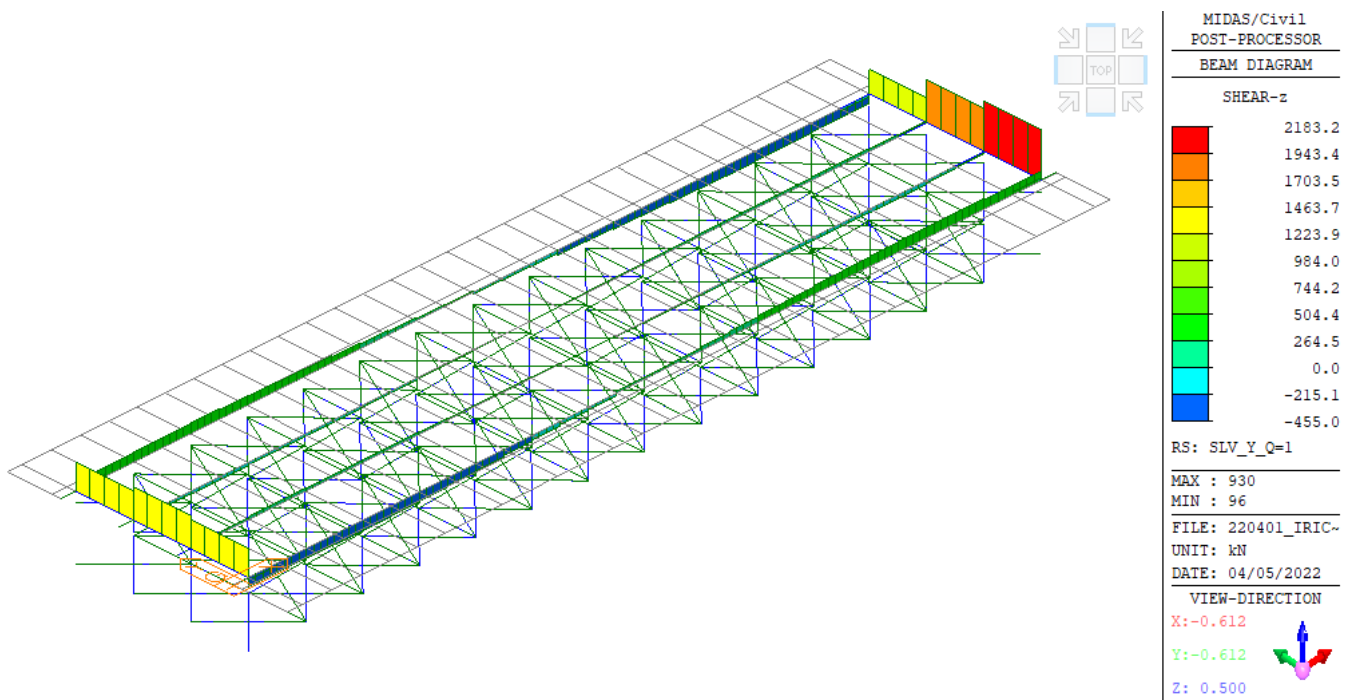


Figura 127 – Sisma trasversale SLV $\xi=5\%$ – Taglio V_z sui traversi di appoggio

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

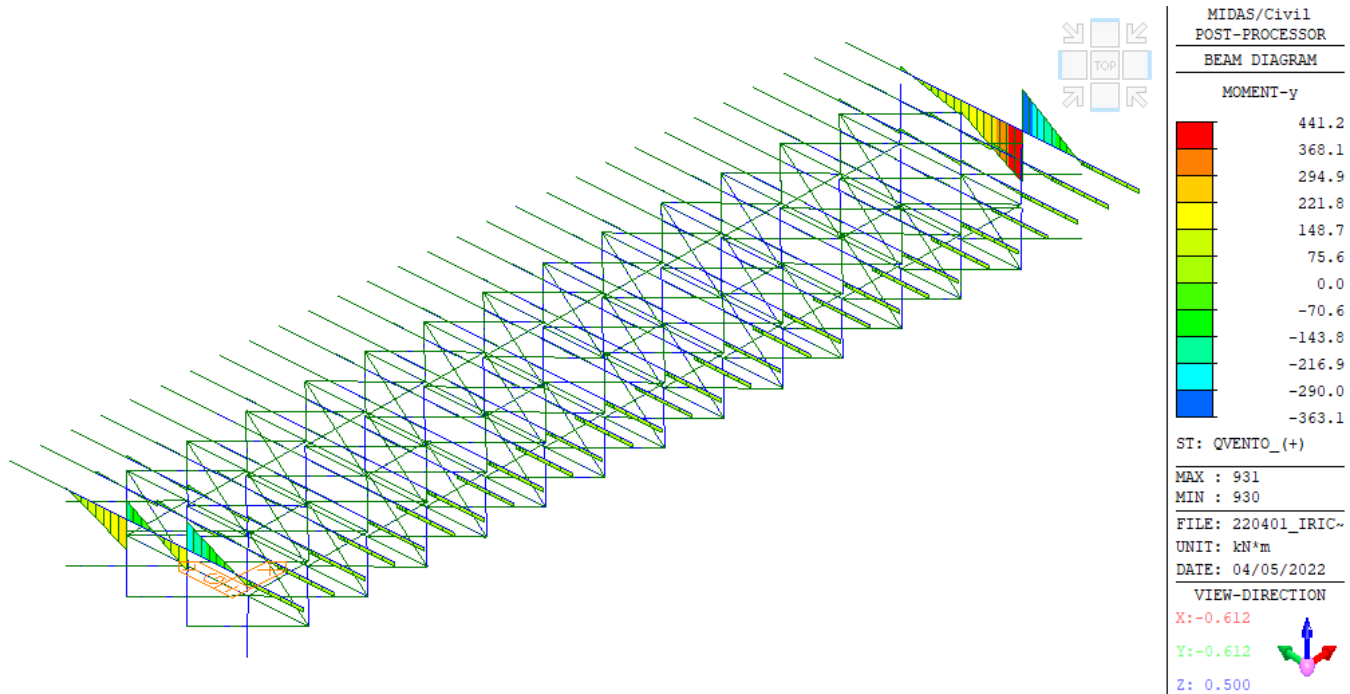


Figura 128 – Vento (+) – Momento flettente M_y sui traversi di appoggio

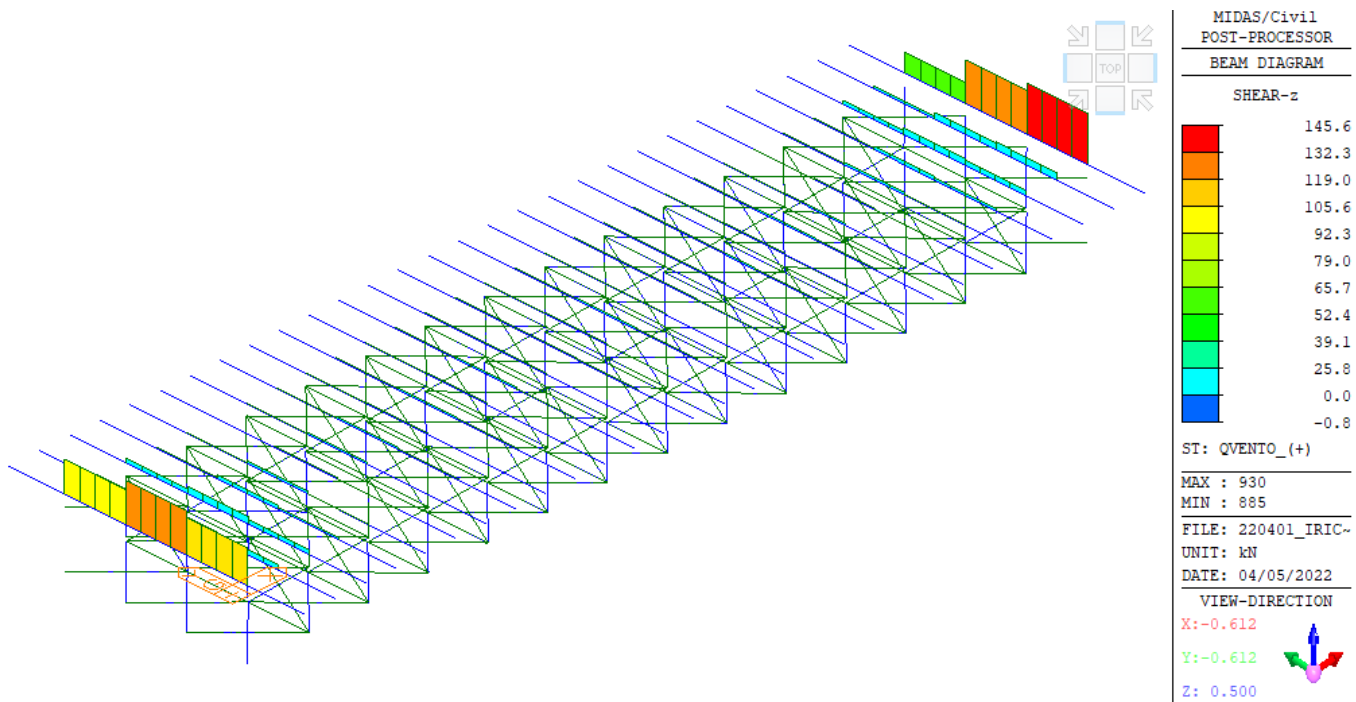


Figura 129 – Vento (+) – Taglio V_z sui traversi di appoggio

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

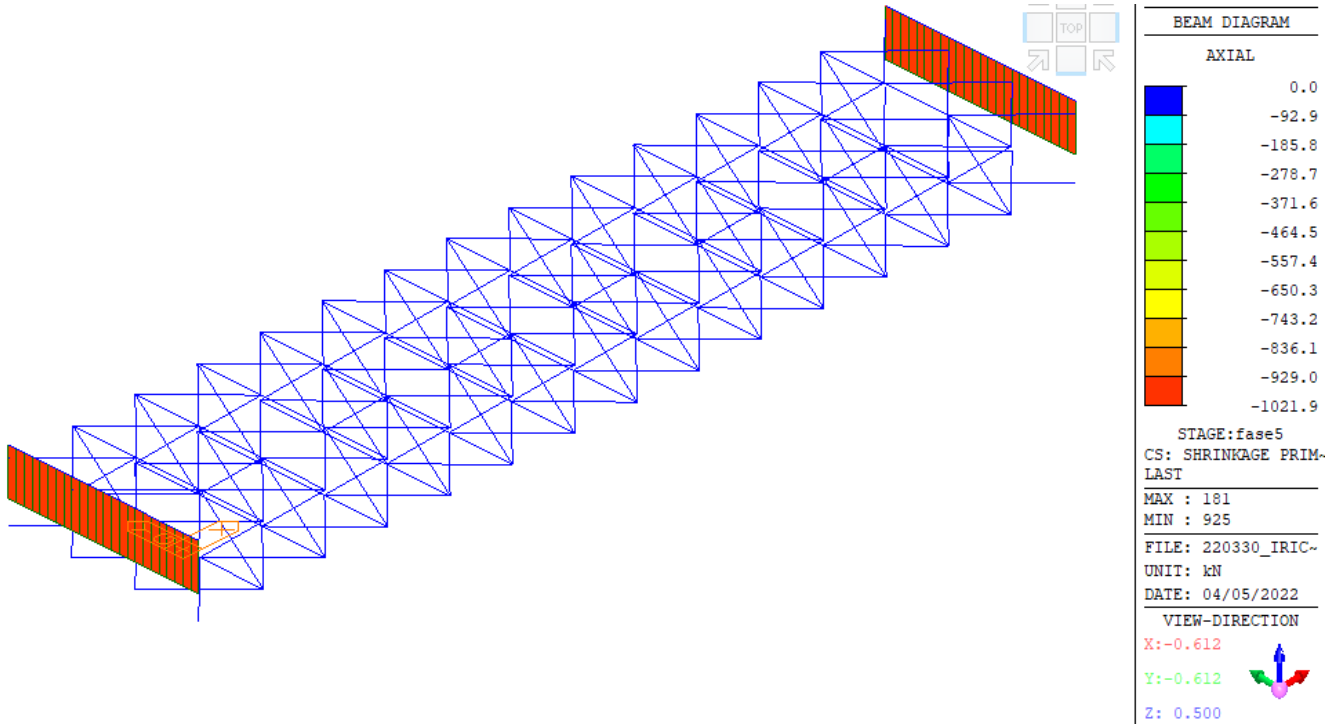


Figura 130 – Ritiro trasversale. Effetto isostatico (primario) – Sforzo normale N sui traversi di appoggio

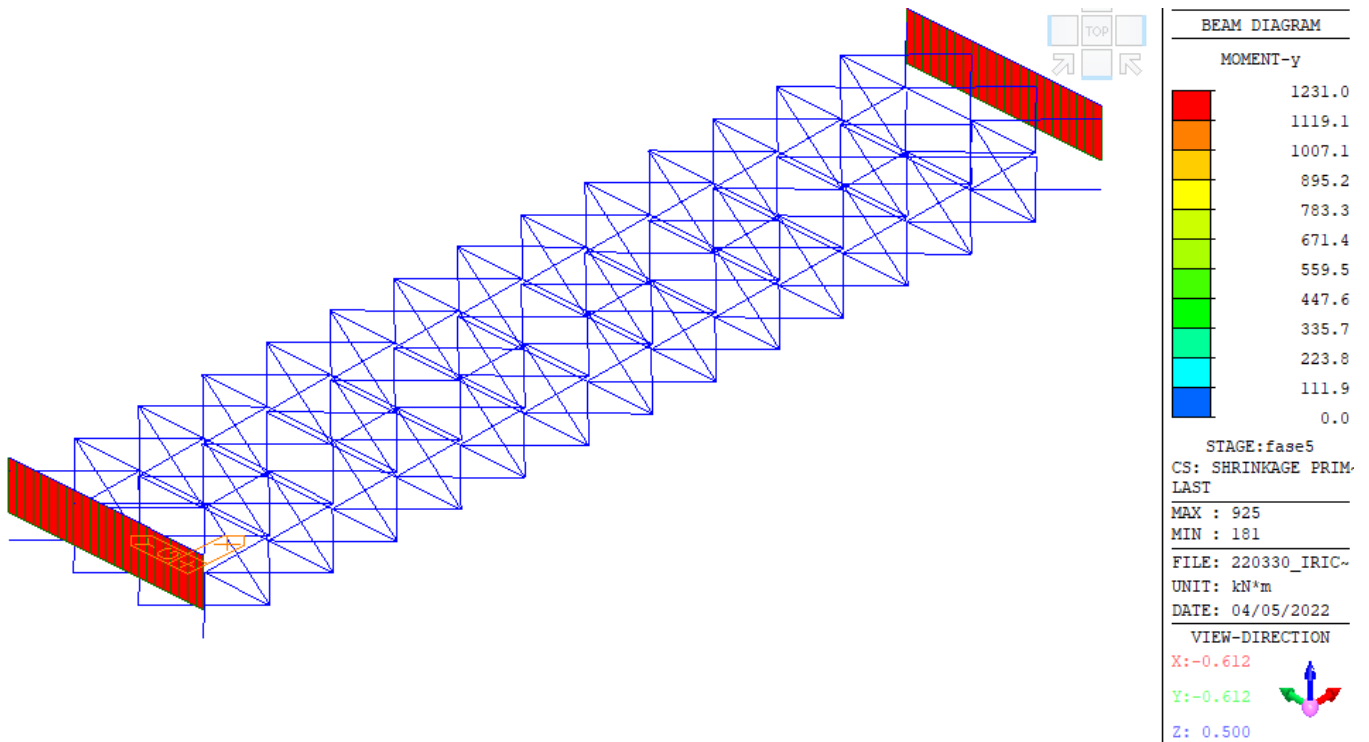


Figura 131 – Ritiro trasversale. Effetto isostatico (primario) – Momento flettente My sui traversi di appoggio

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

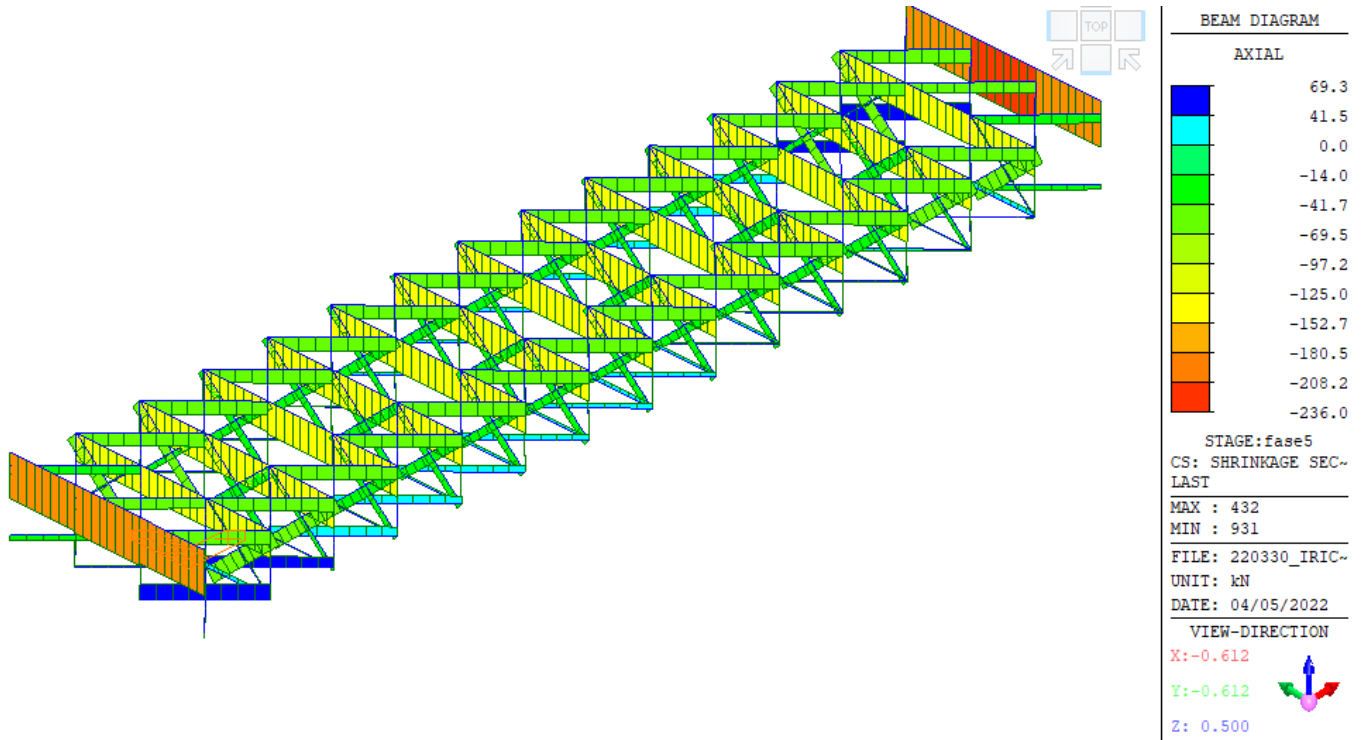


Figura 132 – Ritiro trasversale. Effetto iperstatico (secondario) – Sforzo normale N sui traversi di appoggio

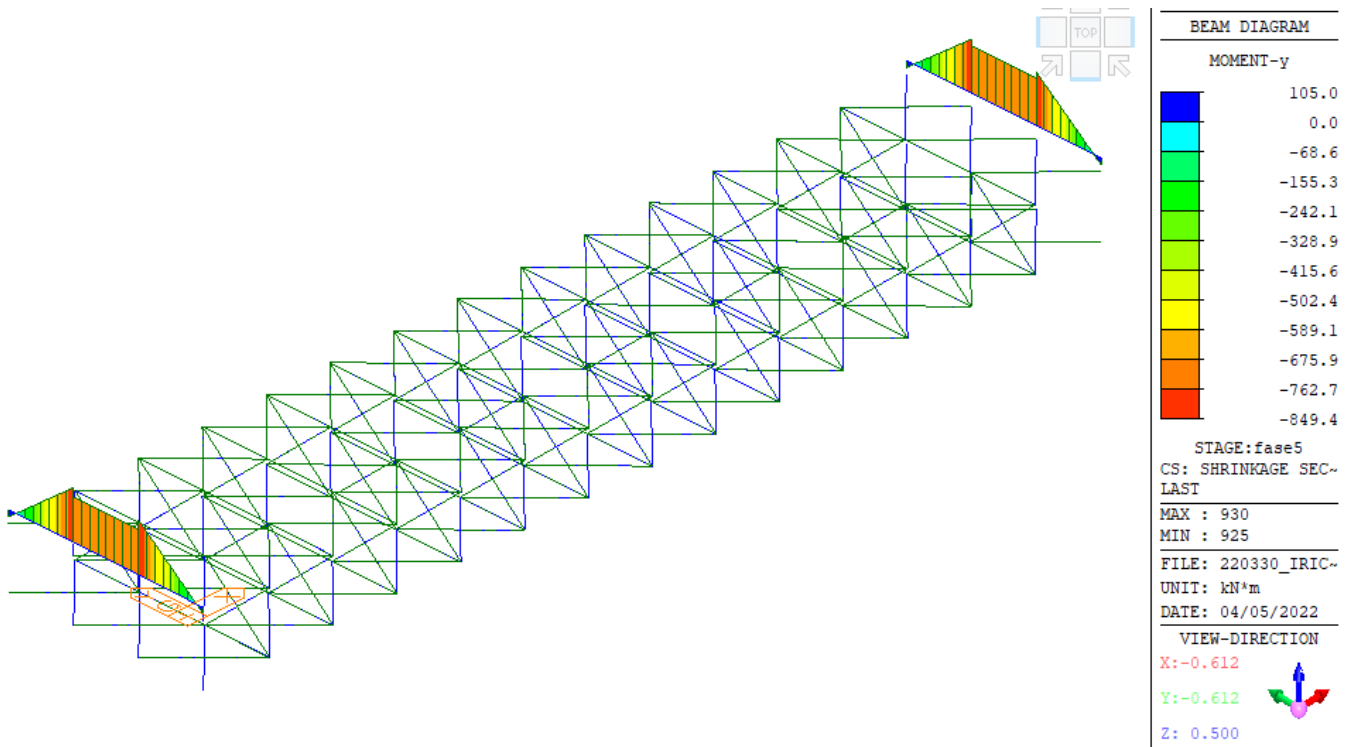


Figura 133 – Ritiro trasversale. Effetto iperstatico (secondario) – Momento flettente M_y sui traversi di appoggio

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

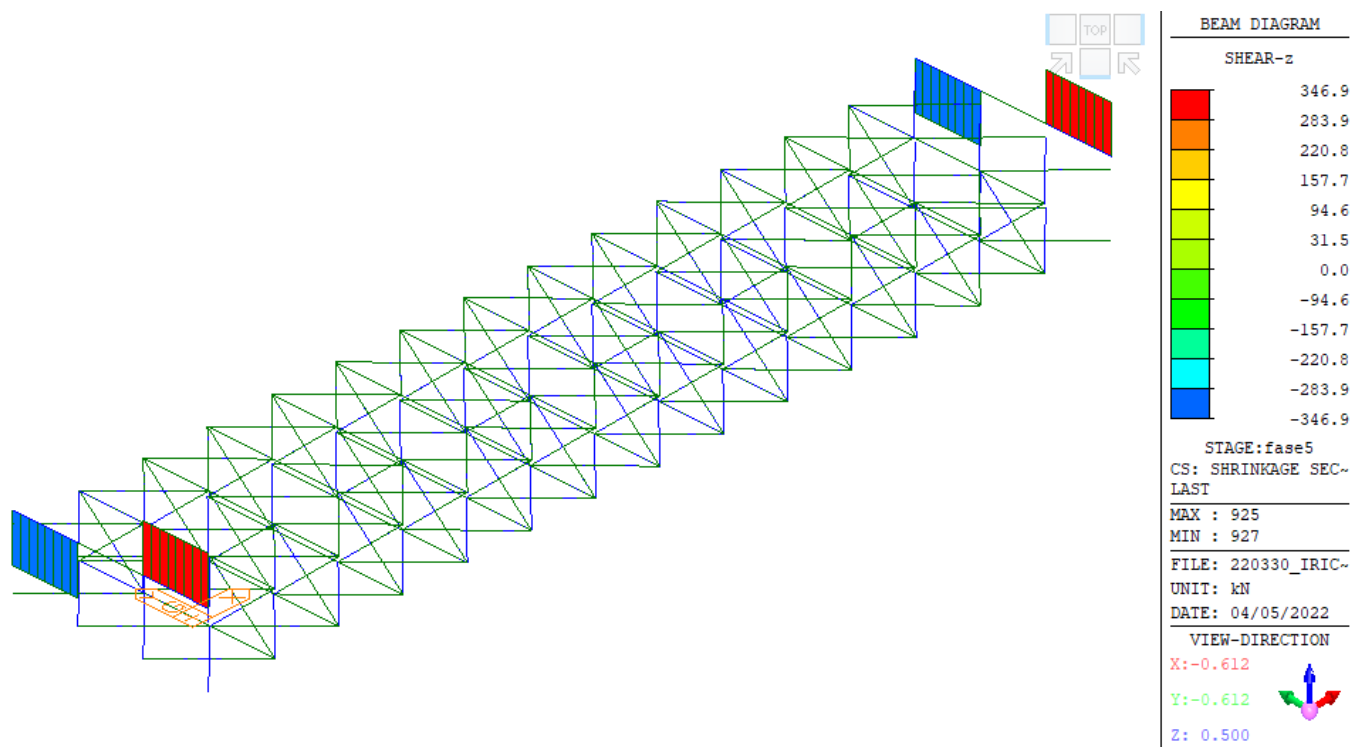


Figura 134 – Ritiro trasversale. Effetto iperstatico (secondario) – Taglio Vz sui traversi di appoggio

Nelle verifiche riportate di seguito sono state assunte come sollecitazioni quelle corrispondenti alle sezioni di attacco con le travi (sollecitazioni massime da modello).

Tale assunzione è certamente a favore di sicurezze in quanto i giunti tra irrigidimento trasversale e traverso si trovano ad una distanza pari a 520mm dall'asse delle travi.

13.1.1 Condizione di sollevamento

Il sollevamento dell'impalcato, ai fini di manutenzione degli apparecchi di appoggio e della sostituzione degli stessi, avviene nelle condizioni di chiusura dell'esercizio.

Vengono disposti una coppia di martinetti per lato di appoggio nella configurazione indicata in Figura 135.

Per il calcolo delle sollecitazioni nelle condizioni di sollevamento è stato realizzato un apposito modello locale costituito da un elemento trave, rappresentativo del traverso, vincolato con delle cerniere in corrispondenza dei martinetti.

Le forze applicate in tale modello locale sono le reazioni derivanti dal modello di carico globale per la condizione di carico SLU $1.35 \cdot G1 + 1.5 \cdot G2 + 1.5 \cdot G2_{ballast}$.

Si riportano le sollecitazioni su entrambi i traversi di appoggio

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

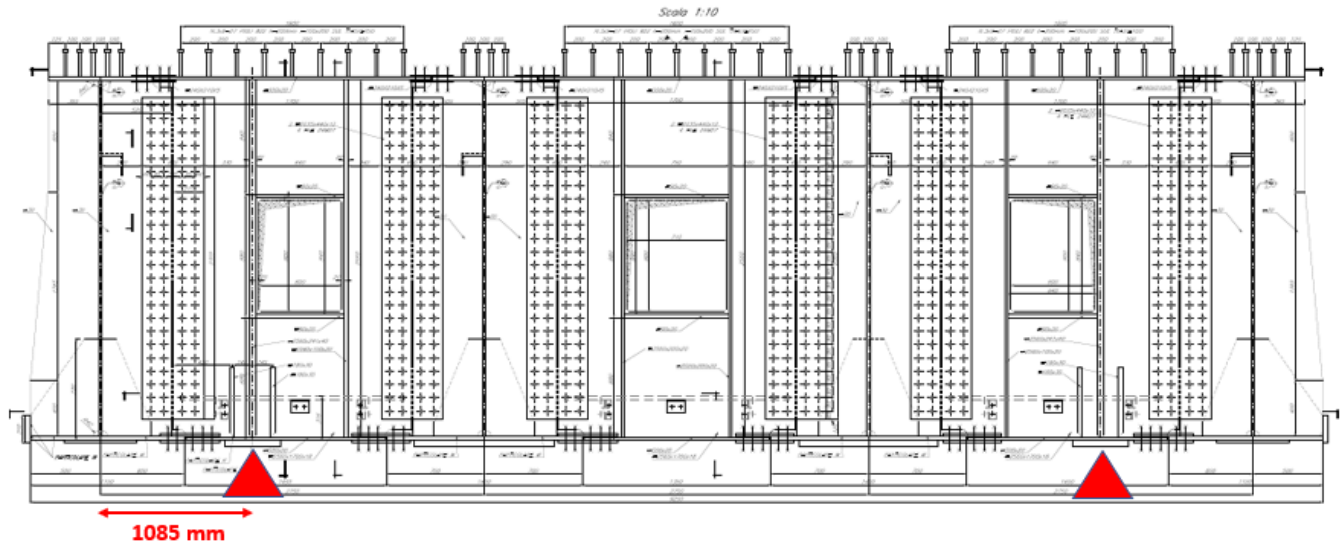


Figura 135 – Schema per il sollevamento dei martinetti

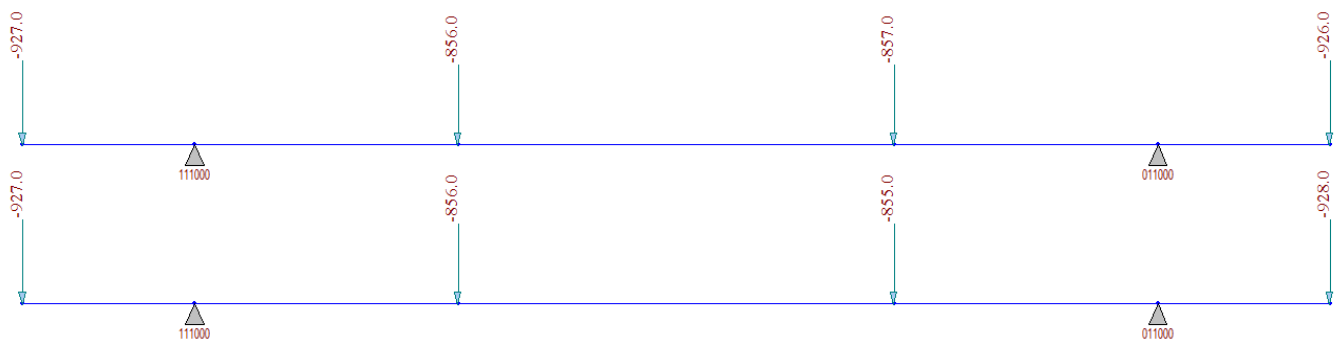


Figura 136 – Modello di calcolo con forze applicate G1

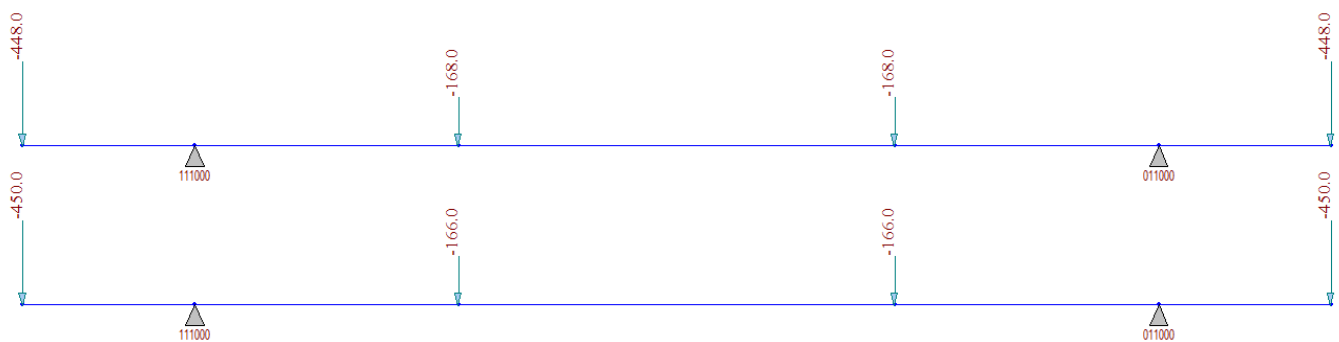


Figura 137 – Modello di calcolo con forze applicate G2

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

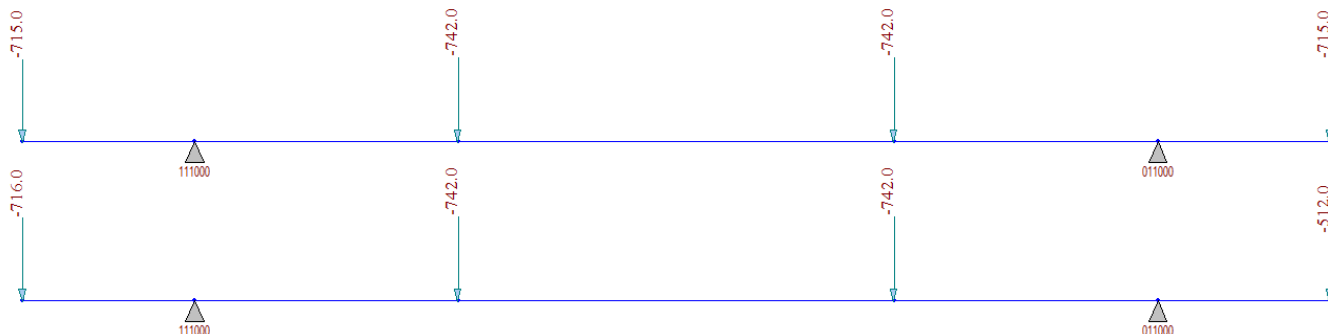


Figura 138 - Modello di calcolo con forze applicate G2_Ballast

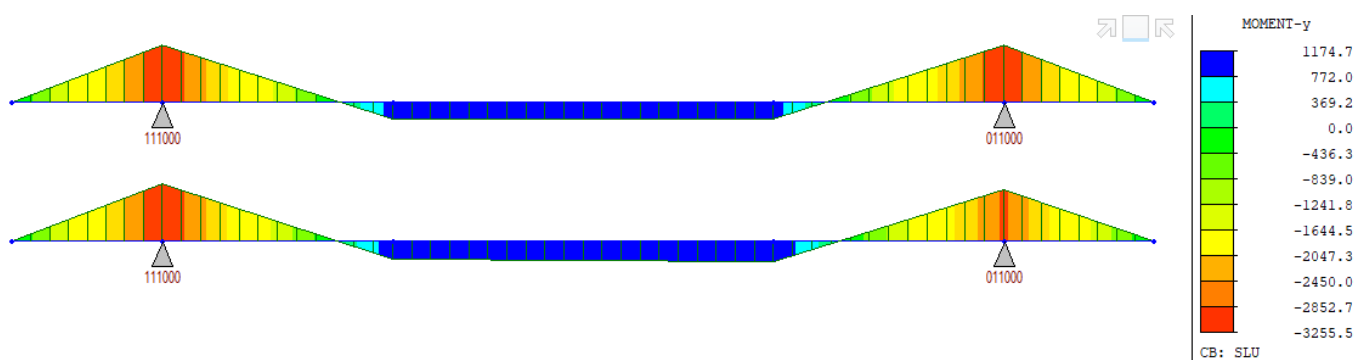


Figura 139 – Condizione di Sollevamento - Momento flettente

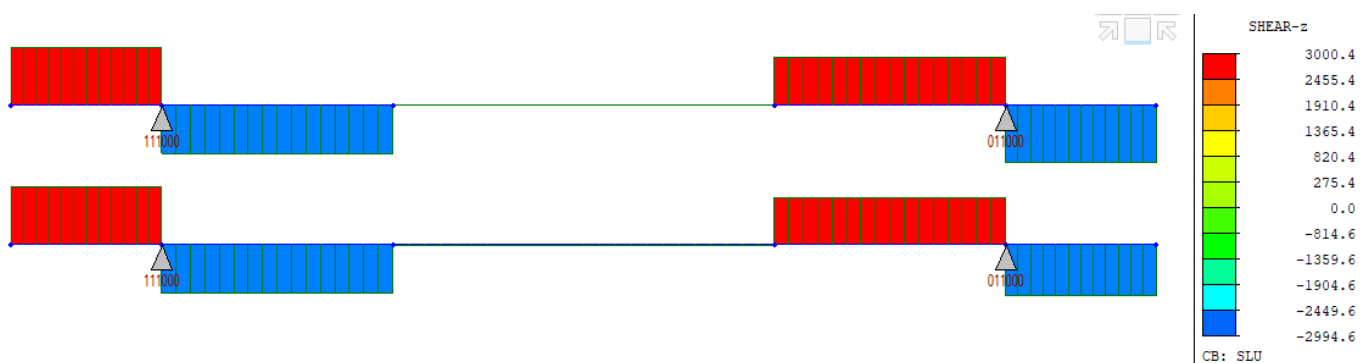


Figura 140 – Condizione di Sollevamento - Taglio verticale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

13.2 Verifiche sezionali SLU

Si riportano le verifiche SLU del diaframma di appoggio per le combinazioni più gravose (combinazione sismica con sisma principale in direzione trasversale).

Per maggiori indicazioni sulle modalità di verifica si rimanda al capitolo §0 della presente relazione.

13.2.1 Verifica della sezione a "doppio T"

Nel calcolo delle caratteristiche inerziali sono state trascurate le armature presenti in soletta, le quali, a favore di sicurezza, si considerano impegnate per effetti locali.

Si riportano le verifiche a pressoflessione, a taglio e di interazione taglio-momento per la combinazione di carico e per la sezione a cui corrisponde il massimo tasso di sfruttamento (in termini di verifica di interazione taglio-momento, la quale ingloba le due verifiche a taglio e a presso-flessione).

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-19	-147	-44	0	-8	0	0	-2679	-2895
Med	[kNm]	-36	-105	-190	0	-15	0	0	-6842	-6740
Ved	[kN]	-24	-37	-60	0	0	0	0	-1860	-1982
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

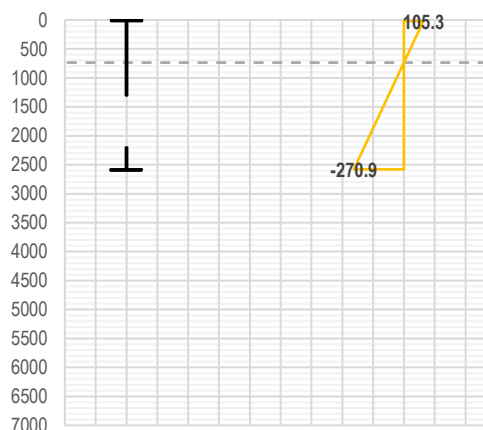
VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE					
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni					
σ sol,s	[Mpa]	5.5	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata		
σ sol,i	[Mpa]	2.5	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata		
Soletta	[-]	Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata		
EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	0.479	0.479	0.479	0.479
β^k	[-]	0.879	0.879	0.879	0.879

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-§4.2.3.1)					
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.					
		Anima	Pb sup	Pb inf	
σ sup	[MPa]	113.1	115.5	-206.5	Tensione al lembo superiore del pannello
σ inf	[Mpa]	-204.0	115.5	-206.5	Tensione al lembo inferiore del pannello
ε	[-]	0.814	0.814	0.814	Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ	[-]	-0.554	-	1.000	Rapporto σ max / σ min
k	[-]	1.287	-	1.280	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t	[-]	142.2	12.1	12.1	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t	[-]	-	12.1	12.1	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3	[-]	90.3	-	14.6	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan.	[-]	4	1	3	Classe del pannello
Classe sezione	[-]	4			Classe della sezione

INSTABILITA' LOCALE DEL PANNELLO D'ANIMA. CALCOLO DELLE PORZIONI EFFICACI		
Pannello	ID	1
t	[mm]	18
a	[mm]	2750
b	[mm]	2560
z sup	[mm]	20

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

z inf	[mm]	2580
σ sup	[MPa]	105.3
σ inf	[MPa]	-270.9
ψ	[-]	-0.389
kσ	[-]	11.733
σ cr,p	[MPa]	110.1
λp	[-]	1.797
ρ loc	[-]	0.512
σ cr,c	[MPa]	8.1
λc	[-]	6.607
Φ	[-]	23.001
χc	[-]	0.022
ξ	[-]	1.000
ρc loc	[-]	0.512
bt	[mm]	717
bc,sup	[mm]	1106
bc,inf	[mm]	737
bc,eff,sup	[mm]	566
bc,eff,inf	[mm]	378
h foro	[mm]	900
z foro	[mm]	1753



INSTABILITÀ DEL PANNELLO D'ANIMA IRRIGIDITO

Calcolo della tensione critica di piastra e del coefficiente di instabilità a piastra del pannello irrigidito

Irrig. σ < 0	ID
A sl	[mm ²]
J sl	[mm ⁴]
b1	[mm]
b2	[mm]
a c	[mm]
σ cr,p,sl	[MPa]
σ cr,p	[MPa]
σ cr,p,min	[MPa]
β A,c	[-]
λp	[-]
ψ	[-]
ρ	[-]

Calcolo della tensione critica di colonna e del coefficiente di instabilità a colonna del pannello irrigidito

Irrig. σmax	ID
σ cr,c,sl	[MPa]
σ cr,c	[MPa]
α e	[-]
λc	[-]
Φ	[-]
χc	[-]

Influenza dell'instabilità a colonna sul comportamento post-critico. Interazione tra instabilità di piastra e di colonna

ξ	[-]
ρ c	[-]

INSTABILITÀ LOCALE DELLE PIATTABANDE

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est	
t	[mm]	20	20	20	20	Spessore piattabanda
b	[mm]	241	241	241	241	Larghezza piattabanda
λp	[-]	-	-	-	-	Snellezza adimensionale per ψ=1
ρ	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000	Coefficiente riduttivo per instabilità locale

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n	[-]	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15
zG	[mm]	1146	1146	1146	1146	1146	1146	1146
A	[mm ²]	47469	47469	47469	47469	47469	47469	47469
A n	[mm ²]	4.75E+19	4.75E+19	4.75E+19	4.75E+19	4.75E+19	4.75E+19	4.75E+19
J	[mm ⁴]	4.89E+10	4.89E+10	4.89E+10	4.89E+10	4.89E+10	4.89E+10	4.89E+10
W sol,s	[mm ³]	-	-3.21E+22	-3.21E+22	-3.21E+22	-3.21E+22	-3.21E+22	-3.21E+22
W arm,s	[mm ³]	-	-3.33E+07	-3.33E+07	-3.33E+07	-3.33E+07	-3.33E+07	-3.33E+07
W pb,s	[mm ³]	-4.27E+07	-4.27E+07	-4.27E+07	-4.27E+07	-4.27E+07	-4.27E+07	-4.27E+07

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 								
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Progetto</td> <td>Lotto</td> <td>Codifica</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI2105001</td> <td>B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

W an,s [mm3]	-4.34E+07	-4.34E+07	-4.34E+07	-4.34E+07	-4.34E+07	-4.34E+07	-4.34E+07	-4.34E+07	-4.34E+07
W an,i [mm3]	3.41E+07	3.41E+07	3.41E+07	3.41E+07	3.41E+07	3.41E+07	3.41E+07	3.41E+07	3.41E+07
W pb,i [mm3]	3.36E+07	3.36E+07	3.36E+07	3.36E+07	3.36E+07	3.36E+07	3.36E+07	3.36E+07	3.36E+07
Δ baricentro [mm]	-154	-154	-154	-154	-154	-154	-154	-154	-154

TENSIONI NORMALI - VERIFICA												
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1	
σ sol,s [MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.3	0.00	
σ arm,s [MPa]	0.0	0.1	4.8	0.0	0.3	0.0	0.0	149.1	154.2	391.3	0.39	
σ pb,s [MPa]	0.5	-0.6	3.5	0.0	0.2	0.0	0.0	103.9	107.5	338.1	0.32	
σ an,s [MPa]	0.4	-0.7	3.5	0.0	0.2	0.0	0.0	101.1	104.5	338.1	0.31	
σ an,i [MPa]	-1.5	-6.2	-6.5	0.0	-0.6	0.0	0.0	-257.2	-271.9	338.1	0.80	
σ pb,i [MPa]	-1.5	-6.2	-6.6	0.0	-0.6	0.0	0.0	-260.0	-274.8	338.1	0.81	
Tasso di sfruttamento η1												
η1 [-]	0.81											

VERIFICA SLU A TAGLIO		
Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima		
Pannello	ID	INTERO
bw [mm]		2560
t [mm]		18
a [mm]		2750
η [-]		1.20
bw / t [-]		142.2
kt [-]		8.81
Lim. Verifica [-]		48.8
Nec. Verifica [-]		SI
σE [Mpa]		9.4
τcr [Mpa]		82.6
λw [-]		1.575
end post [-]		Non rigidi
Xw [mm]		0.527
Vbw,Rd [kN]		4524

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande		
A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande		
Verifica a taglio		
Ved [kN]		-1982
Vb,rd [kN]		4524
Vc,rd [kN]		8995
Tasso di sfruttamento η3		
η3 [-]	0.44	

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO		
A favore di sicurezza al posto di Mpl,Rd è stato considerato Mel,Rd = Med/η1, per cui η1* = η1 .		
Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, η3* = η3		
Mf,Rd [kNm]		-8723
Mel,Rd [kNm]		-8291
Med / Mf,Rd [-]		0.77
η3* [-]		0.44
Nec. Interaz. [-]		NO
η1* [-]		0.81
Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η VM		
η VM [-]	0.81	

Dai risultati emerge che la massima tensione sull'acciaio è pari a:

$$\sigma = 274.8 \text{ MPa}$$

L'azione sismica trasversale genera inoltre delle azioni del tipo Mz (flessione nel piano debole del traverso) e Vy (taglio parallelo alle piattabande) di entità pari a:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

$$V_y = 26.0 \text{ kN}$$

$$M_z = 39.0 \text{ kN}$$

calcolate rispettivamente nella sezione di massimo taglio V_y e nella sezione di massimo momento M_z . Tali sollecitazioni generano delle tensioni pari a:

$$\sigma = \pm 23.4 \text{ MPa} \quad \text{sui lembi estremi delle piattabande}$$

$$\tau = 1.3 \text{ MPa} \quad \text{sulle piattabande}$$

Si ha dunque una tensione massima uguale a:

$$\sigma = 298.2 \text{ MPa} \quad (\eta_1=0.88)$$

13.2.2 Verifica SLU delle saldature di composizione

Si riportano le verifiche SLU delle saldature di composizione per la combinazione a taglio massimo.

Diaframma Appoggio - Comb.SLV-Vmax (elem. 930-J) (Tempo infinito)

VERIFICA DELLE SALDATURE ANIMA-PIATTABANDE												
CARATTERISTICHE DELLE SALDATURE												
		sald, sup	sald, inf									
a	[mm]	7.0	7.0	Altezza della sezione di gola								
β_1	[-]	0.70	0.70	Coefficiente definito in Tab.4.2.XIX NTC2018								
τ_{rd}	[MPa]	248.5	248.5	Tensione tangenziale massima per la verifica								
TENSIONI DI TAGLIO (DA FORMULAZIONE DI JOURAWSKY E BREDT) - VERIFICHE												
		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rd	η_1
$J_y / S_y^* a_{n,s}$	[mm]	4917	4917	4917	4917	4917	4917	4917	4917			
$J_y / S_y^* a_{n,i}$	[mm]	3861	3861	3861	3861	3861	3861	3861	3861			
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ved	[kN]	13	38	51	0	4	341	0	2189	2635		
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
q an,s	[N/mm]	3	8	10	0	1	69	0	445	536		
q an,i	[N/mm]	3	10	13	0	1	88	0	567	682		
$\tau // \text{sald},s$	[MPa]	0.2	0.5	0.7	0.0	0.1	4.9	0.0	31.8	38.3	248.5	0.15
$\tau // \text{sald},i$	[MPa]	0.2	0.7	1.0	0.0	0.1	6.3	0.0	40.5	48.7	248.5	0.20
Tasso di sfruttamento delle saldature												
η_{sald}	[-]	0.20										

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

13.2.3 Verifica SLU dei connettori trave-soletta e dell'armatura trasversale

Si riportano le verifiche SLU dei pioli e dell'armatura trasversale utile all'assorbimento delle azioni concentrate sui pioli, per la combinazione a taglio massimo.

Diaframma Appoggio - Comb.SLV-Vmax (elem. 930-J) (Tempo infinito)

VERIFICA SLU A SCORRIMENTO DEI PIOLI

IPOTESI DI CALCOLO

In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata.

In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta.

Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-pressoflessione della sezione per la presente combinazione di carichi.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n	[-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298
zG	[mm]	1145	775	456	456	456	765	775	456
J	[mm ⁴]	4.91E+10	7.16E+10	9.11E+10	9.11E+10	9.11E+10	7.22E+10	7.16E+10	9.11E+10
S*	[mm ³]	0.00E+00	1.65E+07	3.06E+07	3.06E+07	3.06E+07	1.69E+07	1.65E+07	3.06E+07
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-

SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed
Ved	[kN]	13	38	51	0	4	341	0	2189	2635
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q ed,1	[kN/m]	0.0	8.6	17.3	0.0	1.3	79.8	0.0	736.1	843.2

SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA

Ned,rit	[kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro							
Ned,dt	[kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale							
L diff	[m]	-	Lunghezza di diffusione dell'azione (Ldiff = 3/4*Beff)							
q ed,2	[kN/m]	0.0	Scorrimento legato alle azioni concentrate							

SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA

q ed,tot	[kN/m]	843.2	Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto							
q rd	[kN/m]	1642.2	Scorrimento resistente di progetto							

Tasso di sfruttamento η dei pioli

η pioli	[-]	0.51								
---------	-----	------	--	--	--	--	--	--	--	--

VERIFICA PER AZIONI CONCENTRATE IN SOLETTA IN CORRISPONDENZA DEI PIOLI

Parametri per il calcolo dello scorrimento sulla sezione di potenziale rottura a-a

q,ed,tot	[kN/m]	843.2	Scorrimento sollecitante di progetto							
σ pb,s	[MPa]	58.1	Tensione agente sulla piattabanda superiore							
cotg(θf)	[-]	1.25	Cotg dell'angolo del puntone di cls: 1≤cotgθ≤2 per flangia compressa; 1≤cotgθ≤1.25 per flangia tesa							

Verifica dell'armatura trasversale

(Asf / sf)min	[mm ² /m]	860	Armatura trasversale per unità di lunghezza minima							
Asf / sf	[mm ² /m]	1005	Armatura trasversale per unità di lunghezza presente							
η arm	[-]	0.86	Tasso di sfruttamento SLU dell'armatura							

Verifica a schiacciamento del puntone compresso

hf	[°]	377.5	Altezza della soletta (inclusa predalla)							
v rd,c	[MPa]	5.2	Resistenza a scorrimento per rottura del puntone compresso							
v ed	[MPa]	1.1	Tensione di scorrimento							
η cls	[-]	0.21	Tasso di sfruttamento SLU del calcestruzzo							

Nella zona di appoggio, per un'estensione di circa 2.5 metri, le armature longitudinali sono costituite da $\Phi 16/20\text{cm}$ piuttosto di $\Phi 12/20\text{cm}$ come sono previste nella restante parte dell'impalcato.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	Progetto Lotto Codifica IN17 12 EI2CLVI2105001 B

13.3 Verifiche sezionali SLE

Si riportano le verifiche SLE del diaframma di appoggio per le combinazioni più gravose.

Per maggiori indicazioni sulle modalità di verifica si rimanda al capitolo §9.5 della presente relazione.

13.3.1 Verifica dello stato limite di apertura delle fessure

La verifica per stato limite di apertura delle fessure nella soletta è stata condotta per la combinazione RARA (traffico come gruppo 4) a momento minimo.

Diaframma Appoggio - Comb.SLE-Rara(Fessuraz.)-Mmin (elem. 931-l) (Tempo zero)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-FREQUENTE SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-19	-147	-140	-80	-9	0	0	0	-395
Med	[kNm]	-33	-82	-577	-247	-16	0	0	0	-955
Ved	[kN]	-24	-37	-186	-68	0	0	0	0	-316
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA			
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni			
σ sol,s	[Mpa]	0.8	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
σ sol,i	[Mpa]	0.4	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
Soletta	[-]	Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastico: Aeff = beta * Ac,eff					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	0.479	0.479	0.479	0.479
β^k	[-]	-	-	-	-

INSTABILITÀ LOCALE
Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	
zG	[mm]	1300	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	
A	[mm ²]	55663	57929	57929	57929	57929	57929	57929	57929	
A n	[mm ²]	5.57E+19	5.79E+19	5.79E+19	5.79E+19	5.79E+19	5.79E+19	5.79E+19	5.79E+19	
J	[mm ⁴]	4.11E+10	4.62E+10	4.62E+10	4.62E+10	4.62E+10	4.62E+10	4.62E+10	4.62E+10	
W sol,s	[mm ³]	-	-2.86E+22	-2.86E+22	-2.86E+22	-2.86E+22	-2.86E+22	-2.86E+22	-2.86E+22	
W arm,s	[mm ³]	-	-2.96E+07	-2.96E+07	-2.96E+07	-2.96E+07	-2.96E+07	-2.96E+07	-2.96E+07	
W pb,s	[mm ³]	-3.16E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	
W an,s	[mm ³]	-3.21E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	
W an,i	[mm ³]	3.21E+07	3.45E+07	3.45E+07	3.45E+07	3.45E+07	3.45E+07	3.45E+07	3.45E+07	
W pb,i	[mm ³]	3.16E+07	3.40E+07	3.40E+07	3.40E+07	3.40E+07	3.40E+07	3.40E+07	3.40E+07	
Av	[mm]	46080	46080	46080	46080	46080	46080	46080	46080	

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE													
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek	
σ pb,s	[MPa]	0.7	-0.3	13.1	5.2	0.3	0.0	0.0	0.0	19.0	355.0	0.05	
σ an,s	[MPa]	0.7	-0.4	12.8	5.1	0.3	0.0	0.0	0.0	18.6	355.0	0.05	
σ an,i	[MPa]	-1.4	-4.9	-19.1	-8.5	-0.6	0.0	0.0	0.0	-34.6	355.0	0.10	
σ pb,i	[MPa]	-1.4	-5.0	-19.4	-8.6	-0.6	0.0	0.0	0.0	-35.0	355.0	0.10	
τ an	[MPa]	-0.5	-0.8	-4.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-6.9	355.0	0.02	
oid an,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	22.0	355.0	0.10	
oid an,i	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	36.6	355.0	0.10	

Tasso di sfruttamento SLE

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE								
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Progetto</td> <td>Lotto</td> <td>Codifica</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI2105001</td> <td>B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

$\eta_{1,sle}$	[-]	0.10										
VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA												
$\sigma_{sol,s}$	[MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
$\sigma_{arm,s}$	[MPa]	0.0	0.3	17.1	7.0	0.4	0.0	0.0	0.0	24.7	-	-
VERIFICA PER STATO LIMITE DI FESSURAZIONE												
$\rho_{eff,s}$	[-]	0.011 Rapporto tra area di armatura superiore e area di calcestruzzo efficace ad essa corrispondente										
$\rho_{eff,i}$	[-]	0.015 Rapporto tra area di armatura inferiore e area di calcestruzzo efficace ad essa corrispondente										
		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rk	Ed/Ek
kt	[-]	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6			
n	[-]	1E+15	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298			
$\sigma_{arm,s}$	[MPa]	0.0	0.3	17.1	7.0	0.4	0.0	0.0	0.0			
$\sigma_{arm,i}$	[MPa]	0.0	-0.2	14.0	5.6	0.3	0.0	0.0	0.0			
$\epsilon_{sm,s}$	[-]	0.00E+00	7.26E-07	4.88E-05	1.99E-05	1.10E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.05E-05		
$\epsilon_{sm,i}$	[-]	0.00E+00	-5.29E-07	4.00E-05	1.61E-05	8.57E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.65E-05		
$\Delta_{sm,s}$	[mm]	415.9	Distanza media tra le fessure - armatura superiore									
$\Delta_{sm,i}$	[mm]	290.8	Distanza media tra le fessure - armatura inferiore									
w _{k,s}	[mm]	0.05	Ampiezza caratteristica delle fessure - armatura superiore									
w _{k,i}	[mm]	0.03	Ampiezza caratteristica delle fessure - armatura inferiore									
w _{lim}	[mm]	0.20	Limite consentito di apertura delle fessure per lo stato limite considerato									
Ver. SI/NO?	[-]	SI Verifica soddisfatta?										

13.3.2 Verifica dello stato limite di limitazione delle tensioni

La verifica per stato limite di limitazione delle tensioni, è stata condotta per la combinazione a momento minimo (a tempo infinito e a tempo zero) e a momento massimo.

La verifica dello stato tensionale nel calcestruzzo per la combinazione rara e quasi permanente si omette in quanto la verifica è risultata ampiamente soddisfatta.

Traverso_Pila - Comb.SLE-Mmin (elem. 931-I) (Tempo zero)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-CARATTERISTICA SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	TOT
Ned	[kN]	-19	-147	-218	-80	-9	0	0	0	-473
Med	[kNm]	-33	-82	-917	-247	-16	0	0	0	-1295
Ved	[kN]	-24	-37	-299	-68	0	0	0	0	-429
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϵ_{sol}	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA											
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni											
$\sigma_{sol,s}$	[Mpa]	1.2	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata								
$\sigma_{sol,i}$	[Mpa]	0.6	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata								
Soletta	[-]	Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata								
EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE											
Criterio di calcolo elastico: $A_{eff} = \beta \cdot A_c$											
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est						
β	[-]	0.479	0.479	0.479	0.479						
β^*k	[-]	-	-	-	-						

INSTABILITÀ LOCALE

Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	
n	[-]	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	
zG	[mm]	1300	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	
A	[mm ²]	55663	57929	57929	57929	57929	57929	57929	57929	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	Progetto Lotto Codifica IN17 12 EI2CLVI2105001 B

An	[mm ²]	5.57E+19	5.79E+19	5.79E+19	5.79E+19	5.79E+19	5.79E+19	5.79E+19	5.79E+19	5.79E+19	5.79E+19	5.79E+19	5.79E+19
J	[mm ⁴]	4.11E+10	4.62E+10	4.62E+10	4.62E+10	4.62E+10	4.62E+10	4.62E+10	4.62E+10	4.62E+10	4.62E+10	4.62E+10	4.62E+10
W sol,s	[mm ³]	-	-2.86E+22	-2.86E+22	-2.86E+22	-2.86E+22	-2.86E+22	-2.86E+22	-2.86E+22	-2.86E+22	-2.86E+22	-2.86E+22	-2.86E+22
W arm,s	[mm ³]	-	-2.96E+07	-2.96E+07	-2.96E+07	-2.96E+07	-2.96E+07	-2.96E+07	-2.96E+07	-2.96E+07	-2.96E+07	-2.96E+07	-2.96E+07
W pb,s	[mm ³]	-3.16E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	-3.73E+07	-3.73E+07
W an,s	[mm ³]	-3.21E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	-3.79E+07	-3.79E+07
W an,i	[mm ³]	3.21E+07	3.45E+07	3.45E+07	3.45E+07	3.45E+07	3.45E+07	3.45E+07	3.45E+07	3.45E+07	3.45E+07	3.45E+07	3.45E+07
W pb,i	[mm ³]	3.16E+07	3.40E+07	3.40E+07	3.40E+07	3.40E+07	3.40E+07	3.40E+07	3.40E+07	3.40E+07	3.40E+07	3.40E+07	3.40E+07
Av	[mm]	46080	46080	46080	46080	46080	46080	46080	46080	46080	46080	46080	46080

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE													
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek	
σ pb,s	[MPa]	0.7	-0.3	20.8	5.2	0.3	0.0	0.0	0.0	26.7	355.0	0.08	
σ an,s	[MPa]	0.7	-0.4	20.4	5.1	0.3	0.0	0.0	0.0	26.2	355.0	0.07	
σ an,i	[MPa]	-1.4	-4.9	-30.3	-8.5	-0.6	0.0	0.0	0.0	-45.8	355.0	0.13	
σ pb,i	[MPa]	-1.4	-5.0	-30.7	-8.6	-0.6	0.0	0.0	0.0	-46.4	355.0	0.13	
τ an	[MPa]	-0.5	-0.8	-6.5	-1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.3	355.0	0.03	
σ id an,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	30.7	355.0	0.14	
σ id an,i	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	48.5	355.0	0.14	
Tasso di sfruttamento SLE													
η _{1,sle}	[-]	0.14											
VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA													
σ sol,s	[MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.2	SI	
σ arm,s	[MPa]	0.0	0.3	27.2	7.0	0.4	0.0	0.0	0.0	34.8	360.0	SI	

13.3.3 Verifica SLE dei connettori trave-soletta

Si riportano le verifiche SLE dei pioli per la combinazione a taglio massimo.

Diaframma Appoggio - Comb.SLE-Vmax (elem. 925-I) (Tempo infinito)

VERIFICA SLE A SCORRIMENTO DEI PIOLI													
IPOTESI DI CALCOLO													
In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata.													
In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta.													
Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-pessoflessione della sezione per la presente combinazione di carichi.													
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)													
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E				
n	[-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298				
zG	[mm]	1300	935	629	629	629	926	935	629				
J	[mm ⁴]	4.99E+10	8.37E+10	1.12E+11	1.12E+11	1.12E+11	8.45E+10	8.37E+10	1.12E+11				
S*	[mm ³]	0.00E+00	2.23E+07	4.09E+07	4.09E+07	4.09E+07	2.28E+07	2.23E+07	4.09E+07				
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-				
SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE													
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed			
Ved	[kN]	-35	-36	247	65	8	694	0	0	942			
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
q ed,1	[kN/m]	0.0	-9.7	89.9	23.5	3.0	187.2	0.0	0.0	293.9			
SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA													
Ned,rit	[kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro										
Ned,dt	[kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale										
L diff	[m]	-	Lunghezza di diffusione dell'azione (Ldiff = 3/4*Beff)										
q ed,2	[kN/m]	0.0	Scorrimento legato alle azioni concentrate										
SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA													
q ed,tot	[kN/m]	293.9		Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto									
q rd	[kN/m]	1642.2		Scorrimento resistente di progetto									
Tasso di sfruttamento η dei pioli (deve essere minore di 0.60)													
η pioli	[-]	0.18											

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

13.4 Verifica del giunto bullonato

Le verifiche dei collegamenti sono state eseguite in accordo con le NTC [1] e con le UNI EN 1993-1-8 [8].

Per la valutazione delle azioni sui giunti si è tenuto conto del momento di trasporto generato dalla distanza tra gli assi delle due bullonature costituenti il giunto.

Come prescritto al §2.5.2.3.6.1 del MDP RFI [2], i coprigiunti e i bulloni sono stati dimensionati in base al massimo sforzo trasmissibile dagli elementi collegati (verifica a completo ripristino).

Nelle verifiche SLU per i bulloni si è assunto un comportamento a taglio, nelle verifiche SLE si è assunto un comportamento ad attrito.

In accordo con quanto indicato al 2.5.2.3.6.2 del MDP RFI [2], la resistenza a taglio dei bulloni è stata abbattuta del 15%.

I bulloni sono della classe 10.9. In accordo a quanto indicato nel MDP RFI [2] le verifiche sono state condotte assumendo una classe 8.8.

Si riporta la verifica per la combinazione risultata essere più sfavorevole in termini di tasso di sfruttamento del giunto.

VERIFICA DEL GIUNTO SULL'ANIMA				
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PANNELLO				
t	[mm]	18	Spessore del pannello	
b	[mm]	2540	Larghezza/altezza del pannello	
d	[mm]	225	Distanza tra i baricentri delle bullonature	
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL GIUNTO				
Caratteristiche della bullonatura				
Classe	[-]	8.8	Classe bulloni	
ϕ_b	[mm]	M27	Diametro bulloni	
Ares,nom	[mm ²]	573	Area resistente nominale del singolo bullone	
Ares	[mm ²]	459	Area resistente nella zona filettata del singolo bullone	
Fp,cd	[kN]	234	Forza di precarico del bullone	
d0	[mm]	27.5	Diametro del foro	
nb fila1	[-]	24	Numero di bulloni sulla prima fila	
nb fila2	[-]	24	Numero di bulloni sulla seconda fila	
nb fila3	[-]	0	Numero di bulloni sulla terza fila	
nb fila4	[-]	0	Numero di bulloni sulla quarta fila	
nb fila5	[-]	0	Numero di bulloni sulla quinta fila	
n tot	[-]	48	Numero bulloni totali	
e1	[mm]	60	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione di applicazione del carico	
e2	[mm]	60	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione ortogonale al carico	
p1	[mm]	95	Interasse bulloni nella direzione di applicazione del carico	
p2	[mm]	95	Interasse bulloni nella direzione ortogonale al carico	
Caratteristiche dei coprigiunti				
n cg	[mm]	2	Numero di coprigiunti	
b cg	[mm]	2305	Larghezza/altezza dei coprigiunti	
t cg	[mm]	12	Spessore dei coprigiunti	
VERIFICA SLU DEL PANNELLO IN CORRISPONDENZA DEL GIUNTO				
Tensioni agenti sulla sezione lorda del pannello e sollecitazioni interne totali				
σ_1	[Mpa]	104.5	Tensione assiale sulla fibra 1 della sezione lorda del pannello	
σ_2	[Mpa]	-271.9	Tensione assiale sulla fibra 2 della sezione lorda del pannello	
τ media	[Mpa]	-43.0	Tensione tangenziale media sulla sezione lorda del pannello	

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

yn	[mm]	-565	Posizione asse neutro rispetto al baricentro della sezione lorda (yn positivo se compreso tra baricentro e fibra "2")
Ned	[kN]	-3827	Sforzo normale agente sulla sezione lorda del pannello
Med	[kNm]	-3643	Momento flettente agente sulla sezione lorda del pannello
Ved	[kN]	-1966	Taglio agente sulla sezione lorda del pannello
Med_bull	[kNm]	-3864	Momento flettente agente sulla bullonature (comprensivo di eventuali componenti parassite legate al taglio)
Verifica in area netta del pannello (fori solo in zona tesa)			
A netta	[mm ²]	42750	Area netta del pannello
S netta	[mm ³]	2539350	Momento statico della sezione netta rispetto al baricentro della sezione lorda (se positivo indica fori in trazione verso la fibra 1)
Δyg netta	[mm]	59	Shift del baricentro della sezione netta rispetto al baricentro della sezione lorda (positivo se verso fibra 2)
J netta	[mm ⁴]	2.2174E+10	Inerzia netta del pannello
σ 1_netta	[Mpa]	142.2	Tensione sul lembo 1 del pannello in area netta
σ 2_netta	[Mpa]	-300.5	Tensione sul lembo 2 del pannello in area netta
f _{yd}	[Mpa]	338.1	Tensione di snervamento (si assume come limite f _{yd} a favore di sicurezza)
η	[-]	0.89	Tasso di sfruttamento per rottura a taglio del bullone
Massimo taglio agente sul singolo bullone			
F _x (Ned)	[kN]	80	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dall'azione assiale
F _x (Med)	[kN]	202	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F _y (Med)	[kN]	9	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F _y (Ved)	[kN]	41	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal taglio
F_{ed}	[kN]	286	Forza totale trasmessa dal singolo bullone
Verifica per rifollamento del pannello			
t	[mm]	18	Spessore dell'elemento
α est	[-]	0.73	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato
α int	[-]	0.90	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato
k est	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione perpendicolare al carico applicato
k int	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni interni nelle direzione perpendicolare al carico applicato
F_{b,rd}	[kN]	306	Resistenza a rifollamento minima
F _{ed}	[kN]	286	Sollecitazione di progetto
η	[-]	0.93	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento
VERIFICA SLU DEL GIUNTO A COMPLETO RIPRISTINO			
Sollecitazioni sul giunto corrispondenti alla resistenza ultima della sezione lorda della trave			
η sez	[-]	0.89	Tasso di sfruttamento SLU della sezione netta della trave
Ned	[kN]	-4306	Sforzo normale agente sulla sezione lorda del pannello
Med	[kNm]	-4099	Momento flettente agente sulla sezione lorda del pannello
Ved	[kN]	-2212	Taglio agente sulla sezione lorda del pannello
Med_bull	[kNm]	-4348	Momento flettente agente sulla bullonature (comprensivo di eventuali componenti parassite legate al taglio)
Verifica in area netta dei coprigiunti (fori solo in zona tesa)			
A netta	[mm ⁴]	51360	Area netta totale dei coprigiunti
S netta	[mm ³]	3385800	Momento statico della sezione netta rispetto al baricentro della sezione lorda (se positivo indica trazione sulla fibra 1)
Δyg netta	[mm]	66	Shift del baricentro della sezione netta rispetto al baricentro della sezione lorda (positivo se verso fibra 2)
J netta	[mm ⁴]	2.1262E+10	Inerzia netta totale dei coprigiunti
σ 1_netta	[Mpa]	165.3	Tensione sul lembo 1 dei coprigiunti in area netta
σ 2_netta	[Mpa]	-306.0	Tensione sul lembo 2 dei coprigiunti in area netta
f _{yd}	[Mpa]	338	Tensione di snervamento
η	[-]	0.91	Tasso di sfruttamento per rottura a taglio del bullone
Massimo taglio agente sul singolo bullone			
F _x (Ned)	[kN]	90	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dall'azione assiale
F _x (Med)	[kN]	228	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F _y (Med)	[kN]	10	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F _y (Ved)	[kN]	46	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal taglio
F_{ed}	[kN]	322	Forza totale trasmessa dal singolo bullone
Verifica per rottura a taglio del bullone			
n piani taglio	[-]	2	Numeri di piani di taglio resistenti del bullone
F_{v,rd}	[kN]	187	Resistenza del singolo bullone (singolo piano di taglio)
F _{ed}	[kN]	161	Taglio agente sul singolo bullone
η	[-]	0.86	Tasso di sfruttamento per rottura a taglio del bullone
Verifica per rifollamento del coprigiunto			

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

t	[mm]	12	Spessore dell'elemento
α est	[-]	0.73	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato
α int	[-]	0.90	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato
k est	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione perpendicolare al carico applicato
k int	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni interni nelle direzione perpendicolare al carico applicato
Fb,rd	[kN]	204	Resistenza a rifollamento minima
Fed	[kN]	161	Sollecitazione di progetto
η	[-]	0.79	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento

VERIFICA SLE DEL GIUNTO

Sollecitazioni sul giunto corrispondenti alla combinazione SLE

σ 1	[Mpa]	23.94	Tensione assiale sulla fibra 1 della sezione lorda del pannello
σ 2	[Mpa]	-31.60	Tensione assiale sulla fibra 2 della sezione lorda del pannello
τ media	[Mpa]	-8.70	Tensione tangenziale media sulla sezione lorda del pannello
Ned	[kN]	-175	Sforzo normale agente sulla sezione lorda del pannello
Med	[kNm]	-537	Momento flettente agente sulla sezione lorda del pannello
Ved	[kNm]	-398	Momento flettente agente sulla bullonature (comprensivo di eventuali componenti parassite legate al taglio)
Med_bull	[kN]	-493	Taglio agente sulla sezione lorda del pannello

Massimo taglio agente sul singolo bullone

F x (Ned)	[kN]	4	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dall'azione assiale
F x (Med)	[kN]	26	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F y (Med)	[kN]	1	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F y (Ved)	[kN]	8	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal taglio
F ed	[kN]	31	Forza totale trasmessa dal singolo bullone

Verifica a scorrimento

Fs,rd	[kN]	127	Resistenza a scorrimento del singolo bullone
Fed	[kN]	31	Taglio di progetto sul singolo bullone
η	[-]	0.24	Tasso di sfruttamento per scorrimento

VERIFICA DEL GIUNTO SULLA PIATTABANDA INFERIORE

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PANNELLO

t	[mm]	20	Spessore del pannello
b	[mm]	500	Larghezza/altezza del pannello
d	[mm]	195	Distanza tra i baricentri delle bullonature

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL GIUNTO

Caratteristiche della bullonatura

Classe	[-]	8.8	Classe bulloni
ϕ b	[mm]	M27	Diametro bulloni
Ares,nom	[mm ²]	573	Area resistente nominale del singolo bullone
Ares	[mm ²]	459	Area resistente nella zona filettata del singolo bullone
Fp,cd	[kN]	234	Forza di precarico del bullone
d0	[mm]	27.5	Diametro del foro
nb fila1	[-]	6	Numero di bulloni sulla prima fila
nb fila2	[-]	6	Numero di bulloni sulla seconda fila
nb fila3	[-]	0	Numero di bulloni sulla terza fila
nb fila4	[-]	0	Numero di bulloni sulla quarta fila
nb fila5	[-]	0	Numero di bulloni sulla quinta fila
n tot	[-]	12	Numero bulloni totali
e1	[mm]	50	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione di applicazione del carico
e2	[mm]	40	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione ortogonale al carico
p1	[mm]	70	Interasse bulloni nella direzione di applicazione del carico
p2	[mm]	90	Interasse bulloni nella direzione ortogonale al carico

Caratteristiche dei coprigiunti

n cg	[mm]	2	Numero di coprigiunti
b cg	[mm]	520	Larghezza/altezza dei coprigiunti
t cg	[mm]	16	Spessore dei coprigiunti

VERIFICA SLU DEL PANNELLO IN CORRISPONDENZA DEL GIUNTO

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVI2105001</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

Tensioni agenti sulla sezione lorda del pannello e sollecitazioni interne totali			
$\sigma 1$	[Mpa]	-251.4	Tensione assiale sulla fibra 1 della sezione lorda del pannello
$\sigma 2$	[Mpa]	-298.2	Tensione assiale sulla fibra 2 della sezione lorda del pannello
τ media	[Mpa]	1.3	Tensione tangenziale media sulla sezione lorda del pannello
y_n	[mm]	-2936	Posizione asse neutro rispetto al baricentro della sezione lorda (y_n positivo se compreso tra baricentro e fibra "2")
Ned	[kN]	-2748	Sforzo normale agente sulla sezione lorda del pannello
Med	[kNm]	-20	Momento flettente agente sulla sezione lorda del pannello
Ved	[kN]	13	Taglio agente sulla sezione lorda del pannello
Med_bull	[kNm]	-21	Momento flettente agente sulla bullonature (comprensivo di eventuali componenti parassite legate al taglio)
Verifica in area netta del pannello (fori solo in zona tesa)			
A netta	[mm ²]	10000	Area netta del pannello
S netta	[mm ³]	0	Momento statico della sezione netta rispetto al baricentro della sezione lorda (se positivo indica fori in trazione verso la fibra 1)
Δy_g netta	[mm]	0	Shift del baricentro della sezione netta rispetto al baricentro della sezione lorda (positivo se verso fibra 2)
J netta	[mm ⁴]	2.0833E+08	Inerzia netta del pannello
$\sigma 1_{netta}$	[Mpa]	-249.9	Tensione sul lembo 1 del pannello in area netta
$\sigma 2_{netta}$	[Mpa]	-299.8	Tensione sul lembo 2 del pannello in area netta
f_{yd}	[Mpa]	338.1	Tensione di snervamento (si assume come limite f_{yd} a favore di sicurezza)
η	[-]	0.89	Tasso di sfruttamento per rottura a taglio del bullone
Massimo taglio agente sul singolo bullone			
F x (Ned)	[kN]	229	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dall'azione assiale
F x (Med)	[kN]	19	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F y (Med)	[kN]	5	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F y (Ved)	[kN]	1	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal taglio
F ed	[kN]	248	Forza totale trasmessa dal singolo bullone
Verifica per rifollamento del pannello			
t	[mm]	20	Spessore dell'elemento
α_{est}	[-]	0.61	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato
α_{int}	[-]	0.60	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato
k est	[-]	2.37	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione perpendicolare al carico applicato
k int	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni interni nelle direzione perpendicolare al carico applicato
Fb,rd	[kN]	266	Resistenza a rifollamento minima
Fed	[kN]	248	Sollecitazione di progetto
η	[-]	0.93	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento

VERIFICA SLU DEL GIUNTO A COMPLETO RIPRISTINO

Sollecitazioni sul giunto corrispondenti alla resistenza ultima della sezione lorda della trave			
η_{sez}	[-]	0.89	Tasso di sfruttamento SLU della sezione netta della trave
Ned	[kN]	-3093	Sforzo normale agente sulla sezione lorda del pannello
Med	[kNm]	-22	Momento flettente agente sulla sezione lorda del pannello
Ved	[kN]	15	Taglio agente sulla sezione lorda del pannello
Med_bull	[kNm]	-23	Momento flettente agente sulla bullonature (comprensivo di eventuali componenti parassite legate al taglio)
Verifica in area netta dei coprigiunti (fori solo in zona tesa)			
A netta	[mm ⁴]	16640	Area netta totale dei coprigiunti
S netta	[mm ³]	0	Momento statico della sezione netta rispetto al baricentro della sezione lorda (se positivo indica trazione sulla fibra 1)
Δy_g netta	[mm]	0	Shift del baricentro della sezione netta rispetto al baricentro della sezione lorda (positivo se verso fibra 2)
J netta	[mm ⁴]	3.7495E+08	Inerzia netta totale dei coprigiunti
$\sigma 1_{netta}$	[Mpa]	-169.7	Tensione sul lembo 1 dei coprigiunti in area netta
$\sigma 2_{netta}$	[Mpa]	-202.1	Tensione sul lembo 2 dei coprigiunti in area netta
f_{yd}	[Mpa]	338	Tensione di snervamento
η	[-]	0.60	Tasso di sfruttamento per rottura a taglio del bullone
Massimo taglio agente sul singolo bullone			
F x (Ned)	[kN]	258	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dall'azione assiale
F x (Med)	[kN]	21	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F y (Med)	[kN]	5	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F y (Ved)	[kN]	1	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal taglio
F ed	[kN]	279	Forza totale trasmessa dal singolo bullone
Verifica per rottura a taglio del bullone			

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

n piani taglio	[-]	2	Numeri di piani di taglio resistenti del bullone
Fv,rd	[kN]	187	Resistenza del singolo bullone (singolo piano di taglio)
Fed	[kN]	139	Taglio agente sul singolo bullone
η	[-]	0.75	Tasso di sfruttamento per rottura a taglio del bullone
Verifica per rifollamento del coprigiunto			
t	[mm]	16	Spessore dell'elemento
α est	[-]	0.61	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato
α int	[-]	0.60	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato
k est	[-]	2.37	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione perpendicolare al carico applicato
k int	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni interni nelle direzione perpendicolare al carico applicato
Fb,rd	[kN]	213	Resistenza a rifollamento minima
Fed	[kN]	139	Sollecitazione di progetto
η	[-]	0.65	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento

VERIFICA SLE DEL GIUNTO

Sollecitazioni sul giunto corrispondenti alla combinazione SLE			
σ 1	[Mpa]	-32.0	Tensione assiale sulla fibra 1 della sezione lorda del pannello
σ 2	[Mpa]	-32.0	Tensione assiale sulla fibra 2 della sezione lorda del pannello
τ media	[Mpa]	0	Tensione tangenziale media sulla sezione lorda del pannello
Ned	[kN]	-320	Sforzo normale agente sulla sezione lorda del pannello
Med	[kNm]	0	Momento flettente agente sulla sezione lorda del pannello
Ved	[kNm]	0	Momento flettente agente sulla bullonatura (comprensivo di eventuali componenti parassite legate al taglio)
Med_bull	[kN]	0	Taglio agente sulla sezione lorda del pannello

Massimo taglio agente sul singolo bullone			
F x (Ned)	[kN]	27	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dall'azione assiale
F x (Med)	[kN]	0	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F y (Med)	[kN]	0	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F y (Ved)	[kN]	0	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal taglio
F ed	[kN]	27	Forza totale trasmessa dal singolo bullone

Verifica a scorrimento			
Fs,rd	[kN]	127	Resistenza a scorrimento del singolo bullone
Fed	[kN]	27	Taglio di progetto sul singolo bullone
η	[-]	0.21	Tasso di sfruttamento per scorrimento

VERIFICA DEL GIUNTO SULLA PIATTABANDA SUPERIORE

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PANNELLO

t	[mm]	20	Spessore del pannello
b	[mm]	500	Larghezza/altezza del pannello
d	[mm]	160	Distanza tra i baricentri delle bullonature

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL GIUNTO

Caratteristiche della bullonatura

Classe	[-]	8.8	Classe bulloni
ϕ b	[mm]	M27	Diametro bulloni
Ares,nom	[mm ²]	573	Area resistente nominale del singolo bullone
Ares	[mm ²]	459	Area resistente nella zona filettata del singolo bullone
Fp,cd	[kN]	234	Forza di precarico del bullone
d0	[mm]	27.5	Diametro del foro
nb fila1	[-]	4	Numero di bulloni sulla prima fila
nb fila2	[-]	4	Numero di bulloni sulla seconda fila
nb fila3	[-]	0	Numero di bulloni sulla terza fila
nb fila4	[-]	0	Numero di bulloni sulla quarta fila
nb fila5	[-]	0	Numero di bulloni sulla quinta fila
n tot	[-]	8	Numero bulloni totali
e1	[mm]	40	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione di applicazione del carico
e2	[mm]	40	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione ortogonale al carico
p1	[mm]	70	Interasse bulloni nella direzione di applicazione del carico
p2	[mm]	90	Interasse bulloni nella direzione ortogonale al carico

Caratteristiche dei coprigiunti

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 								
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI2105001</td> <td>B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

n cg	[mm]	2	Numero di coprigiunti
b cg	[mm]	340	Larghezza/altezza dei coprigiunti
t cg	[mm]	14	Spessore dei coprigiunti

VERIFICA SLU DEL PANNELLO IN CORRISPONDENZA DEL GIUNTO

Tensioni agenti sulla sezione lorda del pannello e sollecitazioni interne totali

σ_1	[Mpa]	130.9	Tensione assiale sulla fibra 1 della sezione lorda del pannello
σ_2	[Mpa]	84.1	Tensione assiale sulla fibra 2 della sezione lorda del pannello
τ media	[Mpa]	1.3	Tensione tangenziale media sulla sezione lorda del pannello
yn	[mm]	1148	Posizione asse neutro rispetto al baricentro della sezione lorda (yn positivo se compreso tra baricentro e fibra "2")
Ned	[kN]	1075	Sforzo normale agente sulla sezione lorda del pannello
Med	[kNm]	-20	Momento flettente agente sulla sezione lorda del pannello
Ved	[kN]	13	Taglio agente sulla sezione lorda del pannello
Med_bull	[kNm]	-21	Momento flettente agente sulla bullonature (comprensivo di eventuali componenti parassite legate al taglio)

Verifica in area netta del pannello (fori solo in zona tesa)

A netta	[mm ²]	7800	Area netta del pannello
S netta	[mm ³]	0	Momento statico della sezione netta rispetto al baricentro della sezione lorda (se positivo indica fori in trazione verso la fibra 1)
Δy_g netta	[mm]	0	Shift del baricentro della sezione netta rispetto al baricentro della sezione lorda (positivo se verso fibra 2)
J netta	[mm ⁴]	1.9040E+08	Inerzia netta del pannello
σ_{1_netta}	[Mpa]	164.7	Tensione sul lembo 1 del pannello in area netta
σ_{2_netta}	[Mpa]	110.8	Tensione sul lembo 2 del pannello in area netta
f _{yd}	[Mpa]	338.1	Tensione di snervamento (si assume come limite f _{yd} a favore di sicurezza)
η	[-]	0.49	Tasso di sfruttamento per rottura a taglio del bullone

Massimo taglio agente sul singolo bullone

F x (Ned)	[kN]	134	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dall'azione assiale
F x (Med)	[kN]	33	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F y (Med)	[kN]	14	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F y (Ved)	[kN]	2	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal taglio
F ed	[kN]	168	Forza totale trasmessa dal singolo bullone

Verifica per rifollamento del pannello

t	[mm]	20	Spessore dell'elemento
α est	[-]	0.48	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato
α int	[-]	0.60	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato
k est	[-]	2.37	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione perpendicolare al carico applicato
k int	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni interni nelle direzione perpendicolare al carico applicato
Fb,rd	[kN]	215	Resistenza a rifollamento minima
Fed	[kN]	168	Sollecitazione di progetto
η	[-]	0.78	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento

VERIFICA SLU DEL GIUNTO A COMPLETO RIPRISTINO

Sollecitazioni sul giunto corrispondenti alla resistenza ultima della sezione lorda della trave

η sez	[-]	0.89	Tasso di sfruttamento SLU della sezione netta della trave
Ned	[kN]	1209	Sforzo normale agente sulla sezione lorda del pannello
Med	[kNm]	-22	Momento flettente agente sulla sezione lorda del pannello
Ved	[kN]	15	Taglio agente sulla sezione lorda del pannello
Med_bull	[kNm]	-23	Momento flettente agente sulla bullonature (comprensivo di eventuali componenti parassite legate al taglio)

Verifica in area netta dei coprigiunti (fori solo in zona tesa)

A netta	[mm ⁴]	6440	Area netta totale dei coprigiunti
S netta	[mm ³]	0	Momento statico della sezione netta rispetto al baricentro della sezione lorda (se positivo indica trazione sulla fibra 1)
Δy_g netta	[mm]	0	Shift del baricentro della sezione netta rispetto al baricentro della sezione lorda (positivo se verso fibra 2)
J netta	[mm ⁴]	6.6607E+07	Inerzia netta totale dei coprigiunti
σ_{1_netta}	[Mpa]	246.7	Tensione sul lembo 1 dei coprigiunti in area netta
σ_{2_netta}	[Mpa]	128.8	Tensione sul lembo 2 dei coprigiunti in area netta
f _{yd}	[Mpa]	338	Tensione di snervamento
η	[-]	0.73	Tasso di sfruttamento per rottura a taglio del bullone

Massimo taglio agente sul singolo bullone

F x (Ned)	[kN]	151	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dall'azione assiale
F x (Med)	[kN]	37	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F y (Med)	[kN]	16	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

F_y (Ved)	[kN]	2	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal taglio
F_{ed}	[kN]	189	Forza totale trasmessa dal singolo bullone
Verifica per rottura a taglio del bullone			
n piani taglio	[-]	2	Numeri di piani di taglio resistenti del bullone
F_{v,rd}	[kN]	187	Resistenza del singolo bullone (singolo piano di taglio)
Fed	[kN]	95	Taglio agente sul singolo bullone
η	[-]	0.51	Tasso di sfruttamento per rottura a taglio del bullone
Verifica per rifollamento del coprigiunto			
t	[mm]	14	Spessore dell'elemento
α est	[-]	0.48	Coefficiente α per bulloni di bordo nelle direzione del carico applicato
α int	[-]	0.60	Coefficiente α per bulloni interni nelle direzione del carico applicato
k est	[-]	2.37	Coefficiente k per bulloni di bordo nelle direzione perpendicolare al carico applicato
k int	[-]	2.50	Coefficiente k per bulloni interni nelle direzione perpendicolare al carico applicato
F_{b,rd}	[kN]	151	Resistenza a rifollamento minima
Fed	[kN]	95	Sollecitazione di progetto
η	[-]	0.63	Tasso di sfruttamento per rottura per rifollamento
VERIFICA SLE DEL GIUNTO			
Sollecitazioni sul giunto corrispondenti alla combinazione SLE			
σ_1	[Mpa]	24.4	Tensione assiale sulla fibra 1 della sezione lorda del pannello
σ_2	[Mpa]	24.4	Tensione assiale sulla fibra 2 della sezione lorda del pannello
τ_{media}	[Mpa]	0	Tensione tangenziale media sulla sezione lorda del pannello
Ned	[kN]	244	Sforzo normale agente sulla sezione lorda del pannello
Med	[kNm]	0	Momento flettente agente sulla sezione lorda del pannello
Ved	[kNm]	0	Momento flettente agente sulla bullonature (comprensivo di eventuali componenti parassite legate al taglio)
Med_bull	[kN]	0	Taglio agente sulla sezione lorda del pannello
Massimo taglio agente sul singolo bullone			
F_x (Ned)	[kN]	30	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dall'azione assiale
F_x (Med)	[kN]	0	Forza in direzione X trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F_y (Med)	[kN]	0	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal momento flettente
F_y (Ved)	[kN]	0	Forza in direzione Y trasmessa dal singolo bullone: contributo dato dal taglio
F_{ed}	[kN]	30	Forza totale trasmessa dal singolo bullone
Verifica a scorrimento			
F_{s,rd}	[kN]	127	Resistenza a scorrimento del singolo bullone
Fed	[kN]	30	Taglio di progetto sul singolo bullone
η	[-]	0.24	Tasso di sfruttamento per scorrimento

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

14 VERIFICHE IN DEFORMABILITÀ

Eccessive deformazioni e/o vibrazioni del ponte possono indurre inaccettabili variazioni di geometria al binario. Queste possono avere ripercussioni sui convogli ferroviari e ridurre il comfort ai passeggeri.

È necessario dunque che tali deformazioni risultino limitate entro determinati valori.

Si riportano nei paragrafi seguenti le verifiche in deformabilità richieste per l'impalcato in esame, secondo quanto richiesto al §2.5.1.8.3.2.2 del MDP RFI [2].

Nell'immagine seguente viene riportata la numerazione dei nodi assunta nel modello.

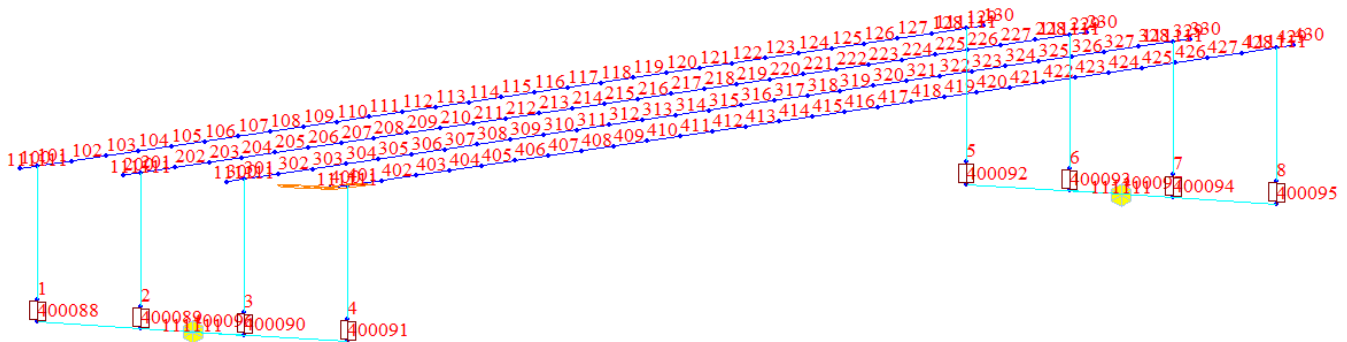


Figura 141 – Numerazione dei nodi delle travi e degli appoggi assunta nel modello

14.1 Verifiche per stati limite di servizio del traffico ferroviario

Le verifiche richieste, di cui si riportano i risultati nel seguito, si basano sulla limitazione dell'entità delle seguenti grandezze:

- Accelerazione verticale dell'impalcato;
- Torsione dell'impalcato (sghembo del binario);
- Inflessione dell'impalcato nel piano orizzontale;
- Inflessione dell'impalcato nel piano verticale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

14.1.1 Accelerazione verticale dell'impalcato

Tale verifica è richiesta in quanto l'opera è caratterizzata da una velocità di progetto maggiore a 200km/h.

Per la verifica si rimanda alla relazione di calcolo dell'analisi dinamica (IN1710EI2CLVI0005009A).

La verifica risulta soddisfatta.

14.1.2 Deformazioni torsionali dell'impalcato

Le deformazioni sono state calcolate considerando i treni di carico LM71 e SW/2, incrementati dei coefficienti α e Φ , nella condizione di un solo binario carico (caso più critico).

Il massimo sghembo è stato calcolato a partire dallo spostamento verticale relativo fra le due rotaie, misurato nella sezione posta a 3m di distanza dall'appoggio.

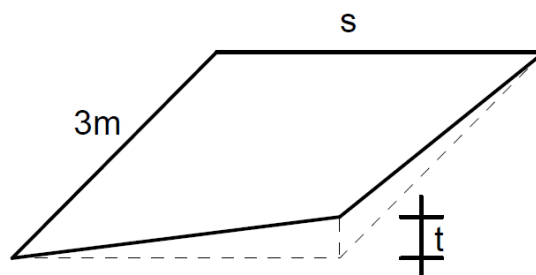


Figura 142 – Sghembo (deformazione torsionale)

Il massimo sghembo ammissibile per $V > 200 \text{ km/h}$ è pari a $t = 1.2 \text{ mm/3m}$.

Massimi spostamenti verticali (cm) in asse rotaie a 2.80m dell'appoggio					
CASO DI CARICO / COMBINAZ.	Binario / Rotaia (nodo)				
	Bin.pari/rot. SX (interpolaz. nodi 103-203)	Bin.pari/rot. DX (interpolaz. nodi 103-203)	Bin.dispari/rot. SX (interpolaz. nodi 303-403)	Bin.dispari/rot. DX (interpolaz. nodi 303-404)	
ML_SW2_p	-0.43	-0.39	-0.28	-0.19	
ML_SW2_d	-0.24	-0.29	-0.39	-0.44	
ML_LM71_p_sx	-0.37	-0.33	-0.23	-0.16	
ML_LM71_p_dx	-0.35	-0.32	-0.24	-0.18	
ML_LM71_d_sx	-0.21	-0.25	-0.32	-0.36	
ML_LM71_d_dx	-0.19	-0.24	-0.33	-0.38	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Massimi spostamenti verticali (cm) in asse rotaie a 3.00m dell'appoggio					
CASO DI CARICO / COMBINAZ.	Binario / Rotaia (nodo)				
	Bin.pari/rot. SX (interpolaz. x=0-x=2.80m)	Bin.pari/rot. DX (interpolaz. x=0-x=2.80m)	Bin.dispari/rot. SX (interpolaz. x=0-x=2.80m)	Bin.dispari/rot. DX (interpolaz. x=0-x=2.80m)	
ML_SW2_p	-0.46	-0.42	-0.30	-0.21	
ML_SW2_d	-0.26	-0.31	-0.41	-0.47	
ML_LM71_p_sx	-0.39	-0.35	-0.25	-0.17	
ML_LM71_p_dx	-0.38	-0.35	-0.26	-0.19	
ML_LM71_d_sx	-0.22	-0.26	-0.35	-0.39	
ML_LM71_d_dx	-0.21	-0.26	-0.35	-0.41	
t max	0.052		0.091		

VERIFICA DEL MASSIMO SGHEMBO		
t, max	0.091	cm/3m
t, amm	0.150	cm/3m
t,lim / t, amm	0.604	Verifica soddisfatta

14.1.3 Inflessione nel piano orizzontale dell'impalcato

La verifica è stata condotta considerando la presenza del treno di carico LM71, incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico e con il coefficiente α , l'azione del vento, il serpeggio, la forza centrifuga e gli effetti di una variazione di temperatura lineare fra i due lati dell'impalcato pari 10°C (§5.2.2.5.2 delle NTC [1]).

La verifica consiste nel controllare che le suddette forze non producano:

- Una variazione angolare maggiore di 0.0015 radianti;
- Un raggio di curvatura minore di 17500m.

Velocità [km/h]	Variazione Angolare massima	Raggio minimo di curvatura	
		Singola campata	Più campate
$V \leq 120$	0,0035 rd	1700 m	3500 m
$120 < V \leq 200$	0,0020 rd	6000 m	9500 m
$200 < V$	0,0015 rd	14000 m	17500 m

Tabella 39 – Massima variazione angolare e minimo raggio di curvatura

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Poiché l'impalcato è in semplice appoggio, il raggio di curvatura è stato calcolato a partire dallo spostamento orizzontale in mezzeria δ_h attraverso la seguente formula: $R=L^2 / (8 \delta_h)$

Massimi spostamenti orizzontali in mezzeria (cm)					
CASO DI CARICO / COMBINAZ.	TRAVE (nodo intradosso travi nel modello)				
	T1(nodo 115)	T2 (nodo 215)	T3 (nodo 315)	T4 (nodo 415)	
$\Delta Td_{orizz} (\pm)$	0.21	0.21	0.21	0.21	
Qvento_(+)	0.11	0.11	0.11	0.11	
Qvento_(-)	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	
LM71_p (gr1)	0.16	0.16	0.16	0.16	
LM71_d (gr.1)	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	
Combo	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	

VERIFICA DELLA VARIAZIONE ANGOLARE E DEL RAGGIO DI CURVATURA ORIZZONTALE		
Luce di calcolo	38	m
$\delta_{,max}$	0.50	cm
$R_h (f,max)$	35949	m
$\Delta\alpha (f,max)$	0.0005	rad
R,min,amm (5.2.VIII)	17500	m
$\Delta\alpha,amm$ (tab.5.2.VIII)	0.0015	rad
R,min,amm / R	0.487	Verifica soddisfatta
$\Delta\alpha / \Delta\alpha, amm$	0.352	Verifica soddisfatta

14.1.4 Inflessione nel piano verticale dell'impalcato

La verifica consiste nel controllare:

- la massima freccia in mezzeria, la quale deve risultare minore a $L/600$;
- il massimo spostamento orizzontale al livello del piano di regolamento del ballast conseguente all'inflessione per carichi verticali, il quale deve risultare minore a 8mm. Tale verifica si riduce ad una limitazione delle rotazioni in appoggio ad un valore pari a $8/H$ [radianti], dove H [in mm] è la distanza tra il piano di regolamento del ballast e il centro di rotazione dell'appoggio assunto nel modello.

Le verifiche sono state condotte, in accordo con quanto indicato nel MDP RFI [2], considerando le deformazioni provocate dai treni di carico LM71 e SW/2, incrementati con i corrispondenti coefficienti α e Φ .

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Come indicato nella nota (6) riportata al §2.5.1.8.3.2.2 dello stesso manuale, la verifica deve essere in generale rispettata per un solo binario carico. Al contrario deve essere verificata anche nelle condizioni di entrambi i binari carichi in caso si voglia applicare il metodo semplificato per il calcolo degli effetti di interazione binario-struttura.

VERIFICA DELLE FRECCIA MASSIMA			
Luce di calcolo	38	m	
f,max	2.65	cm	
f,amm = L/600	6.33	cm	
f,max / f,amm	0.418		Verifica soddisfatta

Massime rotazioni RY (rad) in appoggio per carichi verticali da traffico					
CASO DI CARICO / COMBINAZ.	TRAVE (nodo in appoggio ad intradosso delle travi nel modello)				
	T1(nodo 1)	T2 (nodo 2)	T3 (nodo 3)	T4 (nodo 4)	
ML_LM71_p	0.00121	0.00094	0.00086	0.00057	
ML_LM71_d	0.00059	0.00086	0.00093	0.00119	
ML_SW2_p	0.00141	0.00110	0.00101	0.00063	
ML_SW2_d	0.00068	0.00101	0.00109	0.00135	
LM71_p + LM71_d	0.00180	0.00180	0.00179	0.00176	
LM71_p + SW2_d	0.00189	0.00195	0.00195	0.00192	
SW2_P + LM71_d	0.00200	0.00196	0.00194	0.00181	

VERIFICA DELLA MASSIMA ROTAZIONE IN APPOGGIO (UN SOLO BINARIO CARICO)			
H (app-piano reg.)	320	cm	
ϑ,max	0.0014	rad	
u,max	0.45	cm	
u,amm	0.80	cm	
u,max / u,amm	0.563		Verifica soddisfatta

VERIFICA DELLA MASSIMA ROTAZIONE IN APPOGGIO (DUE BINARI CARICHI - per interazione binario-struttura)			
H (app-piano reg.)	320	cm	
ϑ,max	0.0020	rad	
u,max	0.64	cm	
u,amm	0.80	cm	
u,max / u,amm	0.799		Verifica soddisfatta

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

14.2 Verifiche per stato limite di comfort dei passeggeri

Il comfort di marcia per i passeggeri è controllato limitando i valori della freccia verticale dei ponti ferroviari in funzione della luce e del numero delle campate consecutive, dello schema statico del ponte e della velocità V di percorrenza del convoglio.

L'inflessione verticale deve calcolarsi in asse al binario, considerando il modello di carico LM71 con il relativo incremento dinamico e con il coefficiente α . Si considera carico un solo binario.

La valutazione della massima freccia ammissibile è riportata nel grafico seguente:

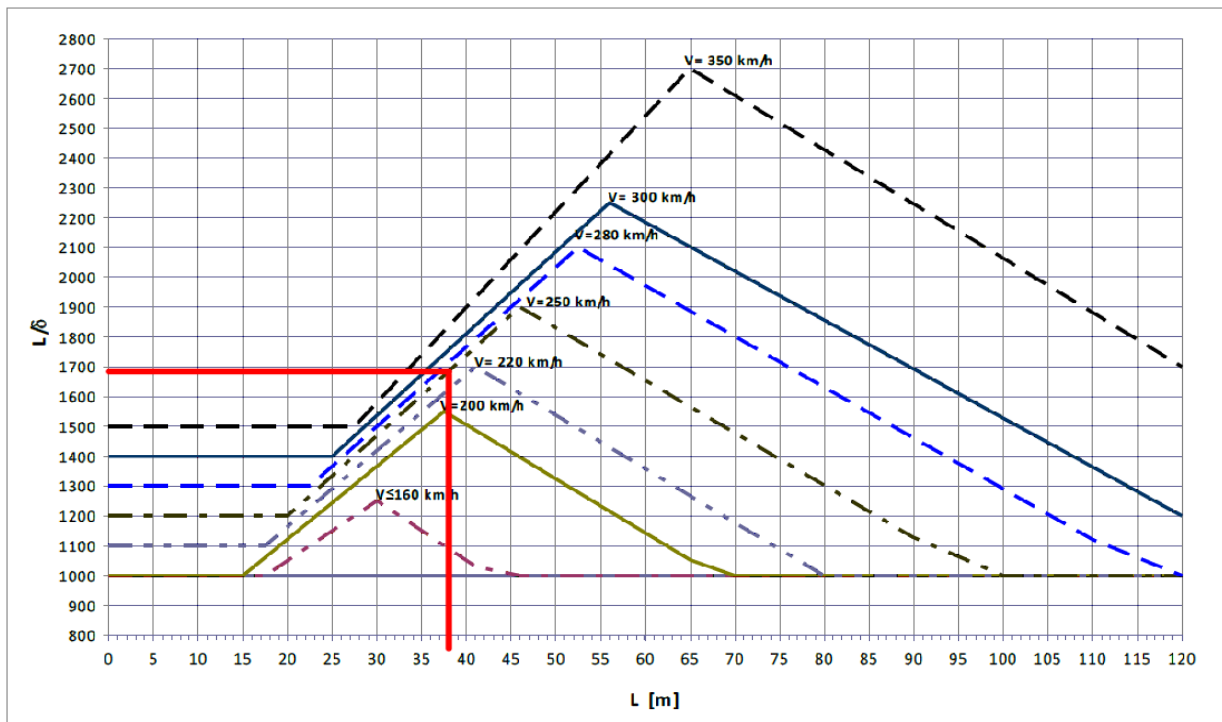


Figura 143 – Valori del limite di deformabilità L/δ per il comfort dei passeggeri (MDP [2])

La massima freccia ammissibile è dunque pari a $L/1700$.

Inoltre, poiché l'impalcato ha una luce superiore a 30 m, è stato verificato che il raggio di curvatura del binario nel piano verticale per deformazioni verso il basso, non fosse risultato inferiore a quello che induce sul mezzo una accelerazione pari a 0,48m/sec. Tale prescrizione si traduce nel controllo del raggio.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Massime frecce verticali DZ (cm) in asse binario			
	Bin. pari (interpolaz. nodi 215-315)	Bin. dispari (interpolaz. nodi 415-515)	
ML_LM71_p	1.47	0.89	
ML_LM71_d	0.91	1.45	

VERIFICA DELLE FRECCIA E DELL'ACCELERAZIONE VERTICALE			
Luce di calcolo	38	m	
f,max	1.47	cm	
f,amm = L/1700	2.24	cm	
f,max / f,amm	0.657		Verifica soddisfatta
R (f,max)	12298	m	
V	250	km/h	
a lim	0.48	m/s ²	
R,min,amm	10047	m	
R,min,amm / R	0.817		Verifica soddisfatta

14.3 Riepilogo delle verifiche

Si riporta un breve riepilogo delle verifiche in deformabilità svolte:

TIPOLOGIA DI VERIFICA	DEF.MASSIMA / DEF.AMMISSIBILE
Accelerazione verticale dell'impalcato	
Deformazioni torsionali dell'impalcato (sghembo)	0.604
Inflessione nel piano orizzontale	0.487
Inflessione nel piano verticale	0.563
Comfort per inflessioni nel piano verticale	0.817

Tabella 40 – Riepilogo delle verifiche in deformabilità

Le verifiche risultano dunque soddisfatte.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

15 CALCOLO DELLA CONTROFRECCIA

Si riporta di seguito il calcolo della controfreccia di costruzione, secondo quanto indicato nel MDP RFI [2]:

VALUTAZIONE DELLA CONTROFRECCIA DI COSTRUZIONE			
Spostamenti verticali in mezzeria da carichi permanenti <i>(spostamenti valutati come valore medio degli spostamenti dei nodi di mezzeria delle travi: nodi 115;215;315;415)</i>			
f_p	[mm]	45	Freccia dovuta al peso proprio della struttura metallica e della soletta (g_1)
f_f	[mm]	27	Freccia dovuta al peso delle finiture e della massiciata (g_2 e $g_{2_ballast}$)
f_r	[mm]	14	Freccia dovuta agli effetti del ritiro (ϵ_2)
Gli effetti viscosi legati ai carichi perm. sono stati considerati assumendo un modulo ridotto per il cls della soletta.			
$f_p + f_f + f_r$	[mm]	86	Freccia totale dovuta ai carichi permanenti
$L / 300$	[mm]	127	Massima freccia consentita per carichi permanenti (§2.5.2.3.7.3 MDP RFI)
Verifica	[mm]	0.68	Verifica soddisfatta
Spostamenti verticali in mezzeria da carichi verticali da traffico <i>(massimo spostamento riscontrato nei nodi di mezzeria delle travi)</i>			
Φf_s	[mm]	26	Freccia dovuta ai carichi verticali da traffico (incrementati per α e Φ)
Controfreccia teorica di costruzione			
c_f	[mm]	93	Controfreccia teorica di costruzione ($f_p + f_f + f_r + 0.25 \Phi f_s$)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

16 APPOGGI, VARCHI, GIUNTI E RITEGNI SISMICI

16.1 Azioni sugli appoggi

Si riportano di seguito:

- le azioni caratteristiche sugli appoggi;
- le massime azioni sugli appoggi per le combinazioni SLU e SLV.

In accordo con quanto indicato al §2.2.1.8.3.3 del MDP RFI [2], per la valutazione delle sollecitazioni sugli appoggi, si è assunto un valore di smorzamento corrispondente a $\xi=10\%$.

Per questioni legate alla presenza di tolleranze negli appoggi fissi, le quali potrebbero portare, sotto azioni trasversali, ad un sovraccarico di uno dei due appoggi fissi rispetto all'altro, a favore di sicurezza, le azioni trasversali (vento, sisma e centrifuga) sono state assegnate (in fase di combinazione) ad un unico appoggio fisso. Chiaramente tale azione è stata utilizzata per il dimensionamento di entrambi i dispositivi fissi.

Si indica con F_v , F_t e F_l , rispettivamente, l'azione verticale, l'azione trasversale e l'azione longitudinale.

Per la numerazione degli appoggi e per l'orientazione degli assi locali, si faccia riferimento alla figura seguente. L'azione assiale sull'appoggio è stata considerata positiva se di compressione.

I simboli "M", "F" ed "UL", riportati in tabella, indicano, rispettivamente, un appoggio multidirezionale, un appoggio fisso e un appoggio unidirezionale longitudinale.

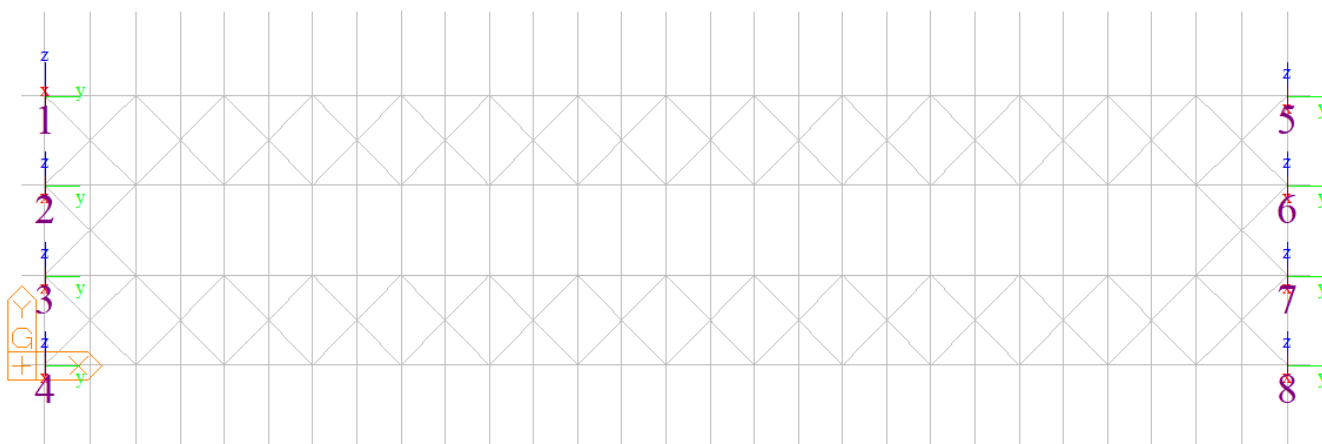


Figura 144 – Numerazione ed assi locali dei link di appoggio

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

LATO FISSO - Scarichi elementari												
CASI DI CARICO [-]	APP. 1			APP. 2			APP. 3			APP. 4		
	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]
g1	927	0	0	856	-4	0	857	4	0	926	0	0
g2	448	0	0	168	-12	0	168	12	0	448	0	0
g2_ballast	715	0	0	742	-4	0	742	4	0	715	0	0
ε2	-519	0	0	518	-31	1	519	31	-1	-519	0	0
ML_LM71_p - Min	-1	0	0	-1	8	11	-16	60	278	-146	0	0
ML_LM71_p - Max	1122	0	0	1241	-48	-278	408	0	-11	2	0	0
ML_LM71_d - Min	-106	0	0	-14	1	265	-1	41	11	-1	0	0
ML_LM71_d - Max	26	0	0	416	-52	-11	1241	-8	-265	1075	0	0
ML_SW/2_p - Min	0	0	0	0	8	2	-8	43	323	-126	0	0
ML_SW/2_p - Max	1317	0	0	1192	-27	-323	474	0	-2	0	0	0
ML_SW/2_d - Min	-39	0	0	-5	0	288	0	18	2	0	0	0
ML_SW/2_d - Max	15	0	0	492	-33	-2	1190	-8	-288	1197	0	0
Qcent_LM71_p	-120	0	0	25	-68	28	20	-73	-28	76	0	0
Qcent_LM71_d	-76	0	0	-20	-73	28	-25	-68	-28	120	0	0
Qcent_SW2_p	-55	0	0	5	-34	14	10	-36	-14	40	0	0
Qcent_SW2_d	-40	0	0	-10	-36	14	-5	-34	-14	55	0	0
Qserp_LM71_p [±]	-49	0	0	-6	-41	10	12	-69	-10	43	0	0
Qserp_LM71_d [±]	-43	0	0	-12	-69	10	6	-41	-10	49	0	0
Qserp_SW2_p [±]	-45	0	0	-6	-37	9	11	-63	-9	39	0	0
Qserp_SW2_d [±]	-39	0	0	-11	-63	9	6	-37	-9	45	0	0
Qaw_LM71_p	-68	0	0	101	-42	-562	93	-22	-538	-40	0	0
Qaw_LM71_d	40	0	0	-93	-22	538	-101	-42	562	68	0	0
Qaw_SW2_p	-62	0	0	91	-39	-511	85	-20	-489	-36	0	0
Qaw_SW2_d	36	0	0	-85	-20	489	-91	-39	511	62	0	0
Qfren_LM71_p	55	0	0	-81	34	449	-75	18	431	32	0	0
Qfren_LM71_d	-32	0	0	75	18	-431	81	34	-449	-55	0	0
Qfren_SW2_p	72	0	0	-106	45	590	-98	23	565	42	0	0
Qfren_SW2_d	-42	0	0	98	23	-565	106	45	-590	-72	0	0
Qvento_(+)	205	0	0	52	237	-69	-23	231	69	-234	0	0
Qvento_(-)	-170	0	0	-42	-231	53	49	-236	-53	163	0	0
Termica U_(+)	-12	0	0	13	117	-6	10	-116	6	-11	0	0
Termica U_(-)	12	0	0	-13	-117	6	-10	116	-6	11	0	0
Termica DT_(+)	-1	0	0	1	0	0	1	0	0	-1	0	0
Termica DT_(-)	1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	1	0	0
SLV_X_ξ=10% [±]	489	0	0	-1121	-26	4256	-1121	-27	4255	490	0	0
SLV_Y_ξ=10% [±]	1271	0	0	278	1883	297	-276	1883	301	-1269	0	0
SLV_X_ξ=5% [±]	599	0	0	-1372	-32	5211	-1372	-33	5211	600	0	0
SLV_Y_ξ=5% [±]	1556	0	0	340	2306	364	-338	2306	368	-1554	0	0
SLV_Z [±]	-156	0	0	-125	4	-410	-125	-3	-410	-156	0	0
20% Qv (SW/2)	117	0	0	204	0	0	204	0	0	117	0	0
Attrito_G (μ=5%)	0	0	0	0	0	193	0	0	193	0	0	0
Attrito_Q (μ=3%)	0	0	0	0	0	86	0	0	86	0	0	0

Tabella 41 – Scarichi elementari sugli appoggi – lato fisso

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

LATO MOBILE - Scarichi elementari												
CASI DI CARICO [-]	APP. 5 M			APP. 6 M			APP. 7 UL			APP. 8 M		
	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]
g1	927	0	0	856	0	0	855	0	0	928	0	0
g2	450	0	0	166	0	0	166	0	0	450	0	0
g2_ballast	716	0	0	742	0	0	742	0	0	716	0	0
ε2	-512	0	0	512	0	0	512	0	0	-512	0	0
ML_LM71_p - Min	-1	0	0	-1	0	0	-25	1	0	-137	0	0
ML_LM71_p - Max	1131	0	0	1174	0	0	474	-20	0	6	0	0
ML_LM71_d - Min	-101	0	0	-22	0	0	-1	19	0	-1	0	0
ML_LM71_d - Max	25	0	0	481	0	0	1181	-1	0	1079	0	0
ML_SW/2_p - Min	0	0	0	0	0	0	-12	0	0	-123	0	0
ML_SW/2_p - Max	1328	0	0	1097	0	0	561	-23	0	0	0	0
ML_SW/2_d - Min	-39	0	0	-8	0	0	0	21	0	0	0	0
ML_SW/2_d - Max	16	0	0	573	0	0	1110	0	0	1202	0	0
Qcent_LM71_p	-108	0	0	20	0	0	1	-137	0	87	0	0
Qcent_LM71_d	-65	0	0	-24	0	0	-42	-137	0	128	0	0
Qcent_SW2_p	-49	0	0	3	0	0	0	-68	0	46	0	0
Qcent_SW2_d	-33	0	0	-13	0	0	-15	-68	0	61	0	0
Qserp_LM71_p [±]	-41	0	0	-14	0	0	5	-109	0	50	0	0
Qserp_LM71_d [±]	-31	0	0	-24	0	0	-6	-109	0	61	0	0
Qserp_SW2_p [±]	-38	0	0	-12	0	0	4	-99	0	46	0	0
Qserp_SW2_d [±]	-28	0	0	-22	0	0	-5	-99	0	55	0	0
Qaw_LM71_p	-11	0	0	-19	0	0	-18	64	0	-37	0	0
Qaw_LM71_d	26	0	0	30	0	0	31	64	0	-1	0	0
Qaw_SW2_p	-10	0	0	-18	0	0	-17	59	0	-34	0	0
Qaw_SW2_d	24	0	0	27	0	0	28	59	0	-1	0	0
Qfren_LM71_p	9	0	0	15	0	0	15	-52	0	30	0	0
Qfren_LM71_d	-21	0	0	-24	0	0	-25	-52	0	1	0	0
Qfren_SW2_p	11	0	0	20	0	0	19	-68	0	39	0	0
Qfren_SW2_d	-27	0	0	-31	0	0	-32	-68	0	1	0	0
Qvento_(+)	164	0	0	74	0	0	38	458	0	-276	0	0
Qvento_(-)	-130	0	0	-68	0	0	-6	-459	0	204	0	0
Termica U_(+)	-32	0	0	32	0	0	32	0	0	-32	0	0
Termica U_(-)	32	0	0	-32	0	0	-32	0	0	32	0	0
Termica DT_(+)	-1	0	0	1	0	0	1	0	0	-1	0	0
Termica DT_(-)	1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	1	0	0
SLV_X_ξ=10% [±]	-472	0	0	-427	0	0	-427	-13	0	-473	0	0
SLV_Y_ξ=10% [±]	1168	0	0	764	0	0	195	4732	0	-1999	0	0
SLV_X_ξ=5% [±]	-578	0	0	-523	0	0	-523	-16	0	-579	0	0
SLV_Y_ξ=5% [±]	1431	0	0	935	0	0	239	5794	0	-2448	0	0
SLV_Z [±]	-142	0	0	-130	0	0	-130	2	0	-142	0	0
20% Qv (SW/2)	117	0	0	204	0	0	204	0	0	117	0	0
Attrito_G (μ=5%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Attrito_Q (μ=3%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 42 – Scarichi elementari sugli appoggi – lato mobile

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

LATO FISSO - Scarichi di progetto SLU MAX/MIN												
COMBINAZIONI [-]	APP. 1 M			APP. 2 F			APP. 3 F			APP. 4 M		
	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]
SLU-Fv max	5367	0	0	6028	511	-1340	5940	-330	-1553	5275	0	0
SLU-Fv min	211	0	0	1216	-827	1953	1244	14	1914	358	0	0
SLU-Ft max	-	-	-	4586	-1150	638	3897	1285	293	-	-	-
SLU-FI max	-	-	-	3540	-234	2373	3967	607	2450	-	-	-

Tabella 43 – Scarichi di progetto SLU – lato fisso

LATO FISSO - Scarichi di progetto SLV MAX/MIN												
COMBINAZIONI [-]	APP. 1 M			APP. 2 F			APP. 3 F			APP. 4 M		
	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]
SLV-Fv max	3678	0	0	3736	1193	-4218	3736	-992	-4221	3675	0	0
SLV-Fv min	218	0	0	722	-1265	4220	725	1064	4219	219	0	0
SLV-Ft max (N max)	-	-	-	3146	3811	-1447	3135	-3764	-1458	-	-	-
SLV-Ft max (N min)	-	-	-	1313	-3883	1449	1326	3836	1456	-	-	-
SLV-FI max (N max)	-	-	-	3736	1193	-4218	3726	-1108	-4226	-	-	-
SLV-FI max (N min)	-	-	-	722	-1265	4220	735	1180	4224	-	-	-

Tabella 44 – Scarichi di progetto SLV – lato fisso

LATO MOBILE - Scarichi di progetto SLU MAX/MIN												
COMBINAZIONI [-]	APP. 5 M			APP. 6 M			APP. 7 UL			APP. 8 M		
	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]
SLU-Fv max	5266	0	0	5858	0	0	5801	358	0	5357	0	0
SLU-Fv min	356	0	0	1351	0	0	1406	-637	0	347	0	0
SLU-Ft max	-	-	-	-	-	-	3680	-1233	0	-	-	-
SLU-FI max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 45 – Scarichi di progetto SLU – lato mobile

LATO MOBILE - Scarichi di progetto SLV MAX/MIN												
COMBINAZIONI [-]	APP. 5 M			APP. 6 M			APP. 7 UL			APP. 8 M		
	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]	Fv [kN]	Ft [kN]	FI [kN]
SLV-Fv max	3579	0	0	3426	0	0	3019	1432	0	4411	0	0
SLV-Fv min	329	0	0	1020	0	0	1426	-1432	0	-501	0	0
SLV-Ft max (N max)	-	-	-	-	-	-	2857	4735	0	-	-	-
SLV-Ft max (N min)	-	-	-	-	-	-	1588	-4735	0	-	-	-
SLV-FI max (N max)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SLV-FI max (N min)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 46 – Scarichi di progetto SLV – lato mobile

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

16.2 Varchi e giunti

Per il calcolo dell'escursione dei giunti E_L si è fatto affidamento a quanto indicato nel §2.3.2.1.5 del MDP RFI [2] :

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

Ove:

$E_1 =$ spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;

$E_2 =$ spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;

$E_3 =$ spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate;

$k_1 =$ 0,45 coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;

$k_2 =$ 0,55 coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti;

$d_{Ed} =$ è lo spostamento relativo totale tra le parti, pari allo spostamento d_E prodotto dall'azione sismica di progetto, calcolato come indicato nel paragrafo 7.3.3.3 del DM 14.1.2008 che di seguito si riporta.

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

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

Dove :

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

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

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

$d_{eg} =$ è lo spostamento relativo tra le parti dovuto agli spostamenti relativi del terreno, da valutare secondo il paragrafo 3.2.3.3 del DM 14.1.2008 che di seguito si riporta;

Il valore da assumersi deve essere comunque maggiore di:

$$E_L \geq 2.3 \cdot \frac{L}{1000} + 0.073 \quad \text{e} \quad E_L \geq 0.10m \quad \text{per le zone classificate sismiche con } a_g(\text{SLV}) < 0.25 g$$

e del massimo tra i valori E_1 , E_2 e E_3 .

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
		B		

CALCOLO E ₁			
L	[m]	40.00	Lunghezza impalcato (appoggio-appoggio)
ΔT	[°C]	22.50	Variazione termica uniforme incrementata del 50%
α	[s]	1.20E-05	Coefficiente dilatazione termica (acciaio)
D _t	[m]	0.011	Spostamento dovuto a variazione termica uniforme
E ₁	[m]	0.022	Spostamento E ₁ = 2 D _t

CALCOLO E ₂			
d _{Ee}	[m]	0.011	Spostamento SLV da analisi lineare
q	[-]	1.50	Fattore di struttura
T _c	[s]	0.452	Periodo T _c
T ₁	[s]	0.210	Periodo proprio longitudinale della struttura
μ	[-]	2.076	Fattore che tiene conto della presenza di "q" nell'analisi
d _{Ed}	[m]	0.024	Spostamento SLV di progetto
E ₃	[m]	0.052	Spostamento E ₂ = 4 k ₂ d _{Ed} , dove k ₂ = 0.55

CALCOLO E ₃			
a _g (SLV)	[g]	0.213	Accelerazione massima del suolo
S	[-]	1.385	Fattore amplificativo "S"
T _c	[s]	0.454	Periodo T _c
T _d	[s]	2.451	Periodo T _d
dg	[m]	0.081	Massimo spostamento assoluto del suolo
v	[m/s]	270.0	Velocità di propagazione delle onde di taglio
x	[m]	40.0	Distanza tra le pile
d _{ij0}	[m]	0.0000	Spostamento relativo tra due posti posti a piccola distanza
d _{ij,max}	[m]	0.1423	Spostamento relativo nel caso di moto indipendente tra i punti "i" e "j"
d _{ij,max}	[m]	0.0398	Spostamento relativo tra le pile (moto correlato)
E ₂	[m]	0.0797	Spostamento E ₃ = 2 d _{ij}

CALCOLO E _L			
k ₁	[-]	0.45	Coefficiente che tiene conto della probabilità di concomitanza delle azioni
E _L	[m]	0.069	Escursione totale dei giunti
E _{i,max}	[m]	0.080	Massimo tra i valori E ₁ , E ₂ e E ₃
E _{L,min}	[m]	0.165	Escursione totale dei giunti minima

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

La corsa degli apparecchi d'appoggio mobili è stata calcolata come:

$$\pm (E_L/2 + E_L/8) \text{ con un minimo di } \pm (E_L/2 + 15 \text{ mm}).$$

Il giunto tra le testate deve dunque garantire un'escursione pari a:

$$\pm (E_L/2 + 10 \text{ mm})$$

Il varco previsto è pari a:

$$V \geq E_L/2 + V_o \quad \text{ove } V_o = 20 \text{ mm}$$

In Tabella 47 si riportano le caratteristiche dei varchi e dei giunti previsti.

Limp (m)	EL (mm)	Corsa appoggi (mm)	Escursione giunti (mm)	Varco soletta min (mm)	V assunto (mm)	min/max giunto (mm)
40	165	105	95	105	100	5/195

Tabella 47 – Caratteristiche dei varchi e dei giunti

16.3 Ritegni sismici

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni sui ritegni per le combinazioni SLU e SLV.

In accordo con quanto indicato al §2.2.1.8.3.3 del MDP RFI [2], per la valutazione delle sollecitazioni sui ritegni sismici, si è assunto un valore di smorzamento corrispondente a $\xi=10\%$.

Longitudinale		
Fl tot [kN]	cuscinetti di battuta	combinazione
8260	4	SLV
Trasversale		
Ft tot [kN]	cuscinetti di battuta	combinazione
4735	1	SLV

Tabella 48 – Azioni SLV sui ritegni sismici

Nei seguenti sotto paragrafi sono riportate le verifiche per i due componenti separatamente

16.3.1 Ritegno longitudinale

Il ritegno longitudinale consiste in una piastra di dimensioni 850 mm x 150 mm x 40 mm saldata a ridosso della piattabanda inferiore in corrispondenza della parte terminale delle travi. La funzione è quella di ritenere la struttura longitudinalmente in caso di eventi estremi.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

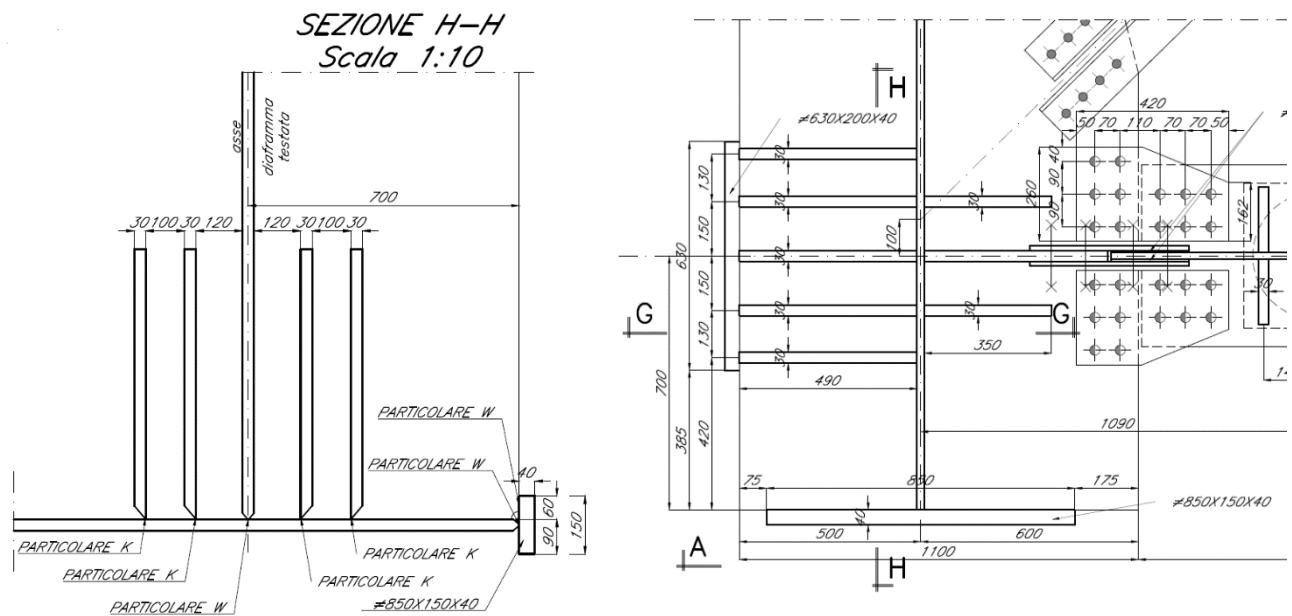


Figura 145 – Dettaglio del ritegno sismico longitudinale

La base del calcolo consiste nel verificare le tensioni che si generano lato trave nel momento in cui vi è il contatto con il cuscinetto.

VERIFICA RITEGNO LONGITUDINALE			
L	[mm]	850	Lunghezza
H	[mm]	150	Altezza
t	[mm]	40	Spessore
t _{pb}	[mm]	30	Spessore piattabanda trave
t _w	[mm]	20	Spessore anima trave
b	[mm]	75	Sbalzo rispetto piattabanda
F	[kN]	2065	Forza SLV su singolo ritegno
p	[MPa]	16.2	Pressione
M	[Nmm/mm]	45551	Momento per unità di lunghezza

Verifica a flessione del piatto di battuta

σ	[MPa]	170.8	Tensione assiale
τ	[MPa]	30.4	Tensione tangenziale
σ_{id}	[MPa]	178.7	Tensioni ideale (Von Mises)

Verifica per tensioni locali su trave

A	[mm ²]	26700	Area trave "in ombra" al ritegno
σ_t	[MPa]	77.3	Tensione su trave

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

16.3.2 Ritegno trasversale

Il ritegno trasversale consiste in una piastra situata ai lati delle travi di riva dell'impalcato. Il suo compito è quello di contenere la struttura in senso trasversale conseguentemente ad eventi estremi o accidentali ed evitare perdite di equilibrio.

Tale piastra risulta saldata alla piattabanda e ad una serie di irrigidimenti (in numero di cinque) il cui compito è diffondere la forza puntuale che nasce nel momento in cui la piastra va in battuta con il ritegno trasversale in calcestruzzo presente sulla pila. Al fine di cogliere ed analizzare gli effetti di diffusione ed una corretta distribuzione tensionale, è stata fatta una modellazione 3d con elementi shell. Il modello è composto dalla piattabanda, dall'anima e dagli elementi propri del ritegno trasversale. Opportuni vincoli al contorno replicano la reale condizione della parte terminale della struttura.

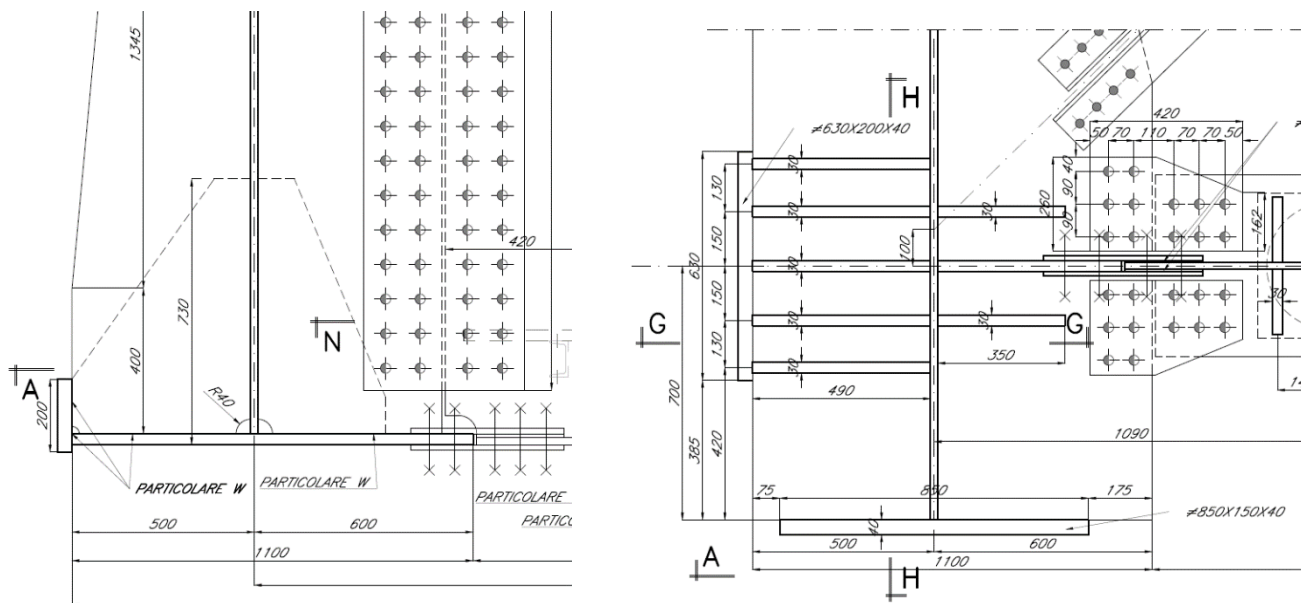


Figura 146 – Dettaglio del ritegno sismico trasversale

Applicando una pressione laterale sulla piastra di ritegno ci si è assicurati la corrente diffusione del carico e il mantenimento in campo elastico dei valori tensionali.

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

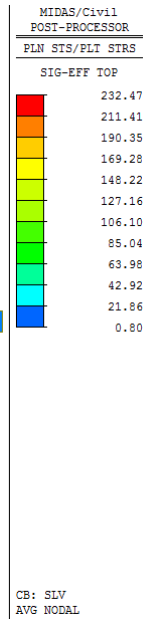
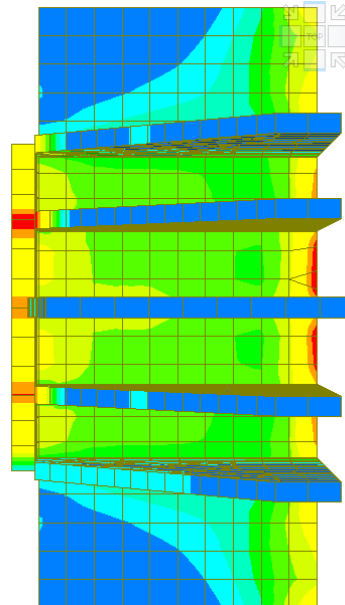
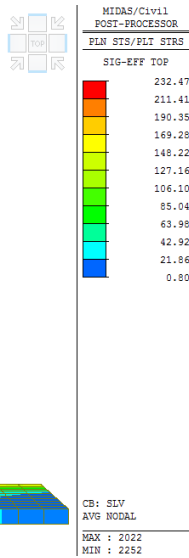
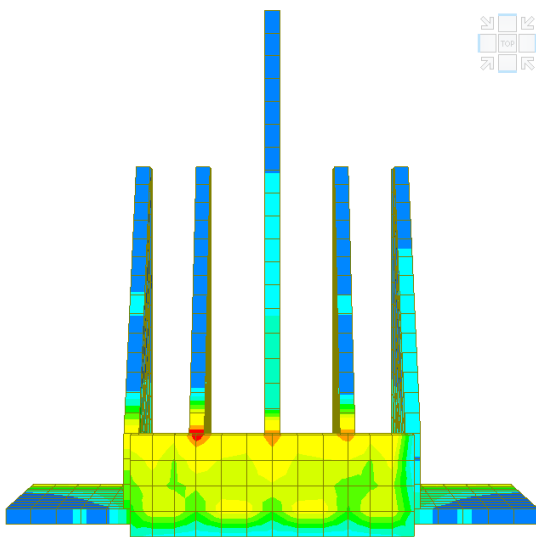
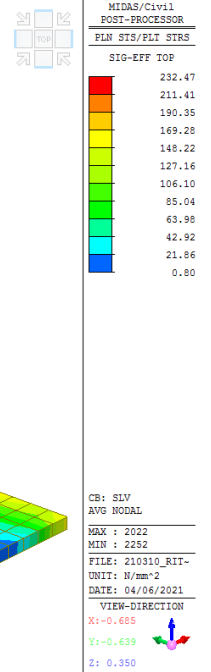
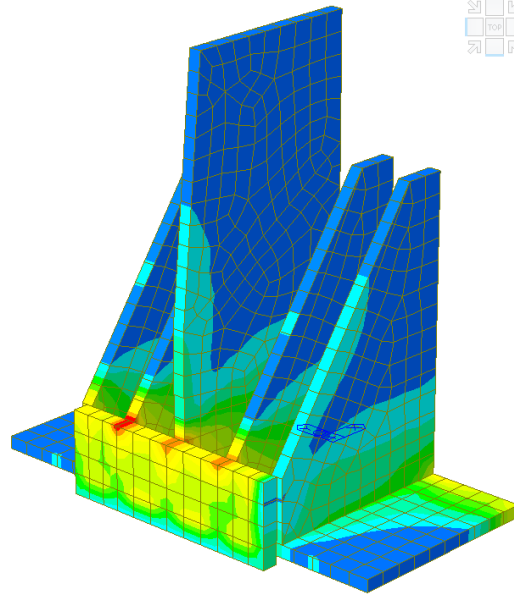
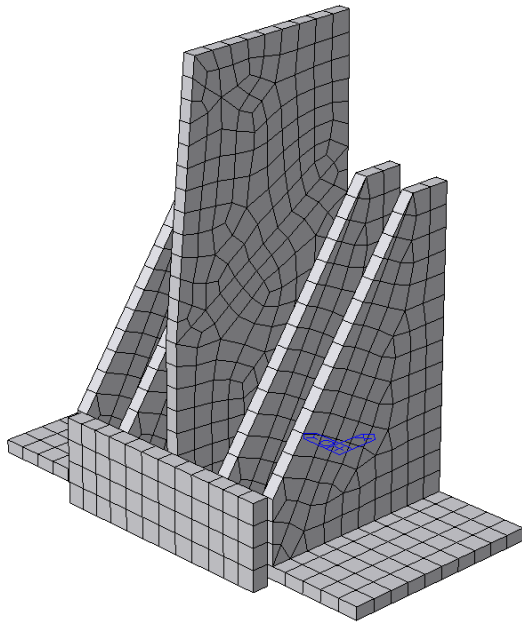


Figura 147 – Prospetto e risultati dell'analisi locale del ritegno

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

16.4 Sistema anti-sollevamento

Al fine di evitare il sollevamento dell'appoggio multidirezionale n°8 (vedere Figura 144 per la numerazione degli appoggi) per condizione sismica, si prevede l'installazione di un dispositivo anti-sollevamento.

La massima trazione presente in tale appoggio è pari a:

$$F_{Ed} = 501 \text{ kN}$$

Il dispositivo consiste in un elemento in acciaio opportunamente irrigidito che ha il compito di trasferire l'azione di trazione ad un sistema di ancoraggio posto sul pulvino.

Tale elemento è posto in corrispondenza dalla parte esterna della piattabanda inferiore, nella parte anteriore all'appoggio.

Nelle immagini seguenti si riportano i dettagli del suddetto sistema anti-sollevamento.

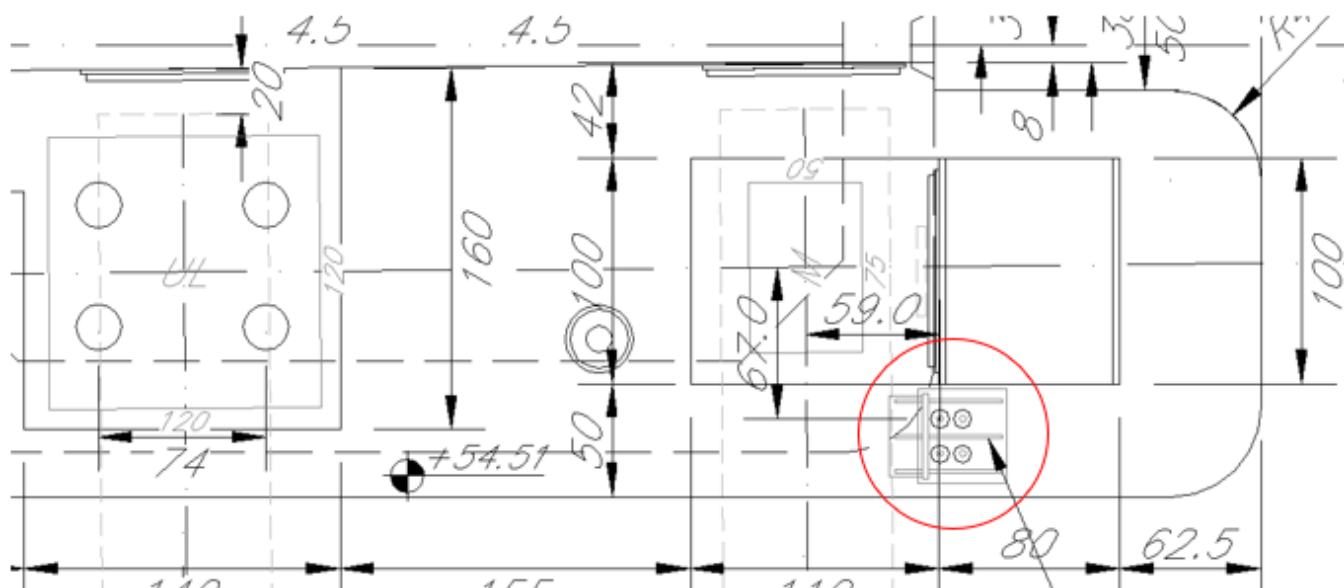


Figura 148 – Posizione del dispositivo sul pulvino

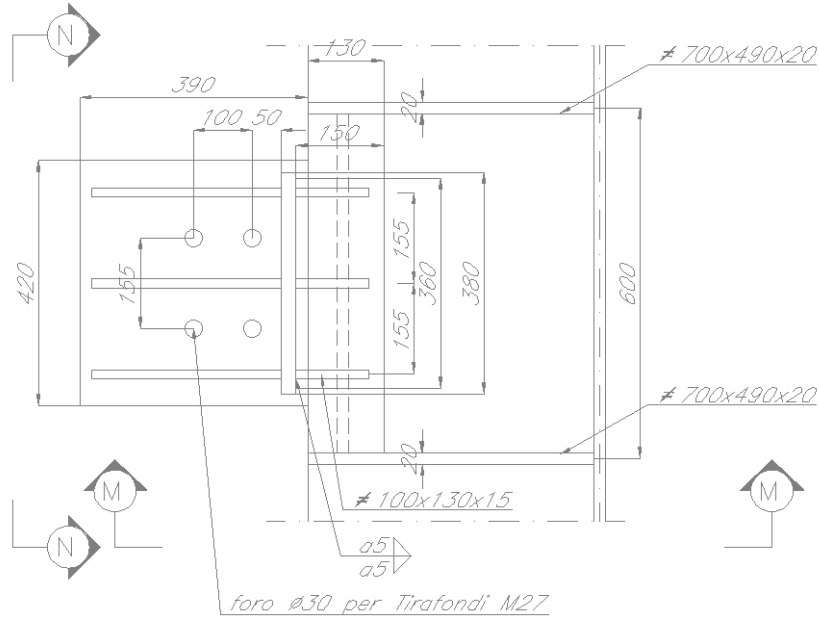


Figura 149 – Dettaglio del sistema anti-sollevamento – vista in pianta

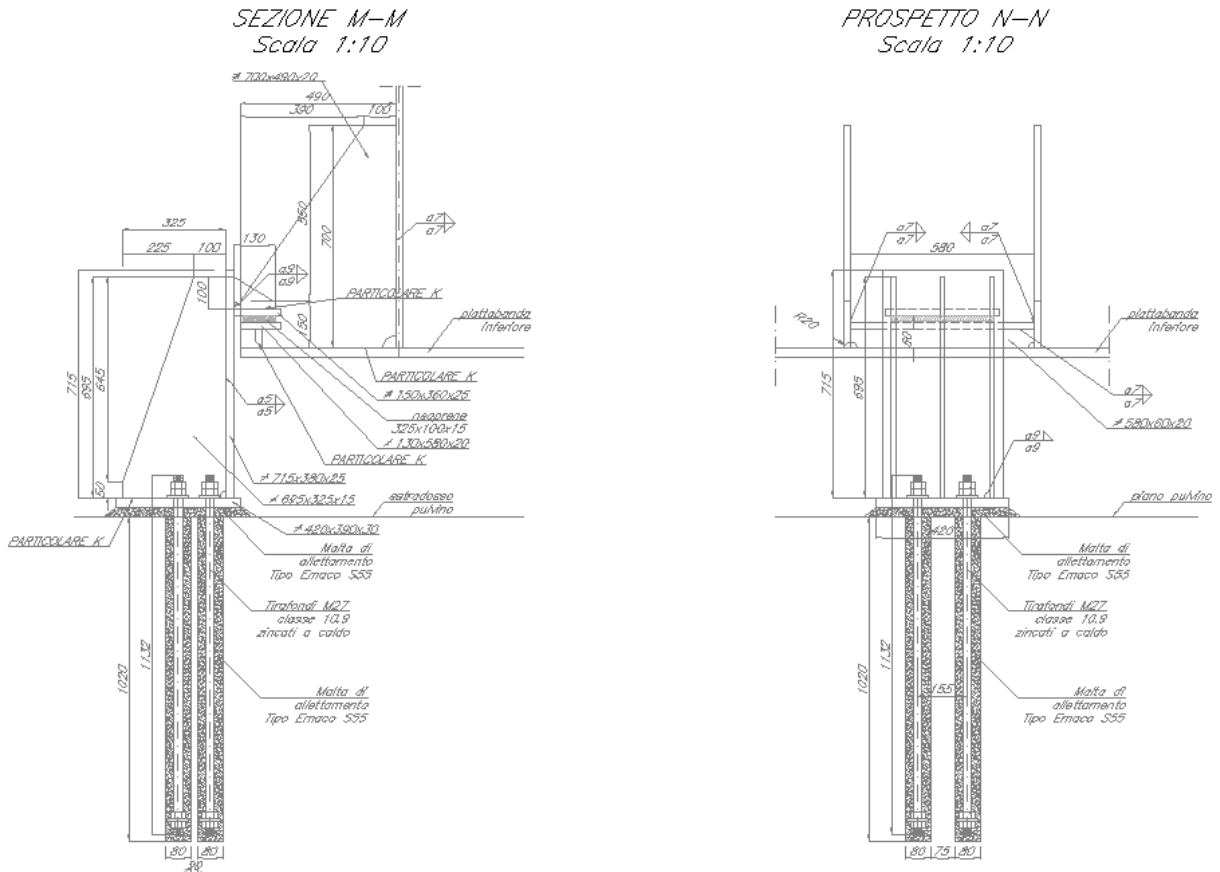


Figura 150 – Dettaglio del sistema anti-sollevamento – viste laterali

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

16.4.1 Verifica dell'ancoraggio

Per le verifiche dell'ancoraggio si fa riferimento alla normativa UNI EN 1992-4.

Sul sistema di ancoraggio agisce uno stato di pressoflessione dato da uno sforzo normale pari a:

$$N = 501 \text{ kN}$$

e un momento flettente legato all'eccentricità "e" tra il baricentro del piatto di battuta e il baricentro della piastra di base dell'ancoraggio.

$$M = N \cdot e = 501 \text{ kN} \cdot 0.265\text{m} = 132.8 \text{ kNm}$$

Poiché è possibile ipotizzare la piastra di base dell'ancoraggio come rigida, essendo questa opportunamente irrigidita, le sollecitazioni sui tirafondi sono state valutate con un approccio analogo a quello adottato per il calcolo nelle sezioni in C.A. (ipotesi di Navier delle sezioni piane).

Si riporta di seguito il calcolo della tensione presente sui tirafondi. Il calcolo è stato eseguito tramite il software RCSEC,

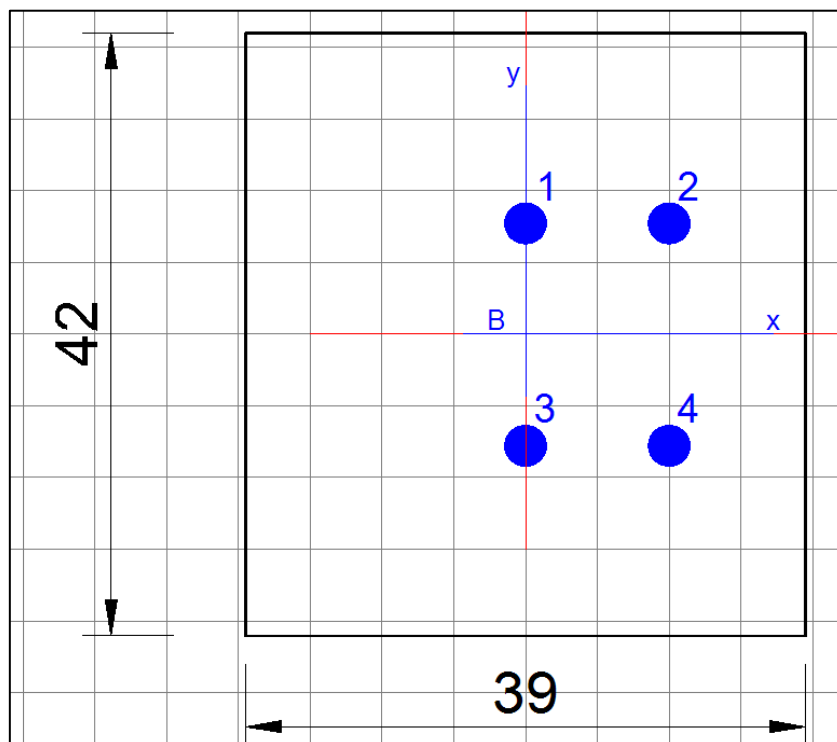


Figura 151 – Geometria della piastra di base

Adottando inizialmente un approccio elastico, si è assunto un coefficiente di omogeneizzazione a "tempo zero", in quanto lo stato tensionale consegue ad una azione di breve durata (combinazione sismica)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001
			B

NOME SEZIONE: 4TRAVI_Antisollevamento

Normativa di riferimento: N.T.C.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40_n0
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.1 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.02 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	6.30
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.2 MPa
ACCIAIO LONG. -	Tipo:	Classe 10.9
	Resist. caratt. snervam. fyk:	900.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	1000.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	680.0 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	680.0 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2100000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	720.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40_n0

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-19.5	-21.0
2	-19.5	21.0
3	19.5	21.0
4	19.5	-21.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	0.0	7.8	24.2
2	10.0	7.8	24.2
3	0.0	-7.8	24.2
4	10.0	-7.8	24.2

COMBINAZIONE

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-501.00	0.00	-132.80

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

RISULTATI DEL CALCOLO

MASSIME TENSIONI NORMALI

Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]							
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)							
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]							
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)							
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre							
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure							
N°Comb	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	30.18	-19.5	-21.0	-645.2	10.0	-7.8	462	9.2

Dai risultati si nota come la tensione del calcestruzzo sia maggiore della tensione f_{cd} . Per il calcolo della tensione nei tirafondi si ricorre dunque ad un calcolo plastico analogo al calcolo SLU delle sezioni in C.A.

NOME SEZIONE: 4TRAVI_Antisollevamento

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi

Normativa di riferimento: N.T.C.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40_n0
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.1 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.02 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	6.30
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.2 MPa
ACCIAIO LONG. -	Tipo:	Classe 10.9
	Resist. caratt. snervam. fyk:	900.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	1000.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	680.0 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	680.0 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2100000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	720.00 MPa

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40_n0

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-18.5	-19.0
2	-18.5	19.0
3	18.5	19.0
4	18.5	-19.0

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	0.5	7.8	24.2
2	10.5	7.8	24.2
3	0.5	-7.8	24.2
4	10.5	-7.8	24.2

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-501.00	0.00	-132.80	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)								
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)								
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000								
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]								
N° Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	-501.00	0.00	-132.80	-500.93	0.00	-162.58	1.28	18.4(4.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-18.5	19.0	-0.00254	0.5	7.8	-0.00571	10.5	-7.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000317694	0.000000000	-0.002377346	----	----

La massima tensione sui tirafondi è dunque pari alla massima tensione per essi ammissibile (**680.0 MPa**), cui corrisponde una forza assiale pari a:

$$N = 312.1 \text{ kN} \quad (A = 459 \text{ mm}^2)$$

Dai risultati ottenuti dalla precedente verifica, si assume automaticamente soddisfatta la verifica per rottura lato calcestruzzo nella zona di contatto con la piastra di base.

In accordo con la normativa UNI EN 1992-4, per tirafondi semplicemente tesi, le verifiche da svolgere sono quelle riportate in Figura 152.

In Tabella 49 sono invece riportati in coefficienti di sicurezza per le verifiche.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

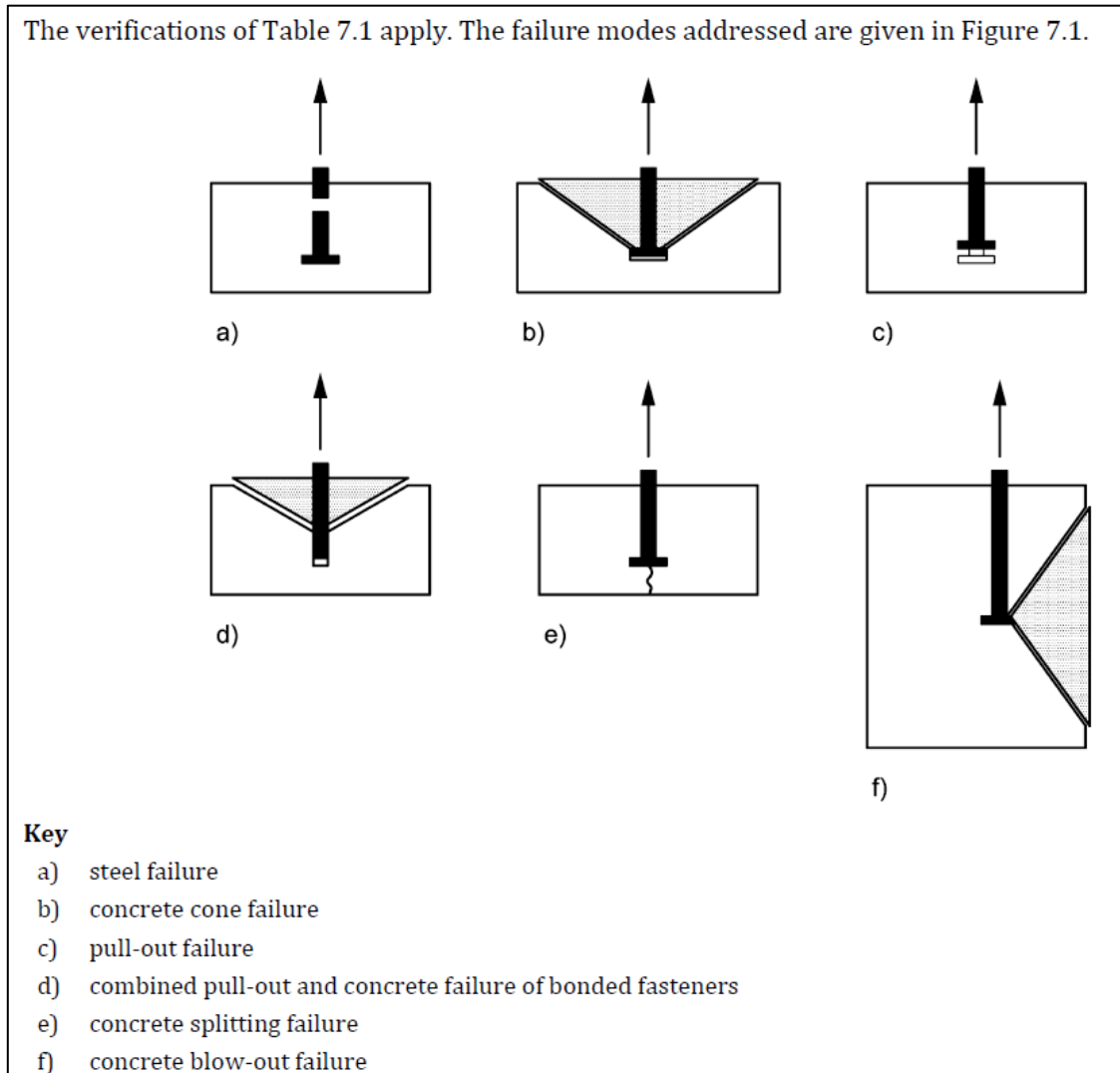


Figura 152 – Verifiche richieste per ancoraggi tesi (UNI EN 1992-4)

Si esclude la possibilità di rottura del cono di calcestruzzo (casi “b” e d”) vista la presenza di un’abbondante quantità di armature verticali (staffe e spille) all’interno del potenziale cono di rottura.

Si esclude la rottura per splitting (caso “e”) vista la tipologia di ancoraggio.

La verifica per blow-out (caso “f”) viene omessa in quanto ampiamente soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Failure modes	Partial factor	
	Permanent and transient design situations	Accidental design situation
Steel failure - fasteners		
Tension	$= 1,2 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,4$	$= 1,05 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,25$
Shear with and without lever arm	γ_{Ms} $= 1,0 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,25$ when $f_{uk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ and $f_{yk}/f_{uk} \leq 0,8$ $= 1,5$ when $f_{uk} > 800 \text{ N/mm}^2$ or $f_{yk}/f_{uk} > 0,8$	$= 1,0 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,25$ when $f_{uk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ and $f_{yk}/f_{uk} \leq 0,8$ $= 1,3$ when $f_{uk} > 800 \text{ N/mm}^2$ or $f_{yk}/f_{uk} > 0,8$
Steel failure - anchor channels		
Tension in anchors and channel bolts	$= 1,2 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,4$	$= 1,05 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,25$
Shear with and without lever arm in channel bolts	γ_{Ms} $= 1,0 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,25$ when $f_{uk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ and $f_{yk}/f_{uk} \leq 0,8$ $= 1,5$ when $f_{uk} > 800 \text{ N/mm}^2$ or $f_{yk}/f_{uk} > 0,8$	$= 1,0 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,25$ when $f_{uk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ and $f_{yk}/f_{uk} \leq 0,8$ $= 1,3$ when $f_{uk} > 800 \text{ N/mm}^2$ or $f_{yk}/f_{uk} > 0,8$
Connection between anchor and channel in tension and shear	$\gamma_{Ms,ca} = 1,8$	$= 1,6$
Local failure of anchor channel by bending of lips in tension and shear	$\gamma_{Ms,l} = 1,8$	$= 1,6$
Bending of channel	$\gamma_{Ms,flex} = 1,15$	$= 1,0$
Steel failure - supplementary reinforcement		
Tension	$\gamma_{Ms,re} = 1,15^a$	$= 1,0$
Concrete related failure		
Concrete cone failure, concrete edge failure, concrete blow-out failure, concrete pry-out failure	$\gamma_{Mc} = \gamma_c \cdot \gamma_{inst}$ $\gamma_c = 1,5^a$ for seismic repair and strengthening of existing structures see the EN 1998 series	$= \gamma_c \cdot \gamma_{inst}$ $= 1,2^a$ for seismic repair and strengthening of existing structures see the EN 1998 series
	$\gamma_{inst} = 1,0$ for headed fasteners and anchor channels satisfying the requirements of 4.6 (in tension and shear) $\geq 1,0$ for post-installed fasteners in tension, see relevant European Technical Product Specification $= 1,0$ for post-installed fasteners in shear	
Concrete splitting failure	$\gamma_{Msp} = \gamma_{Mc}$	
Pull-out and combined pull-out and concrete failure	$\gamma_{Mp} = \gamma_{Mc}$	
^a The values are in accordance with EN 1992-1-1.		

Tabella 49 – Coefficienti di sicurezza per le verifiche dell'ancoraggio (UNI EN 1992-4)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

Classe	[-]	C32/40	Classe del calcestruzzo del pulvino
f_{ck}	[MPa]	33.2	Resistenza caratteristica

CARATTERISTICHE TIRAFONDI
Barre dei tirafondi

Classe	[-]	10.9	Classe acciaio
f_{yb}	[MPa]	900	Resistenza caratteristica a snervamento
f_{tb}	[MPa]	1000	Resistenza caratteristica a rottura
Φ	[-]	M27	Dimensione
d	[mm]	27	Diametro
d_{nut}	[mm]	46	Diametro della circonferenza inscritta nel dado
A_{res}	[mm ²]	459	Area resistente del tirafondo
h_{ef}	[mm]	1000	Profondità di ancoraggio

Piastra di testa

Classe	[-]	S355	Classe acciaio
f_{yk}	[MPa]	355	Diametro della rondella di testa dell'ancoraggio
d_h	[mm]	60	Diametro della rondella di testa dell'ancoraggio
t_h	[mm]	20	Spessore della rondella di testa dell'ancoraggio

a) Steel Failure of fasteners (EN 1992-4 §7.2.1.3)

c	[-]	0.85	Coeff. di riduzione per bulloni con filettatura interrotta - filettature non conformi alla EN1090 (§3.6.1(3) UNI EN 1993-8)
$N_{Rk,s}$	[kN]	390.2	Resistenza caratteristica per rottura a trazione dell'acciaio dell'elemento di fissaggio
γ_{Ms}	[-]	1.25	Coefficiente di sicurezza per carichi variabili (UNI EN 1992-4)
$N_{Rd,s}$	[kN]	312.1	Resistenza di calcolo per rottura a trazione dell'acciaio dell'elemento di fissaggio
N_{ed}	[kN]	312.1	Azione di calcolo
η	[-]	1.00	Tasso di sfruttamento

Come già vista nella verifica riportata precedentemente, i tirafondi si plasticizzano.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

c) Pull-out failure of fastener (EN 1992-4 §7.2.1.5)

d_h^*	[mm]	60	Diametro della testa dell'ancoraggio modificata (non deve assumersi un valore maggiore di "6t _h + d")
A_h	[mm ²]	2255	Area della testa dell'ancoraggio soggetta a pressione
k_2	[-]	7.5	Parametro che tiene conto della condizione del calcestruzzo (a favore di sicurezza, si assume calcestruzzo fessurato)
$N_{Rk,p}$	[kN]	561.5	Resistenza caratteristica a pull-out
γ_{Mp}	[-]	1.20	Coefficiente di sicurezza
$N_{Rd,p}$	[kN]	467.9	Resistenza di progetto a pull-out
N_{ed}	[kN]	390.2	Azione di calcolo
η	[-]	0.83	Tasso di sfruttamento

dove: $N_{Rk,p} = k_2 \cdot A_h \cdot f_{ck}$

ed N_{ed} è pari alla resistenza caratteristica del tirafondo.

La verifica di pull-out riportata in Eurocodice tiene conto della sola rottura lato calcestruzzo. Tale verifica è stata dunque integrata con la rottura lato acciaio (rottura della piastra di testa).

Si ipotizza uno schema di calcolo come quello riportato in figura seguente.

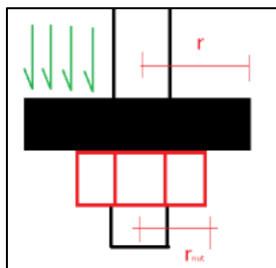


Figura 153 – Schema di calcolo della piastra di testa dell'ancoraggio

Ipotizzando, a favore di sicurezza uno schema a mensola, il modulo resistente sarà dato da:

$$W_{pl} = 2\pi \cdot r_{nut} \cdot t_h^2 / 4$$

<i>Verifica della piastra di testa</i>			
p	[MPa]	173	Pressione agente sulla piastra di testa
M_{ed}	[kNm]	1.4	Momento agente in corrispondenza della sezione di incastro
W_{pl}	[mm ³]	28903	Modulo di resistenza plastico
M_{Rd}	[kNm]	9.8	Momento resistente
η	[-]	0.14	Tasso di sfruttamento

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

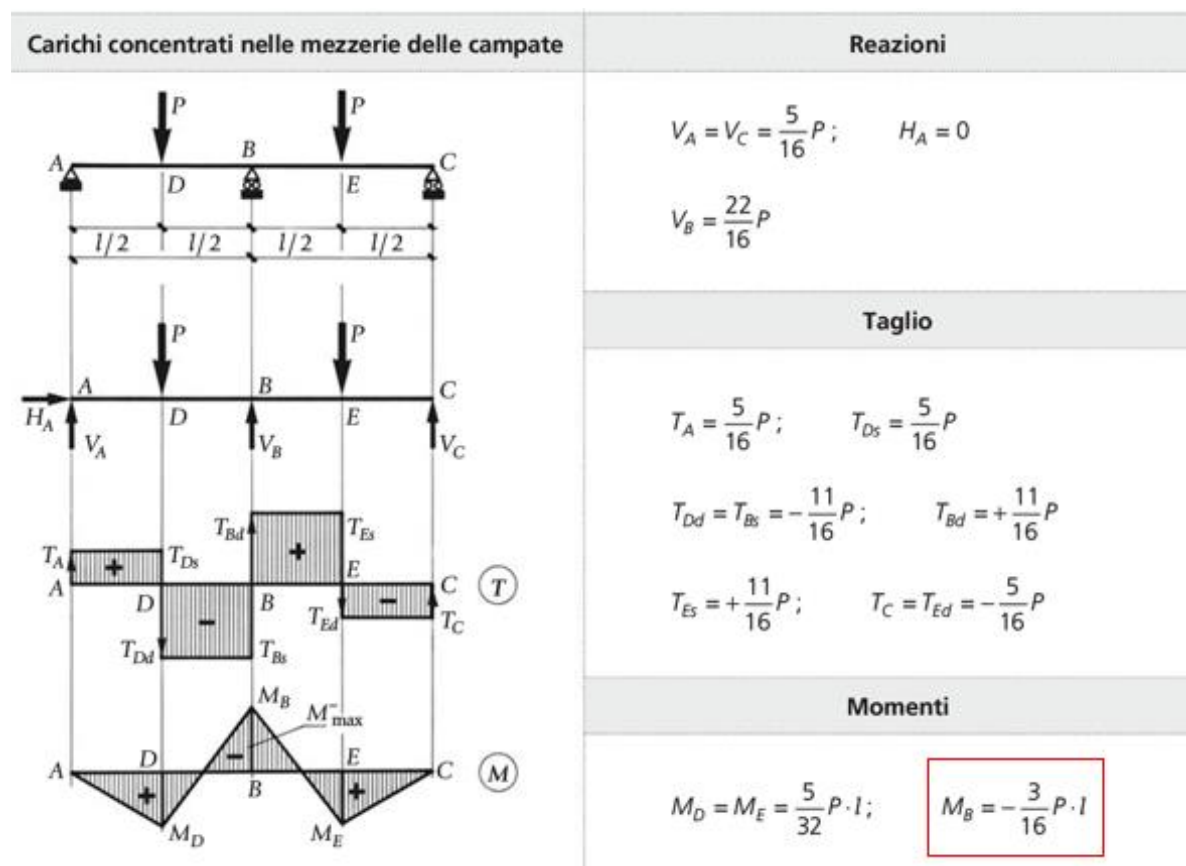
16.4.2 Verifica della piastra di base

Si riporta la verifica a rifollamento e la verifica a flessione per effetto dei carichi concentrati.

Come azione di progetto si assume la resistenza caratteristica del tirafondo.

Verifica locale della piastra di base (trave su tre appoggi con azioni concentrate)

L	[mm]	310	Distanza tra gli irrigidimenti sulla piastra più esterni
L/2	[mm]	155	Interasse degli irrigidimenti sulla piastra
B _{eff}	[mm]	310	Larghezza efficace (diffusione 45°)
F _{ed}	[kN]	390.2	Forza agente
M _{ed}	[kNm]	11.3	Momento agente (hp trave app. B=B _n)
t _p	[mm]	30	Spessore della piastra di base
J	[mm ⁴]	697500	Momento d'inerzia della sezione resistente
σ _{Ed}	[MPa]	244	Tensione massima di progetto
η	[-]	0.72	Tasso di sfruttamento



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Verifica a punzonamento (NTC - §4.2.8.1.1)

t_p	[mm]	30	Spessore della piastra
d_m	[mm]	46	Diametro della testa del bullone
f_{tk}	[mm]	510	Tensione a rottura della piastra
γ_{M2}	[-]	1.25	Coefficiente di sicurezza
F_{ed}	[kN]	390.2	Forza agente
$B_{p,Rd}$	[kN]	1061.3	Resistenza a punzonamento
η	[-]	0.37	Tasso di sfruttamento

16.4.3 Verifiche nella zona di battuta

Si riportano di seguito le verifiche dell'elemento in acciaio.

Le verifiche sono state svolte attraverso metodi semplificati i quali possono considerarsi cautelativi.

Per la flessione della piattabanda inferiore della trave, per effetto del carico localizzato, si è condotta una verifica tensionale in campo elastico al fine di contenere il danneggiamento della stessa.

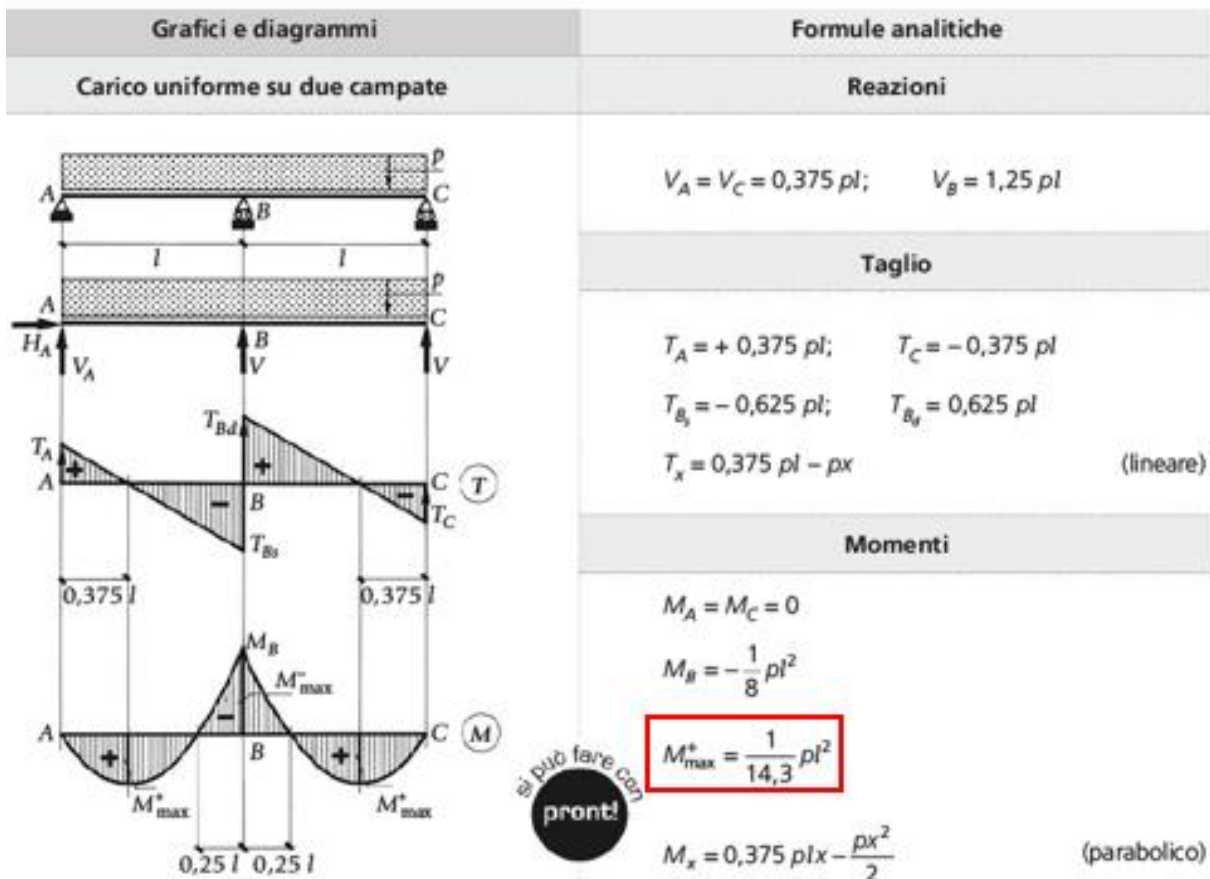
Sarà necessario l'inserimento di un elemento di rinforzo a "T" per contenere le tensioni sulla piattabanda della trave.

Verifica delle flessione locale sulla piattabanda

L	[mm]	600	Interasse irrigidimenti verticali (luce campata)
B_n	[mm]	100	Larghezza neoprene (trasversale)
L_n	[mm]	325	Lunghezza neoprene (longitudinale)
$b_{1,eff}$	[mm]	237.5	Larghezza efficace piattabanda inferiore
t_1	[mm]	30	Spessore piattabanda inferiore
b_2	[mm]	130	Larghezza del piatto di battuta
t_2	[mm]	20	Spessore del piatto di battuta
h_3	[mm]	60	Altezza della nervatura verticale
t_3	[mm]	20	Spessore della nervatura verticale
z_g	[mm]	40.2	Posizione asse neutro nella sezione resistente
J	[mm ⁴]	15273845	Inerzia della sezione resistente
A_v	[mm ²]	1200	Area a taglio
F_{ed}	[kN]	501	Forza di progetto
p	[N/mm ²]	15.42	Pressione di contatto
M_{ed}	[kNm]	54.8	Momento sollecitante di progetto
σ_{Ed}	[MPa]	250.5	Tensione assiale massima di progetto
η	[-]	0.74	Tasso di sfruttamento
τ_{Ed}	[MPa]	208.8	Tensione tangenziale sulla nervatura verticale
η	[-]	0.97	Tasso di sfruttamento

Verifica locale della piastra di battuta (trave su tre appoggi)

L	[mm]	310	Distanza tra gli irrigidimenti sulla piastra più esterni
L/2	[mm]	155	Interasse degli irrigidimenti sulla piastra
B _n	[mm]	100	Larghezza neoprene di battuta
F _{ed}	[kN]	501	Forza agente
p _{Ed}	[N/mm ²]	16.2	Pressione sulla zona di contatto
M _{ed}	[kNm]	2.7	Momento agente (hp trave app. B=B _n)
t	[mm]	25	Spessore della piastra di rinforzo
J	[mm ⁴]	130208	Momento d'inerzia della sezione resistente
σ _{Ed}	[MPa]	261	Tensione massima di progetto
η	[-]	0.77	Tasso di sfruttamento



GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

Verifica della mensola superiore

B	[mm]	360	Larghezza della piastra di battuta
t	[mm]	25	Spessore della piastra di battuta
n	[-]	3	Numero di nervature verticali
h	[mm]	100	Altezza delle nervature verticali
t	[mm]	15	Spessore delle nervature verticali
z _g	[mm]	33.3	Posizione asse neutro nella sezione resistente
J	[mm ⁴]	15937500	Inerzia della sezione resistente
<hr/>			
F _{ed}	[kN]	501	Forza di progetto
b	[m]	0.10	Braccio della forza
M _{ed}	[kNm]	50.1	Momento sollecitante di progetto
<hr/>			
σ _{Ed}	[MPa]	288.2	Tensione assiale massima di progetto
η	[-]	0.85	Tasso di sfruttamento
<hr/>			
τ _{Ed}	[MPa]	111.3	Tensione tangenziale sulle nervature verticali
η	[-]	0.52	Tasso di sfruttamento

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

17 VERIFICHE DEGLI IRRIGIDIMENTI NELLA ZONA DI APPOGGIO E AL MARTINETTO

Si riportano le verifiche degli irrigidimenti in corrispondenza degli appoggi e dei martinetti.

17.1 Irrigidimenti sull'appoggio

Le azioni assiali allo SLU agenti sugli appoggi sono state valutate combinando le reazioni ottenute dal modello globale.

Le massime reazioni SLU sono indicate al §16.1. In particolare, si ha:

- per gli appoggi tipo FISSO: **F_{max} = 6028 kN**
- per gli appoggi tipo UNIDIREZIONALE: F_{max} = 5821 kN
- per gli appoggi tipo MULTIDIREZIONALE: F_{max} = 5367 kN

La verifica è stata condotta assumendo la massima azione assiale tra quelle agenti sui diversi appoggi (**6028 kN**) agente sull'appoggio di diametro inferiore, ossia quello multidirezionale (a favore di sicurezza).

In appoggio è previsto un irrigidimento a tutta altezza di dimensione 515mm x 30mm su entrambe le facce dell'anima (simmetrico). Inoltre sono previsti 4 nervature aggiuntive utili alla diffusione del carico concentrato in appoggio. Nell'immagine seguente si riporta il dettaglio delle nervature aggiuntive presenti in appoggio.

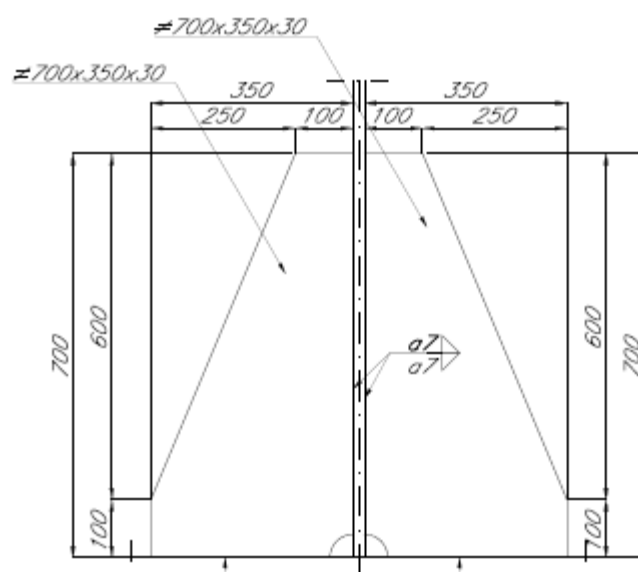


Figura 154 – Dettaglio delle nervature in appoggio

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Si riportano di seguito le verifiche effettuate.

VERIFICHE NELLA ZONA DI APPOGGIO - ELASTIC LINK N°2

DATI DI INPUT

AZIONI DI PROGETTO

Ned	[kN]	6028	Massima reazione in appoggio SLU
-----	------	------	----------------------------------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MATERIALI

Materiale del profilo e della piastra di collegamento

fyk	[Mpa]	355	Resistenza caratteristica a snervamento
ftk	[Mpa]	510	Resistenza caratteristica a rottura

Caratteristiche geometriche dell'anima e degli irrigidimenti

H t	[mm]	2545	Altezza della trave
t w	[mm]	20	Spessore dell'anima
B pb	[mm]	1400	Larghezza della piattabanda inferiore
t pb	[mm]	30	Spessore della piattabanda inferiore
t cp	[mm]	20	Spessore della contropiastra
D	[mm]	1000	Diametro dell'appoggio
n st1	[-]	2	Numero di irrigidimenti a tutta altezza
B st1,base	[mm]	435	Larghezza degli irrigidimenti a tutta altezza (alla base)
B st1,altezza	[mm]	435	Larghezza degli irrigidimenti a tutta altezza (lungo sviluppo in altezza)
t st1	[mm]	30	Spessore degli irrigidimenti a tutta altezza
n st2	[-]	4	Numero delle nervature aggiuntive
B st2	[mm]	350	Larghezza delle nervature aggiuntive
H st2	[mm]	700	Altezza delle nervature aggiuntive
t st2	[mm]	30	Spessore delle nervature aggiuntive
d	[mm]	150	Distanza delle nervature dagli irrigidimenti a tutta altezza
α	[°]	45	Angolo di diffusione del carico

Caratteristiche generali delle saldature

s	[mm]	40	Dimensione degli slot per passaggio saldature
$\beta 1$ fyk	[MPa]	249	Tensione di resistenza della saldatura

Sollecitazioni sui cordoni di saldatura da analisi globali

$\tau//w$	[MPa]	-	Tensione agente sulla saldatura di composizione anima-pb inferiore per effetto globale
V//irr	[kN]	2189	Taglio sulla saldatura di anima-irrigidimento (da taglio verticale nel traverso)

VERIFICA DI STABILITÀ DELL'IRRIGIDIMENTO A TUTTA ALTEZZA

ϵ	[-]	0.814	Coefficiente $\epsilon=(235/fyk)^{0.5}$
b w,eff	[mm]	488	Larghezza efficace dell'anima ($2*15 \epsilon tw$)
b st1,eff	[mm]	752	Larghezza efficace degli irrigidimenti ($2*15 \epsilon t st,1$)
A eff	[mm ²]	32331	Area efficace della sezione a croce
J eff	[mm ⁴]	1.065E+09	Inerzia efficace della sezione a croce
Ncr	[kN]	340652	Carico critico
Npl	[kN]	11478	Resistenza a compressione per snervamento
α	[-]	0.49	Fattore di imperfezione

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

λ	[-]	0.184	Snellezza dimensionale
Φ	[-]	0.513	Coefficiente Φ
X	[-]	1.000	Coefficiente di instabilità
Nb,rd	[kN]	11478	Resistenza a compressione
η	[-]	0.58	Tasso di sfruttamento

VERIFICA IN CORRISPONDENZA DELLA ZONA DI ATTACCO IRRIGIDIMENTI-PIATTABANDA

B w, diff	[mm]	1100	Larghezza di diffusione dell'anima
A w, diff	[mm ²]	22000	Area di diffusione dell'anima
B st1, diff	[mm]	540	Larghezza di diffusione del singolo irrigidimento a tutta altezza
A st1, diff	[mm ²]	32400	Area di diffusione totale degli irrigidimenti a tutta altezza
B st2, diff	[mm]	519	Larghezza di diffusione della singola nervatura
A st2, diff	[mm ²]	62298	Area di diffusione totale delle nervature
A tot, diff	[mm ²]	116698	Area di diffusione totale

Verifica della tensione agente sull'area efficace

σ	[MPa]	51.7	Tensione agente sull'area efficace
η	[-]	0.15	Tasso di sfruttamento

VERIFICA DELLE SALDATURE

Verifica della saldatura anima-piattabanda inferiore

Tipo	[-]	CP	Tipologia: CP=Completa penetrazione / CA=Cordone d'angolo (*)
a w-pb	[mm]	-	Sezione di gola del cordole di saldatura
Ned,w	[kN]	1136	Quota parte della forza agente sull'anima
L diff	[mm]	1100	Lunghezza di diffusione (Bw,eff)
n _L	[MPa]	-	Tensione normale perpendicolare allo sviluppo del cordone
$\tau//$	[MPa]	-	Tensione tangenziale parallela allo sviluppo del cordone
$(n_L^2 + t_L^2 + \tau//^2)^{0.5}$	[MPa]	-	Tensione di confronto per la verifica (NTC)
η	[-]	0.00	Tasso di sfruttamento

Verifica della saldatura piattabanda inferiore-irrigidimenti a tutta altezza

Tipo	[-]	CP	Tipologia: CP=Completa penetrazione / CA=Cordone d'angolo (*)
a pb-st1	[mm]	-	Sezione di gola del cordole di saldatura
Ned,st1	[kN]	837	Quota parte della forza agente sul singolo irrigidimento
L diff	[mm]	500	Lunghezza di diffusione di ciascun irrigidimento (Bst1,eff - s)
n _L	[MPa]	-	Tensione normale perpendicolare allo sviluppo del cordone
$\tau//$	[MPa]	0.0	Tensione tangenziale parallela allo sviluppo del cordone
$(n_L^2 + t_L^2 + \tau//^2)^{0.5}$	[MPa]	-	Tensione di confronto per la verifica (NTC)
η	[-]	0.00	Tasso di sfruttamento

Verifica della saldatura piattabanda inferiore-nervature aggiuntive

Tipo	[-]	CP	Tipologia: CP=Completa penetrazione / CA=Cordone d'angolo (*)
a pb-st2	[mm]	-	Sezione di gola del cordole di saldatura
Ned,st2	[kN]	804	Quota parte della forza agente sulla singola nervatura
L diff	[mm]	479	Lunghezza di diffusione di ciascun irrigidimento (Bst2,eff - s)
n _L	[MPa]	-	Tensione normale perpendicolare allo sviluppo del cordone
$\tau//$	[MPa]	0.0	Tensione tangenziale parallela allo sviluppo del cordone
$(n_L^2 + t_L^2 + \tau//^2)^{0.5}$	[MPa]	-	Tensione di confronto per la verifica (NTC)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

η	[-]	0.00	Tasso di sfruttamento
Verifica della saldatura anima-irrigidimenti a tutta altezza			
Tipo	[-]	CA	Tipologia: CP=Completa penetrazione / CA=Cordone d'angolo (*)
a w-st1	[mm]	7.0	Sezione di gola del cordole di saldatura
Ned,st1	[kN]	837	Quota parte della forza agente sul singolo irrigidimento
L diff	[mm]	2465	Lunghezza di diffusione di ciascun irrigidimento (Hst,1 - 2*s)
$\tau//,loc$	[MPa]	24.2	Tensione locale sulla saldatura per azione concentrata in appoggio
$\tau//,glob$	[MPa]	63.4	Tensione per effetto globale (massimo taglio sul trasverso di pila)
$\tau//,loc,max$	[MPa]	63.4	Tensione di confronto per la verifica (NTC)
η	[-]	0.26	Tasso di sfruttamento
Verifica della saldatura anima-nervature aggiuntive			
Tipo	[-]	CA	Tipologia: CP=Completa penetrazione / CA=Cordone d'angolo (*)
a w-st2	[mm]	7.0	Sezione di gola del cordole di saldatura
Ned,st2	[kN]	804	Quota parte della forza agente sulla singolo nervatura
L diff	[mm]	660	Lunghezza di diffusione di ciascun irrigidimento (Hst,2 - s)
n_{\perp}	[MPa]	0.0	Tensione normale perpendicolare allo sviluppo del cordone
$\tau//$	[MPa]	87.1	Tensione tangenziale parallela allo sviluppo del cordone
$(n_{\perp}^2 + \tau//^2)^{0.5}$	[MPa]	87.1	Tensione di confronto per la verifica (NTC)
η	[-]	0.35	Tasso di sfruttamento

(*) le saldature a parziale penetrazione sono trattate come saldature a completa penetrazione se sono soddisfatti i requisiti indicati al §4.7.3 delle UNI-EN 1993-1-8. In caso contrario sono considerate come saldature a cordone d'angolo, dove z va assunto pari a $(t-c)\sqrt{2}$, con "t" spessore dell'elemento intagliato e "c" lunghezza del tratto non saldato.

17.2 Irrigidimenti sul martinetto

Le reazioni verticali dei martinetti sono state valutate a partire dal modello locale descritto al §13.1.1.

La combinazione adottata è del tipo "1.35*g1+1.50*g2+1.50*g2_ballast".

Si riportano nelle immagini seguenti i dettagli degli irrigidimenti in corrispondenza del martinetto.

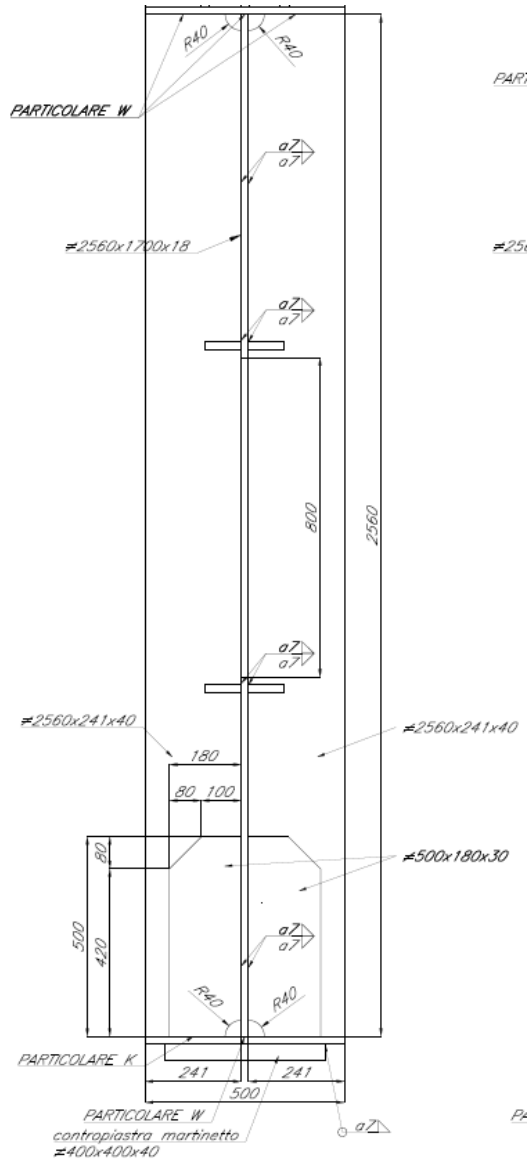
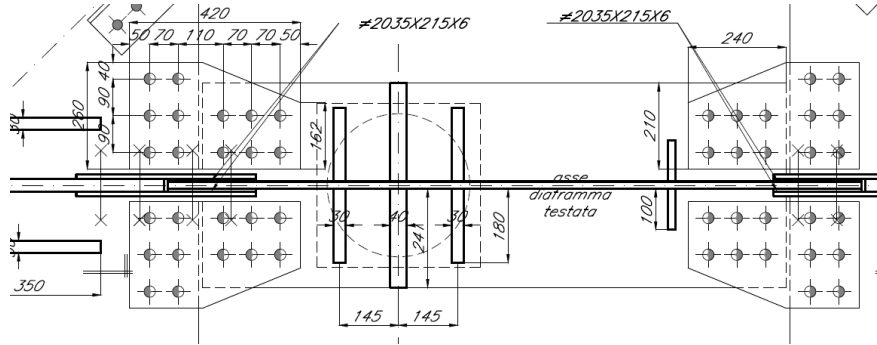


Figura 155 – Dettagli irrigidimenti al martinetto

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE NELLA ZONA DI CONTRASTO DEL MARTINETTO - NODO N° (modello locale)

DATI DI INPUT

AZIONI DI PROGETTO

Ned [kN] 5572 Massima reazione in appoggio SLU

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MATERIALI

Materiale del profilo e della piastra di collegamento

fyk [Mpa] 355 Resistenza caratteristica a snervamento
ftk [Mpa] 510 Resistenza caratteristica a rottura

Caratteristiche geometriche dell'anima e degli irrigidimenti

H t [mm] 2560 Altezza della trave
t w [mm] 18 Spessore dell'anima
B pb [mm] 500 Larghezza della piattabanda inferiore
t pb [mm] 20 Spessore della piattabanda inferiore
t cp [mm] 40 Spessore della contropiastra
D [mm] 350 Diametro del martinetto
n st1 [-] 2 Numero di irrigidimenti a tutta altezza
B st1,base [mm] 241 Larghezza degli irrigidimenti a tutta altezza (alla base)
B st1,altezza [mm] 241 Larghezza degli irrigidimenti a tutta altezza (lungo sviluppo in altezza)
t st1 [mm] 40 Spessore degli irrigidimenti a tutta altezza
n st2 [-] 4 Numero delle nervature aggiuntive
B st2 [mm] 180 Larghezza delle nervature aggiuntive
H st2 [mm] 500 Altezza delle nervature aggiuntive
t st2 [mm] 30 Spessore delle nervature aggiuntive
d [mm] 145 Distanza delle nervature dagli irrigidimenti a tutta altezza
α [°] 45 Angolo di diffusione del carico

Caratteristiche generali delle saldature

s [mm] 40 Dimensione degli slot per passaggio saldature
τ// w [MPa] - Tensione agente sulla saldatura di composizione anima-pb inferiore per effetto globale
β1 fyk [MPa] 248.5 Tensione di resistenza della saldatura

VERIFICA DI STABILITÀ DELL'IRRIGIDIMENTO A TUTTA ALTEZZA

ε [-] 0.814 Coefficiente $\epsilon=(235/fyk)^{0.5}$
b w,eff [mm] 439 Larghezza efficace dell'anima ($2*15 \epsilon tw$)
b st1,eff [mm] 500 Spessore anima + larghezza efficace degli irrigidimenti ($2*15*\epsilon*st1$)
A eff [mm²] 27908 Area efficace della sezione a croce
J eff [mm⁴] 416880192 Inerzia efficace della sezione a croce
Ncr [kN] 131841 Carico critico
Npl [kN] 9907 Resistenza a compressione per snervamento
α [-] 0.49 Fattore di imperfezione
λ [-] 0.274 Snellezza dimensionale
Φ [-] 0.556 Coefficiente Φ
X [-] 0.962 Coefficiente di instabilità
Nb,rd [kN] 9534 Resistenza a compressione

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

η [-] 0.64 Tasso di sfruttamento

VERIFICA IN CORRISPONDENZA DELLA ZONA DI ATTACCO IRRIGIDIMENTI-PIATTABANDA

B w, diff	[mm]	470	Larghezza di diffusione dell'anima
A w, diff	[mm ²]	8460	Area di diffusione dell'anima
B st1, diff	[mm]	226	Larghezza di diffusione del singolo irrigidimento a tutta altezza
A st1, diff	[mm ²]	18080	Area di diffusione totale degli irrigidimenti a tutta altezza
B st2, diff	[mm]	176	Larghezza di diffusione della singola nervatura
A st2, diff	[mm ²]	21112	Area di diffusione totale delle nervature
A tot, diff	[mm ²]	47652	Area di diffusione totale

Verifica della tensione agente sull'area efficace

σ [MPa] 116.9 Tensione agente sull'area efficace
 η [-] 0.35 Tasso di sfruttamento

VERIFICA DELLE SALDATURE

Verifica della saldatura anima-piattabanda inferiore

Tipo	[-]	CP	Tipologia: CP=Completa penetrazione / CA=Cordone d'angolo (*)
a w-pb	[mm]	10	Sezione di gola del cordole di saldatura
Ned, w	[kN]	989	Quota parte della forza agente sull'anima
L diff	[mm]	470	Lunghezza di diffusione (Bw, eff)
n_{\perp}	[MPa]	-	Tensione normale perpendicolare allo sviluppo del cordone
$\tau//$	[MPa]	-	Tensione tangenziale parallela allo sviluppo del cordone
$(n_{\perp}^2 + \tau//^2)^{0.5}$	[MPa]	-	Tensione di confronto per la verifica (NTC)
η	[-]	0.00	Tasso di sfruttamento

Verifica della saldatura anima-irrigidimenti a tutta altezza

Tipo	[-]	CA	Tipologia: CP=Completa penetrazione / CA=Cordone d'angolo (*)
a w-st1	[mm]	7	Sezione di gola del cordole di saldatura
Ned, st1	[kN]	1057	Quota parte della forza agente sul singolo irrigidimento
L diff	[mm]	2480	Lunghezza di diffusione di ciascun irrigidimento (Hst, 1 - 2*s)
n_{\perp}	[MPa]	30.4	Tensione normale perpendicolare allo sviluppo del cordone
$\tau//$	[MPa]	0.0	Tensione tangenziale parallela allo sviluppo del cordone
$(n_{\perp}^2 + \tau//^2)^{0.5}$	[MPa]	30.4	Tensione di confronto per la verifica (NTC)
η	[-]	0.12	Tasso di sfruttamento

Verifica della saldatura anima-nervature aggiuntive

Tipo	[-]	CA	Tipologia: CP=Completa penetrazione / CA=Cordone d'angolo (*)
a w-st2	[mm]	7	Sezione di gola del cordole di saldatura
Ned, st2	[kN]	617	Quota parte della forza agente sulla singolo nervatura
L diff	[mm]	460	Lunghezza di diffusione di ciascun irrigidimento (Hst, 2 - s)
n_{\perp}	[MPa]	95.8	Tensione normale perpendicolare allo sviluppo del cordone
$\tau//$	[MPa]	0.0	Tensione tangenziale parallela allo sviluppo del cordone
$(n_{\perp}^2 + \tau//^2)^{0.5}$	[MPa]	95.8	Tensione di confronto per la verifica (NTC)
η	[-]	0.39	Tasso di sfruttamento

Verifica della saldatura piattabanda inferiore-irrigidimenti a tutta altezza

Tipo	[-]	CP	Tipologia: CP=Completa penetrazione / CA=Cordone d'angolo (*)
a pb-st1	[mm]	-	Sezione di gola del cordole di saldatura

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

Ned,st1	[kN]	1057	Quota parte della forza agente sul singolo irrigidimento
L diff	[mm]	186	Lunghezza di diffusione di ciascun irrigidimento (Bst1,eff - s)
n _⊥	[MPa]	-	Tensione normale perpendicolare allo sviluppo del cordone
τ//	[MPa]	0.0	Tensione tangenziale parallela allo sviluppo del cordone
$(n_{\perp}^2+t_{\perp}^2+\tau//^2)^{0.5}$	[MPa]	-	Tensione di confronto per la verifica (NTC)
η	[-]	0.00	Tasso di sfruttamento

Verifica della saldatura piattabanda inferiore-nervature aggiuntive

Tipo	[-]	CP	Tipologia: CP=Completa penetrazione / CA=Cordone d'angolo (*)
a pb-st2	[mm]	-	Sezione di gola del cordole di saldatura
Ned,st2	[kN]	617	Quota parte della forza agente sulla singolo nervatura
L diff	[mm]	136	Lunghezza di diffusione di ciascun irrigidimento (Bst2,eff - s)
n _⊥	[MPa]	-	Tensione normale perpendicolare allo sviluppo del cordone
τ//	[MPa]	0.0	Tensione tangenziale parallela allo sviluppo del cordone
$(n_{\perp}^2+t_{\perp}^2+\tau//^2)^{0.5}$	[MPa]	-	Tensione di confronto per la verifica (NTC)
η	[-]	0.00	Tasso di sfruttamento

(*) Le saldature a parziale penetrazione sono trattate come saldature a completa penetrazione se sono soddisfatti i requisiti indicati al §4.7.3 delle UNI-EN 1993-1-8. In caso contrario sono considerate come saldature a cordone d'angolo, dove z va assunto pari a $(t-c)\sqrt{2}$, con "t" spessore dell'elemento intagliato e "c" lunghezza del tratto non saldato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

18 ANALISI LOCALI E VERIFICHE DELLA SOLETTA

Si riportano nel presente capitolo le analisi locali finalizzate al calcolo della soletta d'impalcato.

Si richiamano di seguito le principali caratteristiche dell'impalcato assunte per le analisi locali:

i	=	4.50 m	Intervia
V	=	250 km/h	Velocità di progetto
R	=	3400 m	Raggio di curvature dell'impalcato
u	=	120 mm	Sovralzo

18.1 Calcolo degli effetti locali

La soletta d'impalcato viene realizzata tramite getto in opera su predalle prefabbricate. Tale procedura può essere schematizzata tramite le seguenti fasi di calcolo:

- FASE 1A: posa in opera delle predalle e getto della soletta sulle zone interne tra le travi e su una parte dello sbalzo. In tale fase i carichi sono costituiti dal peso proprio delle predalle e dal calcestruzzo ancora inerte della soletta, più un carico accidentale assunto pari a 1.50kN/m². La sezione resistente è costituita dal traliccio delle predalle.
- FASE 1B: esecuzione del getto di completamento dello sbalzo da effettuarsi quando il calcestruzzo gettato in fase 1A può considerarsi reagente. I carichi agenti sono gli stessi della fase 1A. In tale fase le predalle lavorano a sbalzo su una luce pari alla lunghezza del tratto gettato in questa seconda fase.
- FASE 2: la soletta, completamente reagente, si comporta come una trave continua su quattro appoggi. I carichi agenti sono i permanenti portati "g2" e il peso del getto di completamento realizzato in fase 1B. La sezione resistente è costituita dalla soletta, escludendo il contributo alla resistenza offerto dalla coppella e dal traliccio delle predalle.
- FASE 3: valgono lo schema statico e la sezione resistente della fase precedente. I carichi agenti sono costituiti dalle azioni da traffico, dal carico di manutenzione sul marciapiede e dagli effetti del vento agente sulle barriere antirumore e sui convogli.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

18.2 Sollecitazioni in fase 1 e verifica dei tralicci delle predalle

La fase di realizzazione della soletta prevede una prima sottofase (1A) nella quale è previsto il getto del calcestruzzo nelle zone interne tra le travi e per un tratto sugli sbalzi pari a 1.10m (misurato a partire dall'asse delle travi esterne).

Nella seconda sottofase (1B) si procede al completamento del getto sugli sbalzi. In tale fase la predalla lavora a sbalzo su una luce pari a

$$L = 2.575 \text{ m} - 1.10\text{m} = 1.475\text{m}$$

In Figura 156 è riportato il dettaglio dei tralicci adottati.

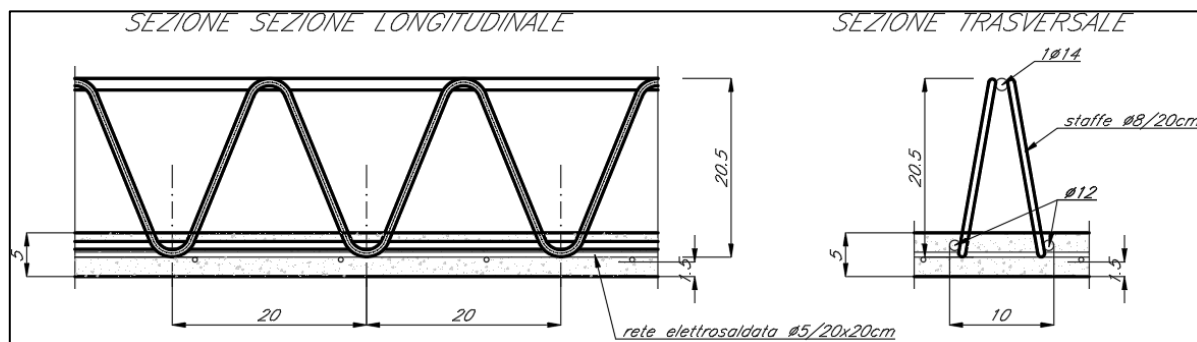


Figura 156 – Dettaglio predalle

Si riportano di seguito le verifiche dei tralicci delle predalle.

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

CARATTERISTICHE DELLE PREDALLE PREFABBRICATE

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo C35/45

Peso proprio	γ_c	25	[kN/m ³]
Res. cubica car.	R_{ck}	45.0	[MPa]
Res. cilindrica car.	f_{ck}	35.0	[MPa]
Coeff. sicurezza	γ_M	1.50	[-]

Acciaio per armature B450C

Snervamento car.	f_{yk}	450	[Mpa]
Modulo elastico	E_s	2.1E+05	[Mpa]
Coeff. sicurezza	γ_{M0}	1.15	[-]
	γ_{M1}	1.15	[-]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Dimensione lastra	b	2400	[mm]
Spessore coppella	s	50	[mm]
n° tralici per predalla	n	6	[-]
Interasse tralici	i_T	400	[mm]
Altezza tralici	h	205	[mm]
Base fuoritutto traliccio	d_{inf}	100	[mm]
Interasse diagonali	i_D	200	[mm]
Interasse ferri inferiori	i_{inf}	88	[mm]
Braccio intemo forze	z	192	[mm]
Angolo in sezione staffe	α	12.9	[°]
Angolo in profilo staffe	β	27.5	[°]

BARRE INCLINATE - FASE 1A

Diametro barra	Φ_2	8	[mm]
Area sezione barra	A	50	[mm ²]
Inerzia sezione barra	J	201	[mm ⁴]
Coefficiente di vincolo	β	1.00	[-]
Luce libera inflessione	L_0	222	[mm]
Carico critico	N_{cr}	8.4	[kN]
Snellezza adim.	λ	1.636	[-]
Coefficiente ϕ	ϕ	2.191	[-]
Coeff. di instabilità	χ	0.274	[-]
Res. a trazione	$N_{c,Rd}$	19.7	[kN]
Res. a compressione	$N_{b,Rd}$	5.4	[kN]

CORRENTE SUPERIORE

Diametro barra	Φ_1	14	[mm]
Area sezione barra	A	154	[mm ²]
Inerzia sezione barra	J	1886	[mm ⁴]
Luce libera inflessione	L_0	200	[mm]
Carico critico	N_{cr}	97.7	[kN]
Snellezza adim.	λ	0.842	[-]
Coefficiente ϕ	ϕ	1.012	[-]
Coeff. di instabilità	χ	0.636	[-]
Res. a trazione	$N_{c,Rd}$	60.2	[kN]
Res. a compressione	$N_{b,Rd}$	38.3	[kN]

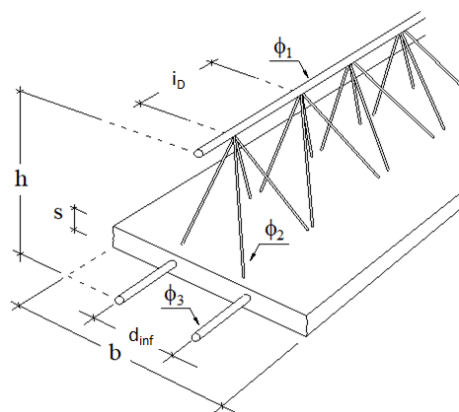
CORRENTI INFERIORI

Diametro barra	Φ_3	12	[mm]
Area sezione barra	A	113	[mm ²]
Inerzia sezione barra	J	1018	[mm ⁴]
Luce libera inflessione (*)	L_0	200	[mm]
Carico critico	N_{cr}	52.7	[kN]
Snellezza adim.	λ	0.982	[-]
Coefficiente ϕ	ϕ	1.174	[-]
Coeff. di instabilità	χ	0.550	[-]
Res. a trazione	$N_{c,Rd}$	44.3	[kN]
Res. a compressione	$N_{b,Rd}$	24.4	[kN]

BARRE INCLINATE - FASE 1B

Diametro barra	Φ_2	8	[mm]
Area sezione barra	A	50	[mm ²]
Inerzia sezione barra	J	201	[mm ⁴]
Coefficiente di vincolo	β	0.70	[-]
Luce libera inflessione	L_0	155	[mm]
Carico critico	N_{cr}	17.2	[kN]
Snellezza adim.	λ	1.145	[-]
Coefficiente ϕ	ϕ	1.388	[-]
Coeff. di instabilità	χ	0.461	[-]
Res. a trazione	$N_{c,Rd}$	19.7	[kN]
Res. a compressione	$N_{b,Rd}$	9.1	[kN]

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B



CORRENTI INFERIORI - SEZIONE COMPOSTA IN CORRISPONDENZA DELLE TASCHE DELLE TRAVI

Area sezione barre	A	226	[mm ²]	Snellezza adim. Equivalente λ_{eq}	1.006	[-]
Inerzia sezione composto	J _C	437913	[mm ⁴]	Coefficiente ϕ	ϕ	1.204 [-]
Luce libera inflessione	B _{pb} - 2c	650	[mm]	Coeff. di instabilità	χ	0.536 [-]
Carico critico	N _{cr}	2148.2	[kN]	Res. a compressione	N _{c,Rd}	47.5 [kN]
Snellezza adim. Ideale	λ_{id}	0.218	[-]	<i>(valida nel caso di ferri inferiori collegati in corrisp. delle tasche)</i>		

ANALISI DEI CARICHI ED EFFETTI LOCALI

Interasse travi	L	2.750	[m]	PP predalla	G _{1, pred}	1.50	[kN/m]
Dim. sbalzo sinistro	L _{SX}	2.575	[m]	PP getto campata	G _{1, sol, camp}	8.50	[kN/m]
Dim. sbalzo destro	L _{DX}	2.575	[m]	PP getto appoggio	G _{1, sol, app}	7.50	[kN/m]
Sbalzo non gettato in 1 ^a fase	L _{ng}	1.475	[m]	Carico accidentale	Q _{acc}	1.50	[kN/m]
Angolo obliquità	θ	0	[°]	PP veletta	G _{2, vel}	4.50	[kN]
Appoggio predalle	c	50	[mm]	Coeff. parziale G1	γ_{G1}	1.35	[-]
Dim. piattabanda	B _{pb}	750	[mm]	Coeff. parziale Q	γ_Q	1.50	[-]
Spessore getto campata	H _{getto}	340	[mm]				
Spessore getto appoggio	H _{getto}	300	[mm]				

VERIFICHE DEL TRALICCIO IN FASE DI GETTO

Fasi getto sbalzo	n° fasi	2	[-]
-------------------	---------	----------	-----

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE DEL TRALICCIO IN FASE DI GETTO

Fasi getto sbalzo n° fasi 2 [-]

GETTO IN CAMPATA - fase 1a

Luce di calcolo campata L_c 2.05 [m]

Momento in appoggio

1- PP predalla $M_{g1, pred}$ 0.79 [kNm]

2- PP getto appoggio M_{g1} 4.47 [kNm]

3- Carico accidentale $M_{q, acc}$ 0.79 [kNm]

SLU M_{slu} 8.27 [kNm]

SLU singolo traliccio **M_{slu}** **3.31** **[kNm]**

Taglio in appoggio

1- PP predalla $V_{g1, pred}$ 1.54 [kN]

2- PP getto appoggio V_{g1} 8.71 [kN]

3- Carico accidentale $V_{q, acc}$ 1.54 [kN]

SLU **V_{slu}** **16.14** **[kN]**

SLU singolo traliccio **V_{slu}** **6.46** **[kNm]**

Assiale corrente sup. $N_{Ed, sup}$ - 17.2 [kN]

(instabilità) $N_{Rd, sup}$ -38.3 [kN]

η 0.45 [-] Ok

Assiale corrente inf. $N_{Ed, inf}$ 8.6 [kN]

(resistenza trazione) $N_{Rd, inf}$ 44.3 [kN]

η 0.19 [-] Ok

Assiale sul diagonale $N_{Ed, diag}$ -3.7 [kN]

(instabilità) $N_{Rd, diag}$ -5.4 [kN]

η 0.69 [-] Ok

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

GETTO SUGLI SBALZI - fase 1a

Sbalzo totale da gettare	L_c	2.575	[m]
Parte sbalzo non gettata	L_{no}	1.475	[m]

Momento in appoggio

1- PP predalla	$M_{g1,pred}$	-4.97	[kNm/m]
2- PP getto appoggio	M_{g1}	-4.54	[kNm/m]
3- Carico accidentale	$M_{q,acc}$	-4.97	[kNm/m]
4- PP veletta	$M_{g2,vel}$	0.00	[kNm/m]
SLU	M_{slu}	-20.30	[kNm/m]
SLU singolo traliccio	M_{slu}	- 8.12	[kNm]

Taglio in appoggio

1- PP predalla	$V_{g1,pred}$	3.86	[kN/m]
2- PP getto appoggio	V_{g1}	8.25	[kN/m]
3- Carico accidentale	$V_{q,acc}$	3.86	[kN/m]
4- PP veletta	$M_{g2,vel}$	0.00	[kN/m]
SLU	V_{slu}	22.15	[kN]
SLU singolo traliccio	V_{slu}	8.86	[kNm]

Assiale corrente sup.	$N_{Ed,sup}$	42.3	[kN]
(resistenza trazione)	$N_{Rd,sup}$	60.2	[kN]
	η	0.70	[-] Ok

Assiale corrente inf.	$N_{Ed,inf}$	-21.1	[kN]
(instabilità)	$N_{Rd,inf}$	-24.4	[kN]
	η	0.87	[-] Ok

Assiale sul diagonale	$N_{Ed,diag}$	-5.1	[kN]
(instabilità)	$N_{Rd,diag}$	-5.4	[kN]
	η	0.95	[-] Ok

Corrente inf. composto	$N_{Ed,inf}$	-42.3	[kN]
(instabilità)	$N_{Rd,inf}$	-47.5	[kN]
	η	0.89	[-] Ok

GETTO SUGLI SBALZI - fase 1b

Sbalzo totale da gettare	L_c	1.475	[m]
Parte sbalzo non gettata	L_{no}	0.000	[m]

Momento minimo

1- PP predalla	$M_{g1,pred}$	-1.63	[kNm/m]
2- PP getto appoggio	M_{g1}	-8.16	[kNm/m]
3- Carico accidentale	$M_{q,acc}$	-1.63	[kNm/m]
4- PP veletta	$M_{g2,vel}$	-6.64	[kNm/m]
SLU	M_{slu}	-24.63	[kNm/m]
SLU singolo traliccio	M_{slu}	- 9.85	[kNm]

Taglio massimo

1- PP predalla	$V_{g1,pred}$	2.21	[kN/m]
2- PP getto appoggio	V_{g1}	11.06	[kN/m]
3- Carico accidentale	$V_{q,acc}$	2.21	[kN/m]
4- PP veletta	$M_{g2,vel}$	4.50	[kN/m]
SLU	V_{slu}	27.32	[kN]
SLU singolo traliccio	V_{slu}	10.93	[kNm]

Assiale corrente sup.	$N_{Ed,sup}$	51.3	[kN]
(resistenza trazione)	$N_{Rd,sup}$	60.2	[kN]
	η	0.85	[-] Ok

Assiale corrente inf.	$N_{Ed,inf}$	-25.7	[kN]
(resistenza compressione)	$N_{Rd,inf}$	-44.3	[kN]
	η	0.58	[-] Ok

Assiale sul diagonale	$N_{Ed,diag}$	-6.3	[kN]
(instabilità)	$N_{Rd,diag}$	-9.1	[kN]
	η	0.70	[-] Ok

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

18.3 Sollecitazioni elementari in fase 2 e 3

Le analisi in fase 2 e in fase 3 sono state eseguite tramite un modello “beam” rappresentativo di una porzione di soletta di larghezza un metro caratterizzata da uno schema statico di trave continua su quattro appoggi (in corrispondenza delle anime delle travi).

Le azioni concentrate agenti al piede dei montanti delle barriere antirumore sono state modellate tenendo conto col comportamento a piastra della soletta, diffondendo l'azione a 45° fino ad asse trave esterna. L'interasse dei montanti è pari a 3m.

Si riportano di seguito i carichi applicati sul modello locale e le sollecitazioni di taglio e momento corrispondenti.

Per l'analisi dei carichi si rimanda al capitolo 5 della presente relazione di calcolo.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

18.3.1 Carichi permanenti strutturali (g1)

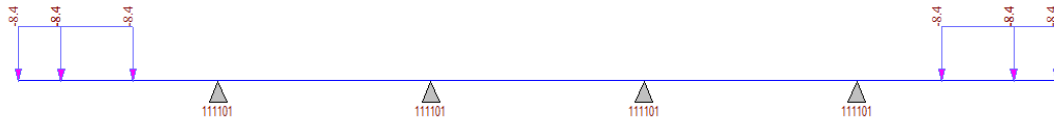


Figura 157 – g1_soletta_fase 2B

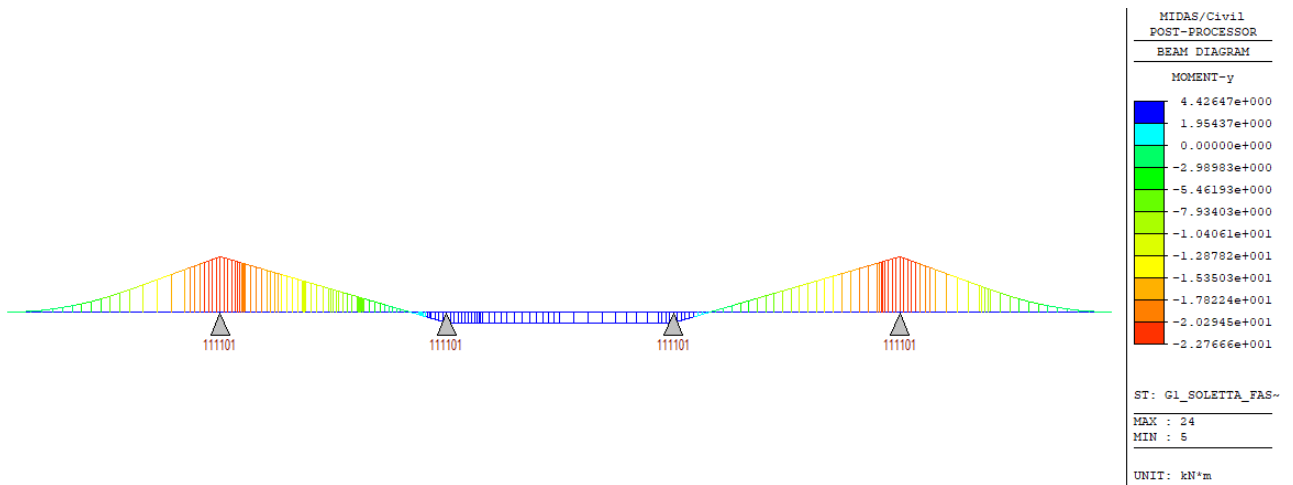


Figura 158 – g1_soletta_fase 2B – Momento My

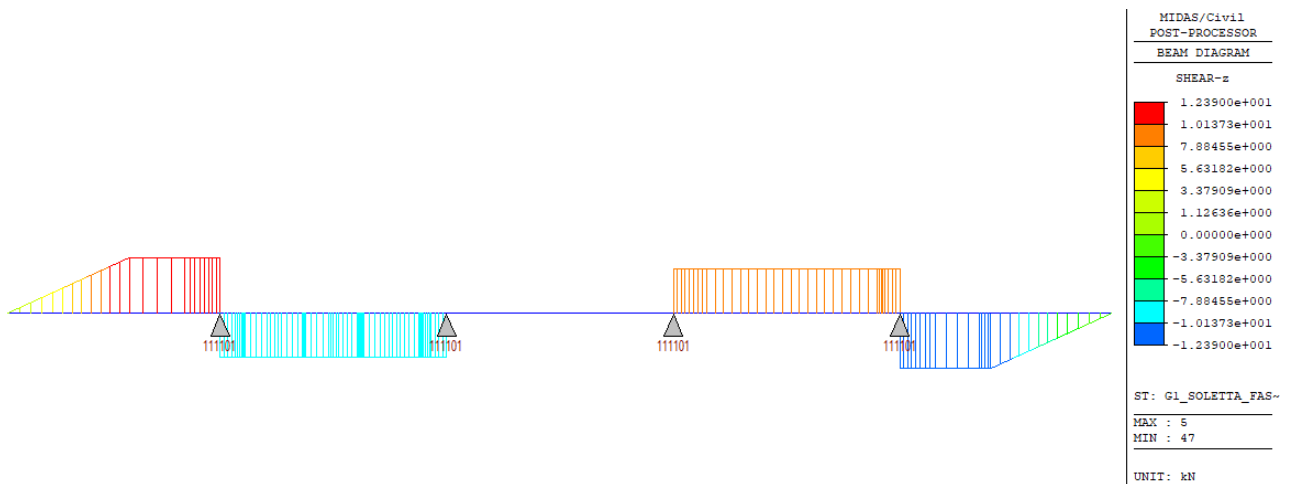


Figura 159 – g1_soletta_fase 2B – Taglio Vz

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

18.3.2 Carichi permanenti non strutturali (g2)

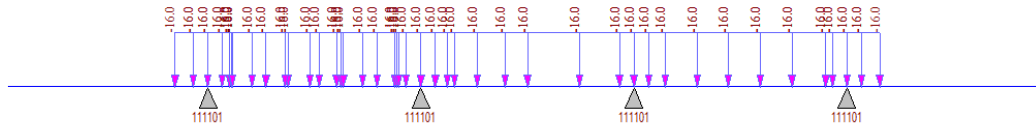


Figura 160 – g2_Ballast

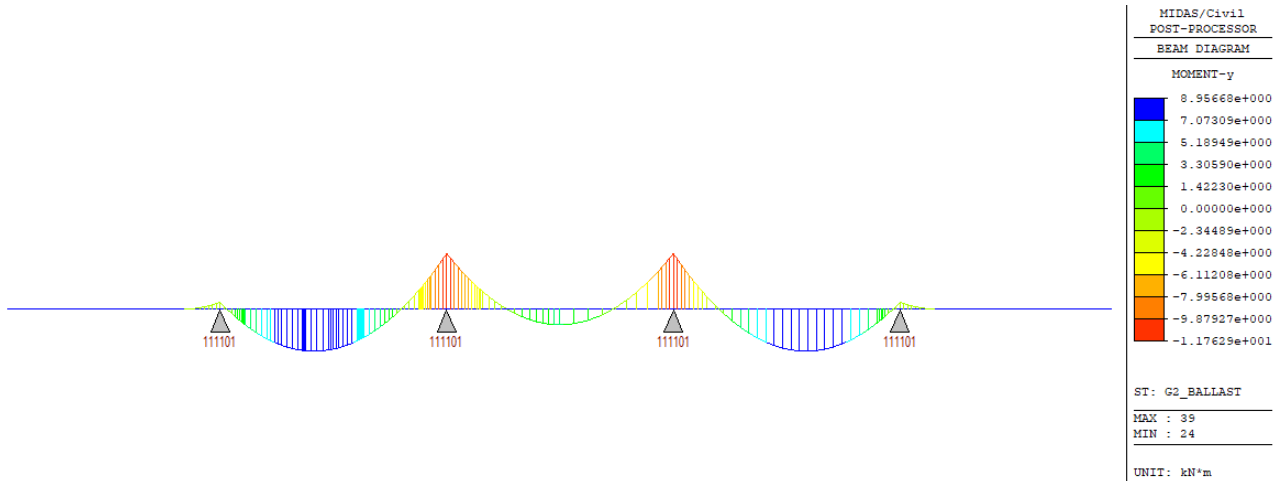


Figura 161 – g2_Ballast – Momento My

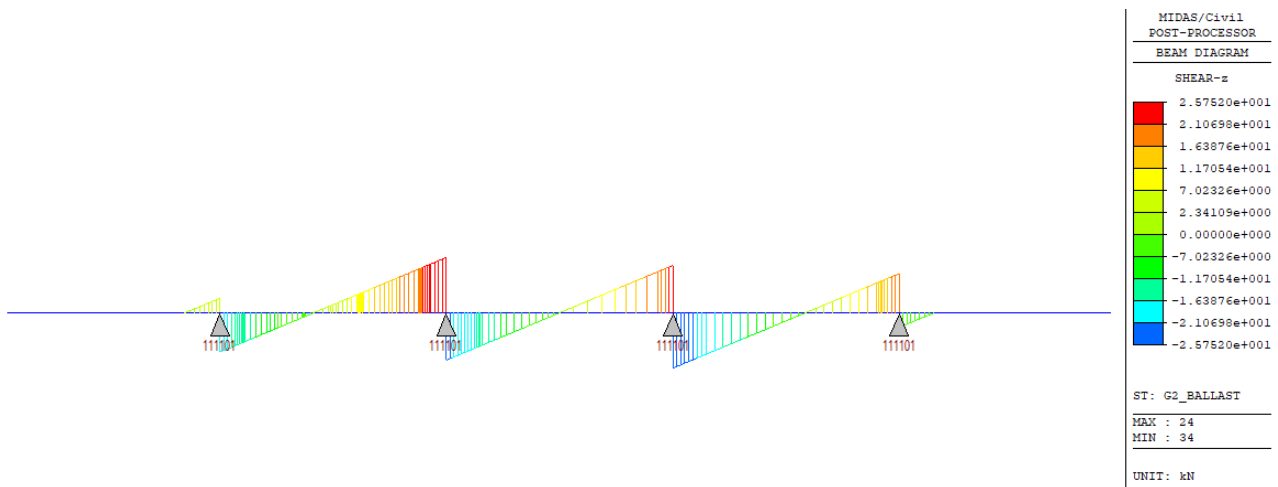


Figura 162 – g2_Ballast – Taglio Vz

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

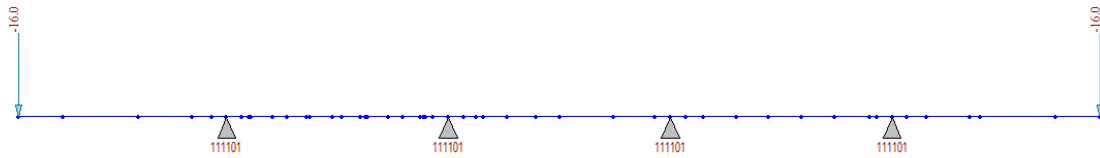


Figura 163 – g2_barriere

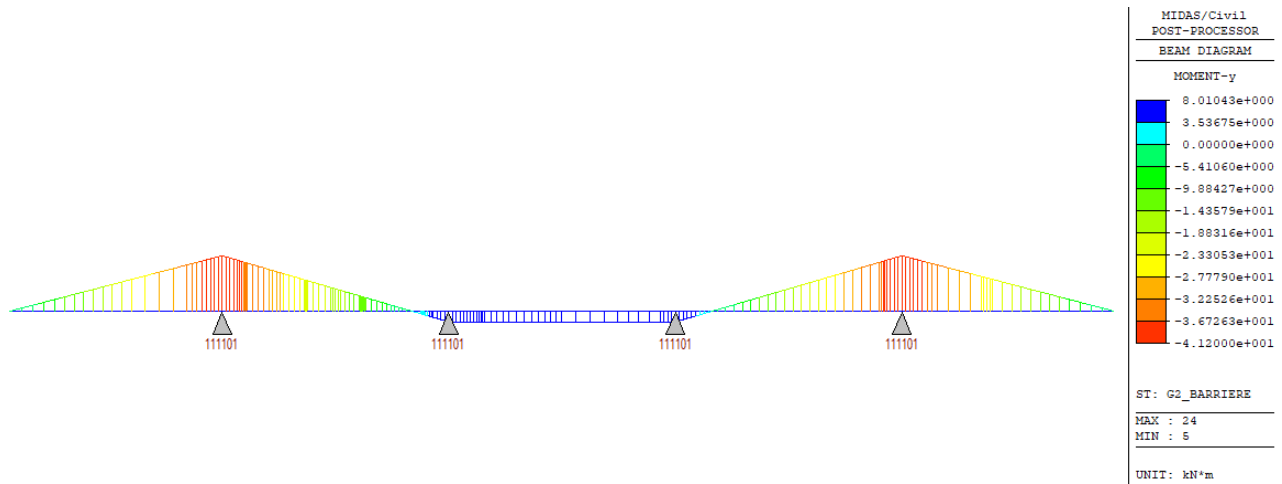


Figura 164 – g2_barriere – Momento My

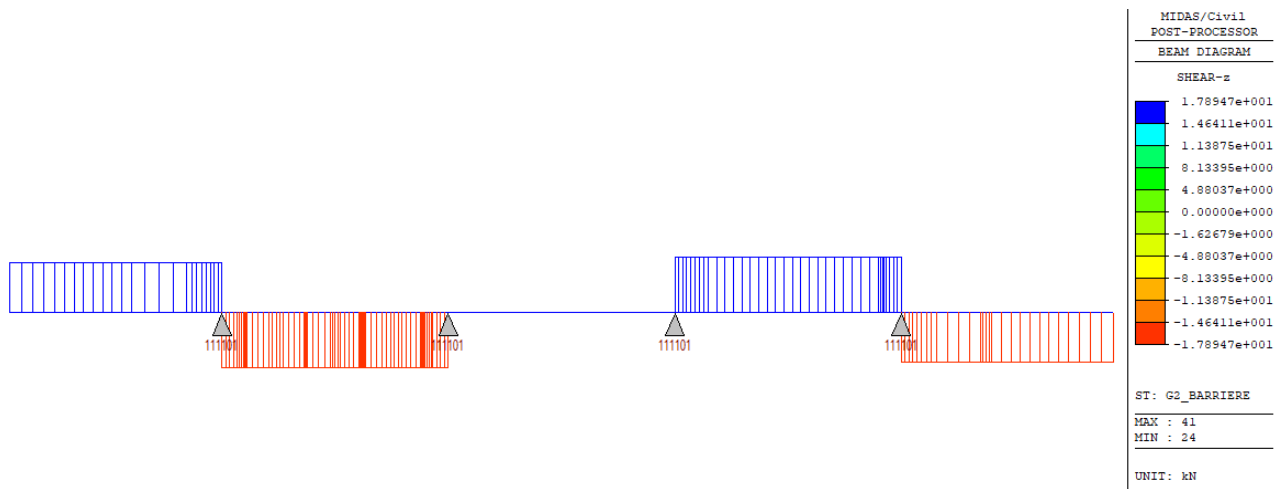


Figura 165 – g2_barriere – Taglio Vz



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

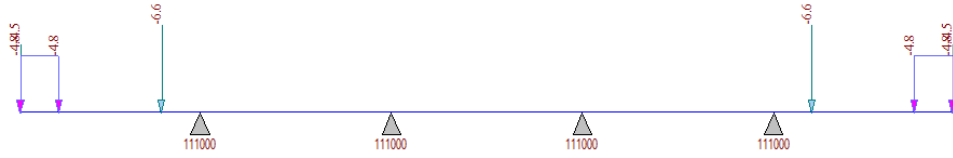


Figura 166 – g2

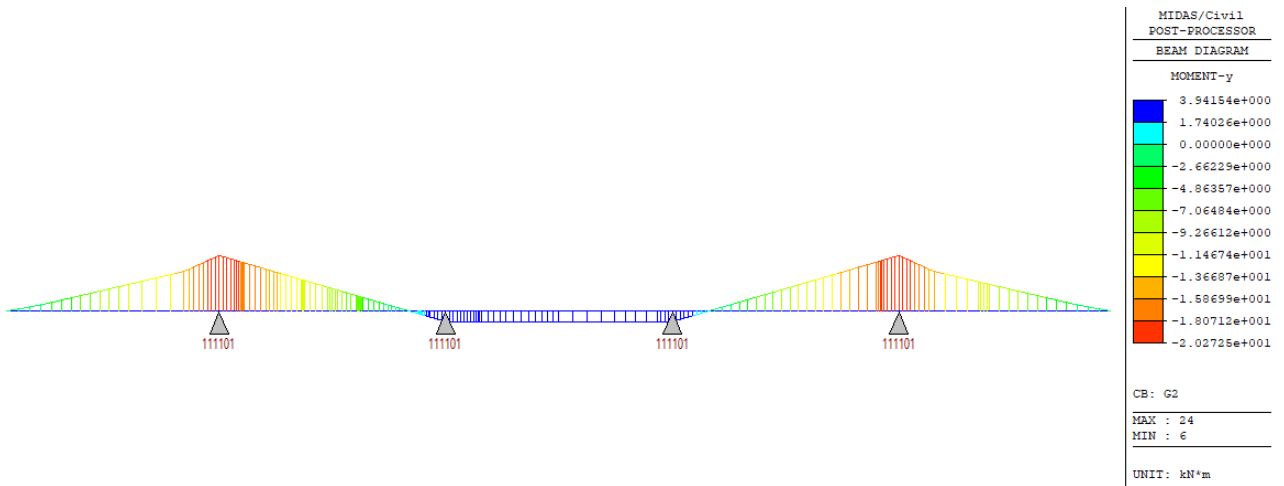


Figura 167 – g2 – Momento My

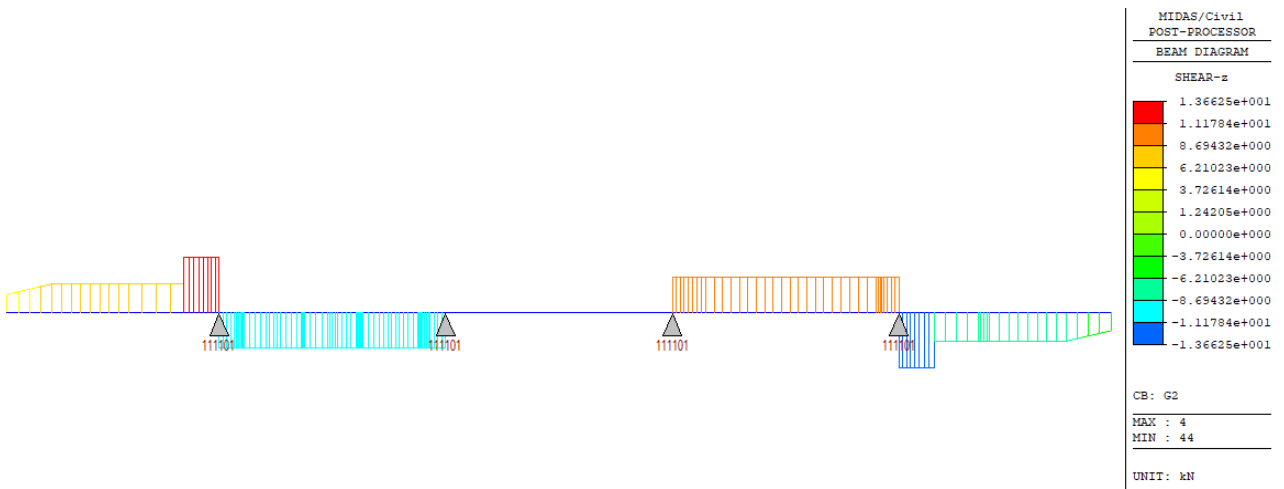


Figura 168 – g2 – Taglio Vz

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001 B

18.3.3 Carichi variabili da traffico

Ai fini delle verifiche locali della soletta si è considerato il solo treno di carico LM71, più in particolare il suo asse da 250 kN.

In accordo con quanto indicato nel D.M.2008 [1], tali azioni concentrate sono state considerate come distribuite su tre traverse consecutive e quindi diffuse fino a baricentro soletta come indicato nella figura seguente (diffusione con pendenza 1/4 nel ballast e 1/1 nella soletta).

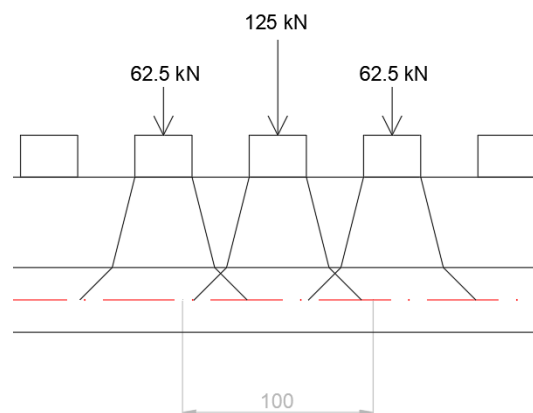


Figura 169 – Diffusione longitudinale del carico concentrato corrispondente all'LM71

Si assume dunque che su una striscia di un metro di soletta agisca un carico pari a quello agente sulla traversa centrale più il 40% del carico agente sulle due traverse adiacenti.

$$q \text{ (LM71_concentrato)} = (1+0.4) 125 \text{ kN} \cdot \alpha = 192.5 \text{ kN}$$

Si dimostra facilmente come tale condizione di carico sia la più gravosa per la soletta:

$$q \text{ (LM71_distribuito)} = 80 \text{ kN/m} \cdot \alpha = 88 \text{ kN/m}$$

$$SW2 = 150 \text{ kN/m} \cdot \alpha = 150 \text{ kN/m}$$

Il carico è stato diffuso anche trasversalmente fino a baricentro soletta e quindi distribuito su una larghezza pari a:

$$B_{\text{diff,trasv}} = B_{\text{Traversa}} + 0.5 H_{\text{ballast}} + H_{\text{soletta}}$$

dove:

$$B_{\text{Traversa}} = 2.60 \text{ m} \quad \text{Larghezza della traversa}$$

$$H_{\text{ballast}} = 0.48 \text{ m} \quad \text{Spessore medio dello strato di ballast (tiene conto del sovrizzo)}$$

$$H_{\text{soletta}} = 0.34 \text{ m} \quad \text{Spessore soletta misurato in asse binario (esclusa predalla)}$$

Allo stesso modo del carico verticale, anche le altre azioni associate al singolo asse dell'LM71, ovvero l'azione centrifuga e gli effetti delle eccentricità dovute al rialzo e allo spostamento occasionale del carico, sono state

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

considerate distribuite tra le traverse con ripartizione 25%-50%-25% e diffuse sia longitudinalmente che trasversalmente fino a baricentro soletta.

Come già indicato ad inizio capitolo, si è considerato un sovrizzo “u” pari a 120mm cui corrisponde un’eccentricità pari a 150.5 mm. L’eccentricità occasionale è invece pari a 80mm.

Il raggio di curvatura e la velocità sono pari rispettivamente a 3400m e 250km/h, cui corrisponde una forza centrifuga, associata all’asse da 250kN, pari a 19 kN.

Secondo quanto riportato sul MDP RFI [2] e sulle NTC [1], i carichi da traffico verticali sono stati amplificati per tener conto della natura dinamica dell’azione stessa.

Il coefficiente dinamico è stato calcolato come:

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\phi - 0,2}} + 0,82 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$$

in quanto per la linea è previsto un elevato standard manutentivo.

La lunghezza caratteristiche è stata assunta pari a tre volte l’interasse delle travi principali:

$$L_\phi = 8.25\text{m}$$

Per cui si ha:

$$\Phi_2 = 1.36$$

Il carico verticale distribuito su una tratto pari a $B_{\text{diff,trasv}}$ è dunque pari a $q = 82.3 \text{ kN/m}$.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

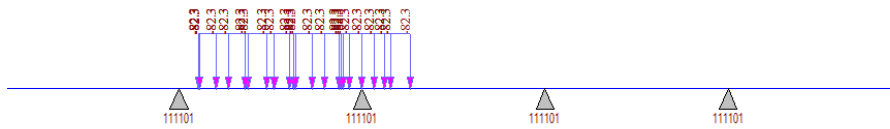


Figura 170 – $\Phi \cdot LM71_p_vert$

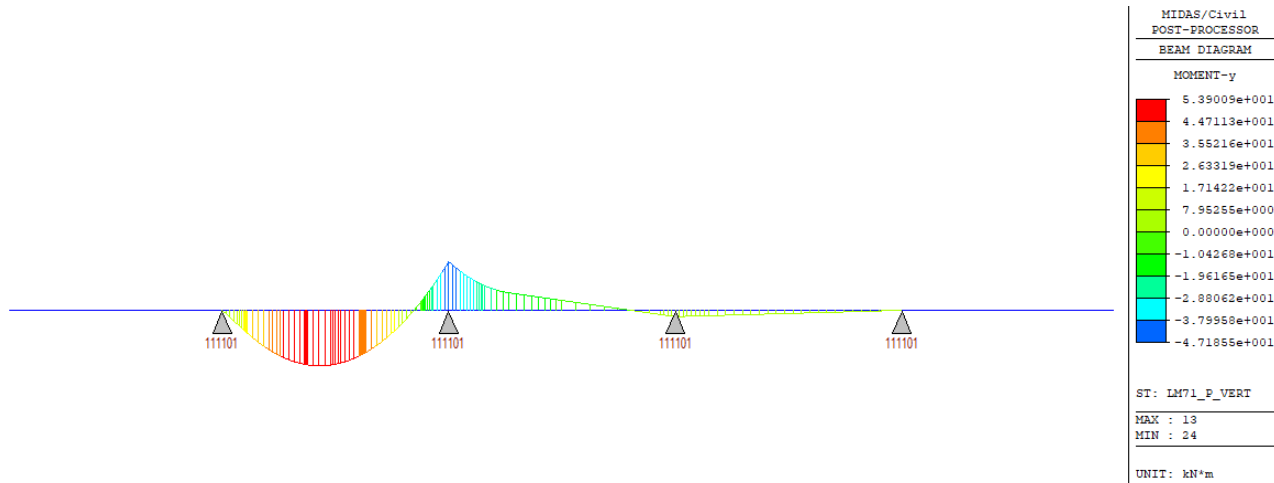


Figura 171 – $\Phi \cdot LM71_p_vert$. – Momento M_y

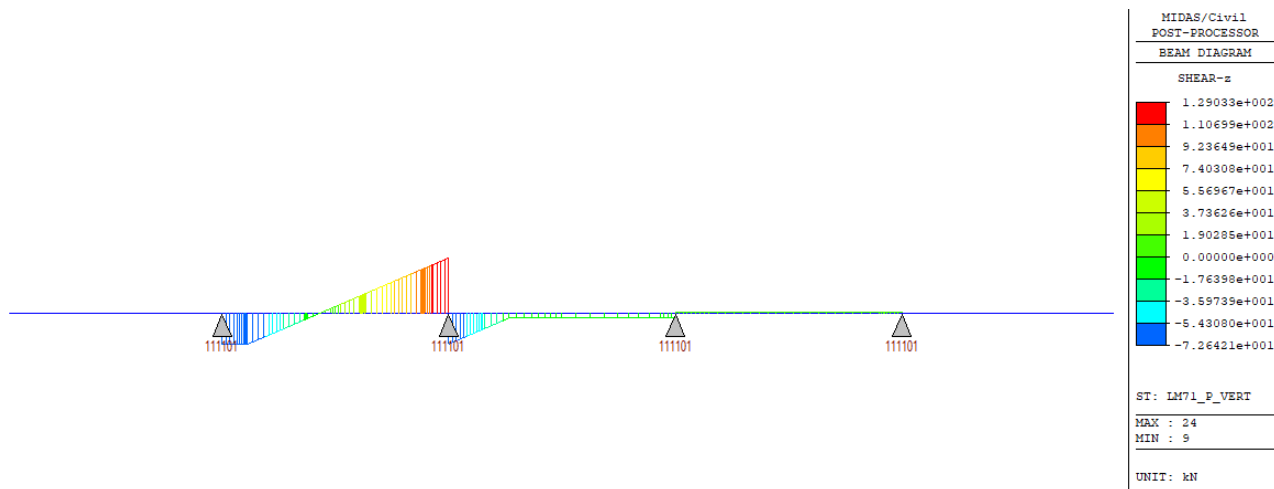


Figura 172 – $\Phi \cdot LM71_p_vert$ – Taglio V_z

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

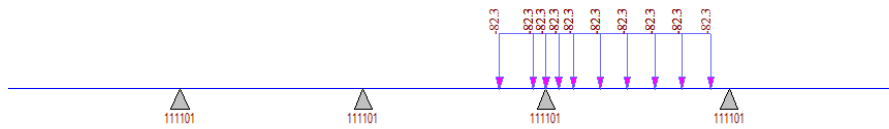


Figura 173 – Φ *LM71_d_vert

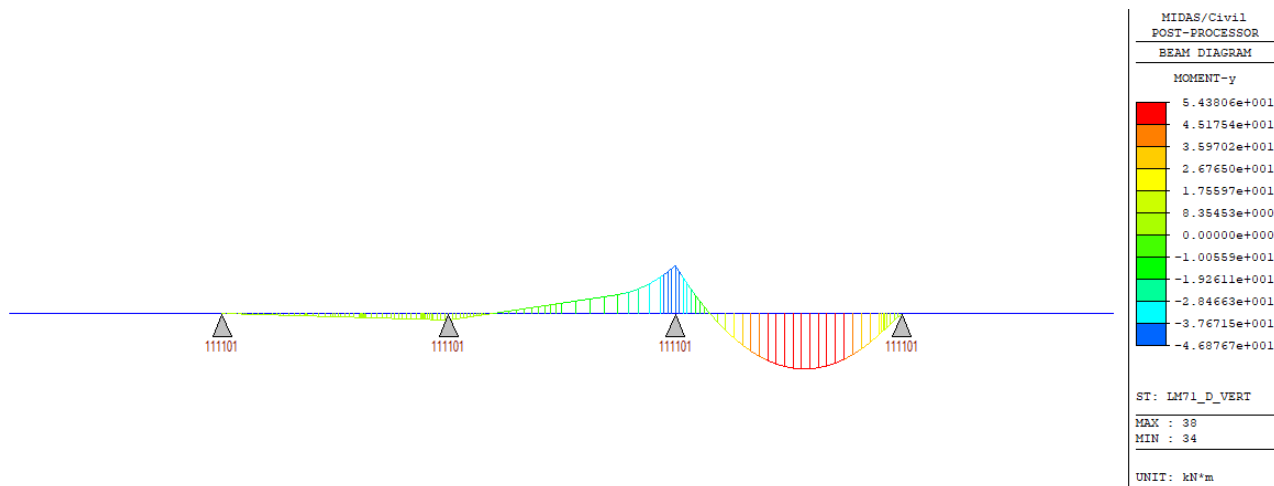


Figura 174 – Φ *LM71_d_vert – Momento My

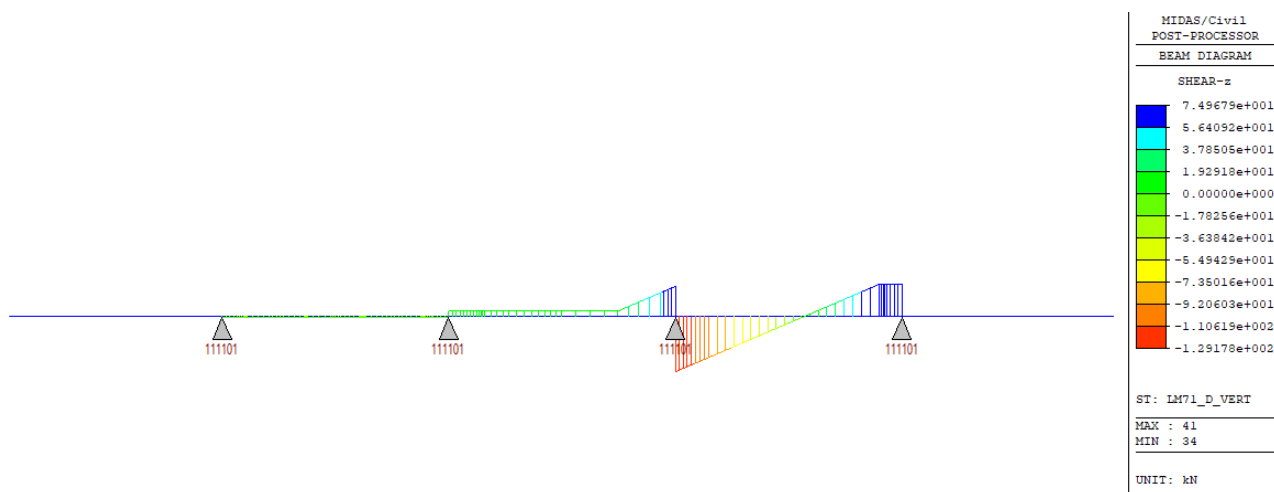


Figura 175 – Φ *LM71_d_vert – Taglio Vz



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

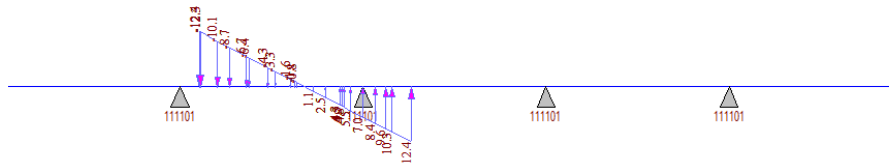


Figura 176 – $\Phi \cdot LM71_p_ecc(s)$

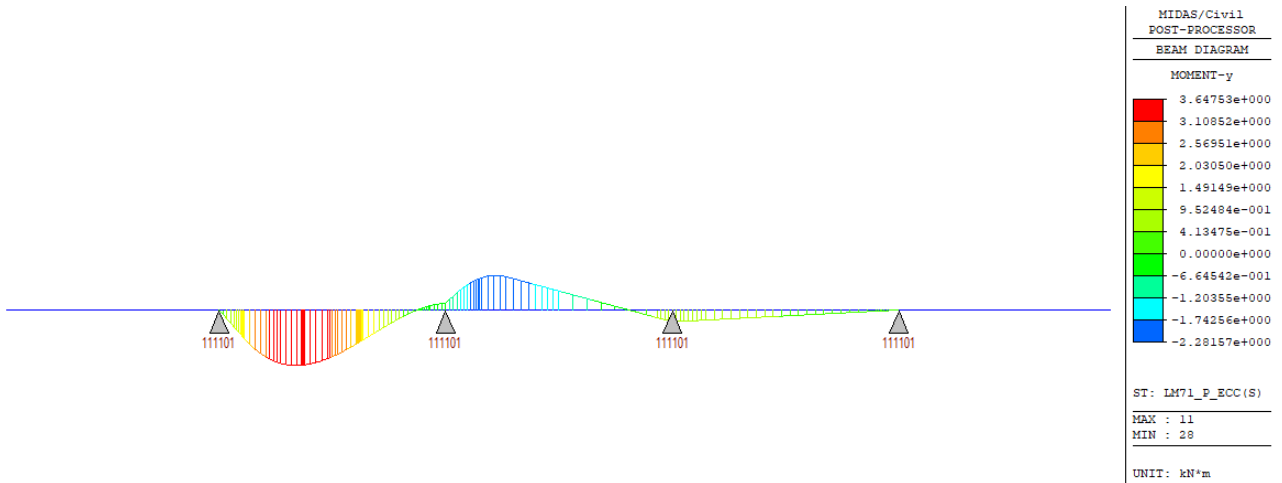


Figura 177 – $\Phi \cdot LM71_p_ecc(s)$ – Momento My

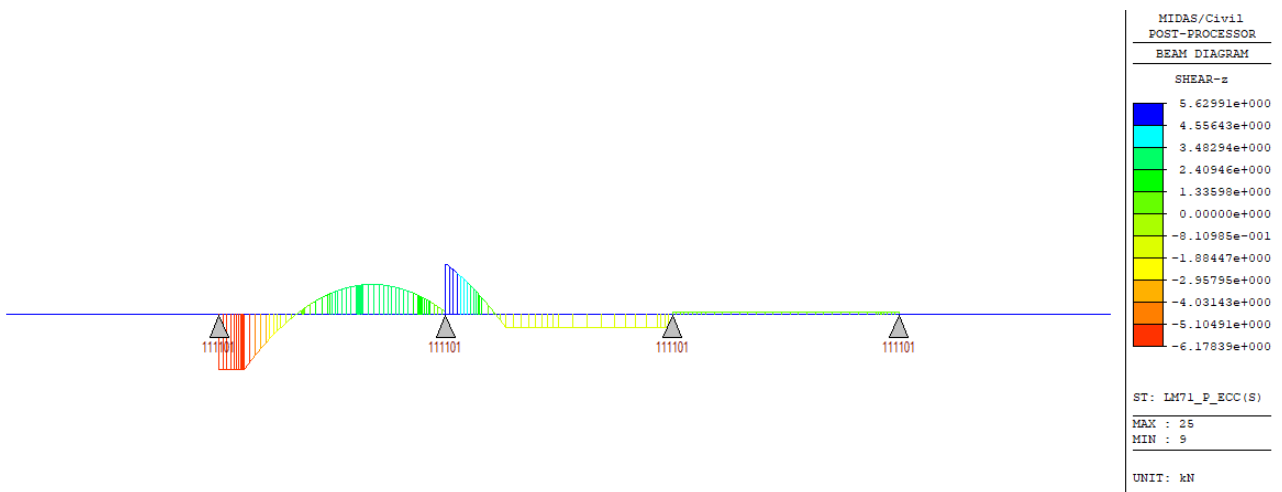


Figura 178 – $\Phi \cdot LM71_p_ecc(s)$ – Taglio Vz

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

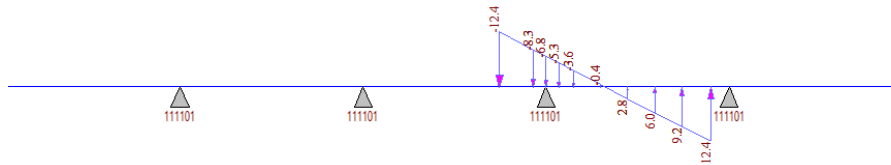


Figura 179 – $\Phi^* LM71_d_ecc(s)$

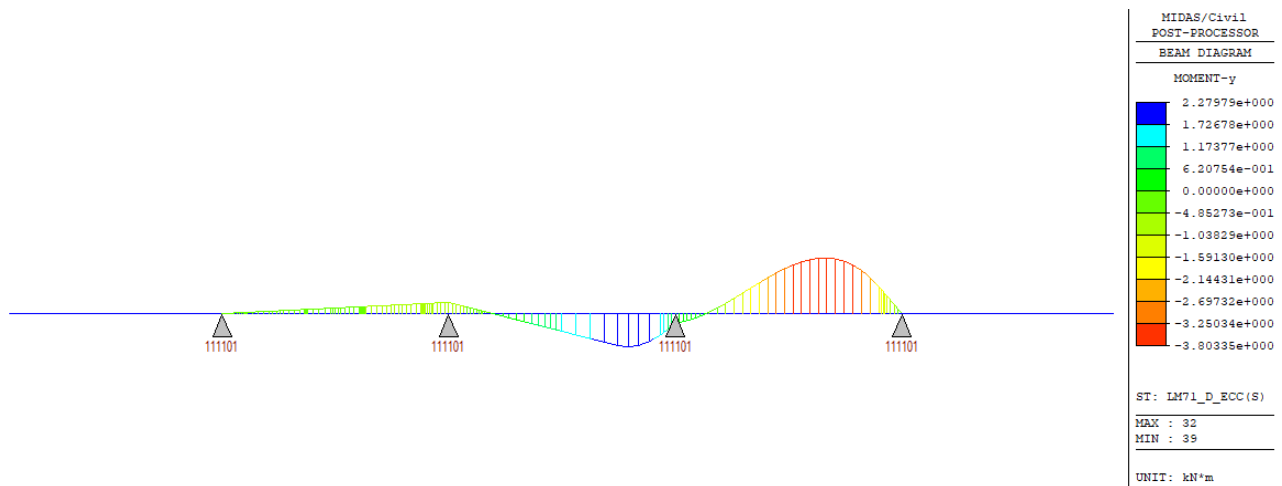


Figura 180 – $\Phi^* LM71_d_ecc(s)$ – Momento My

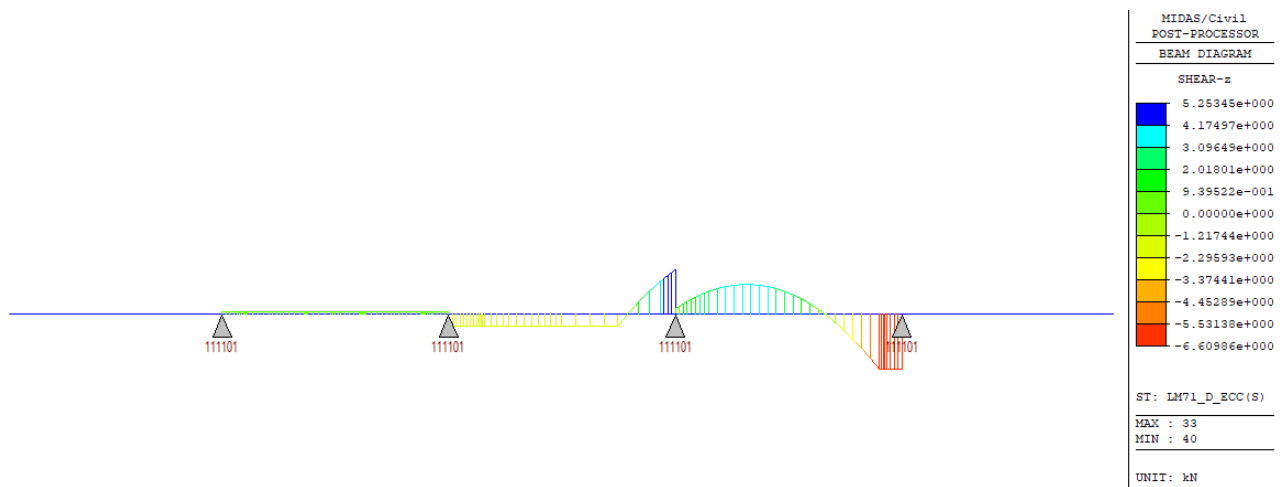


Figura 181 – $\Phi^* LM71_d_ecc(s)$ – Taglio Vz

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

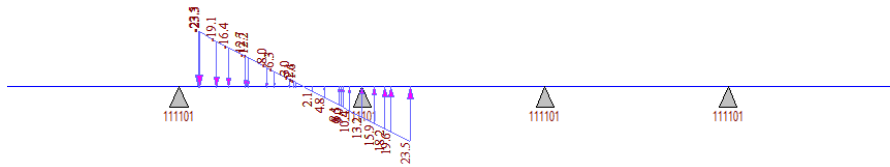


Figura 182 – $\Phi \cdot LM71_p_ecc(u)$

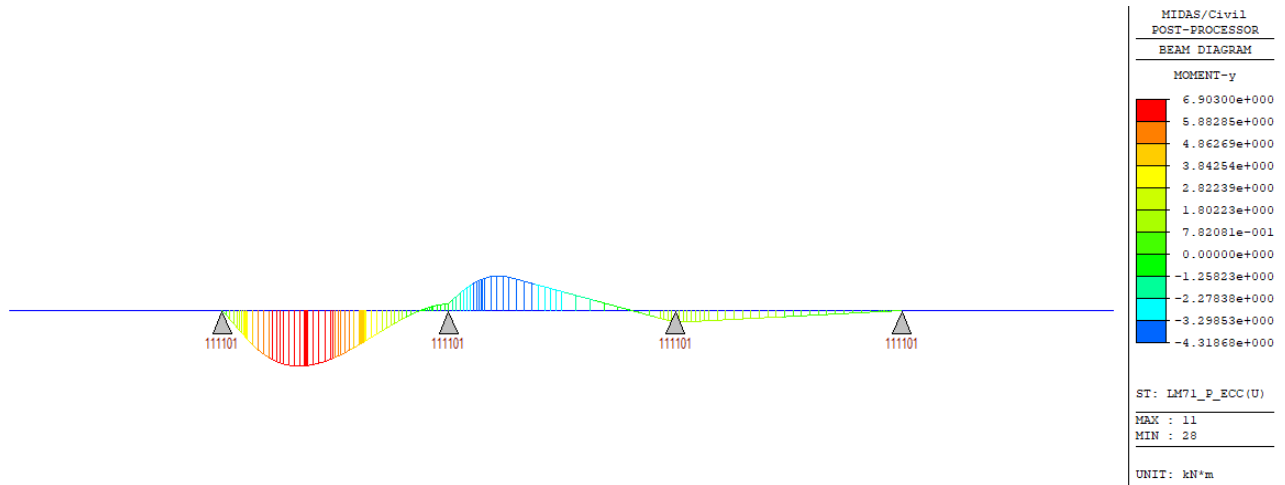


Figura 183 – $\Phi \cdot LM71_p_ecc(u)$ – Momento M_y

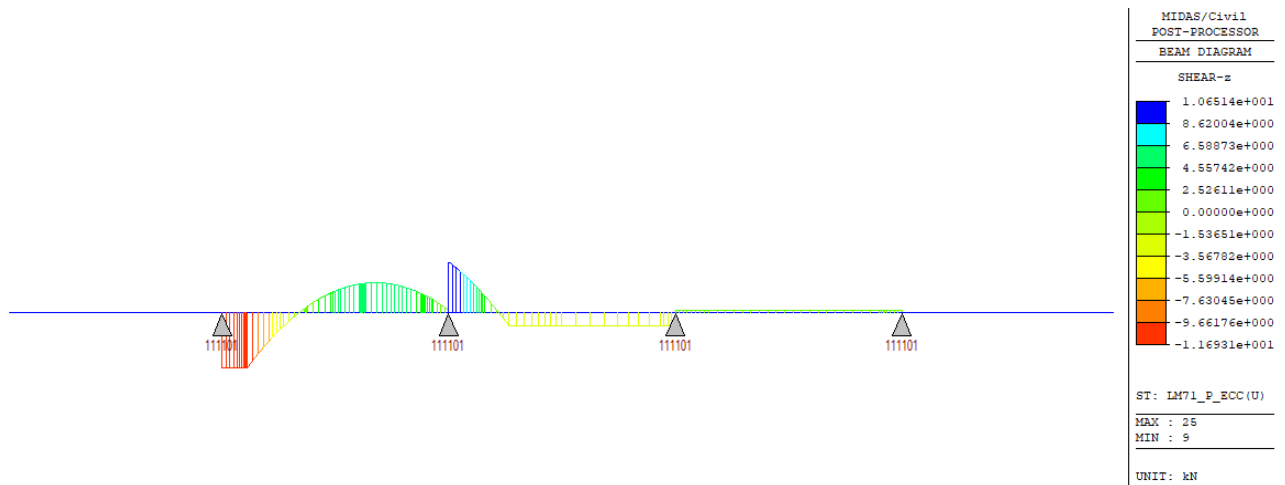


Figura 184 – $\Phi \cdot LM71_p_ecc(u)$ – Taglio V_z

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

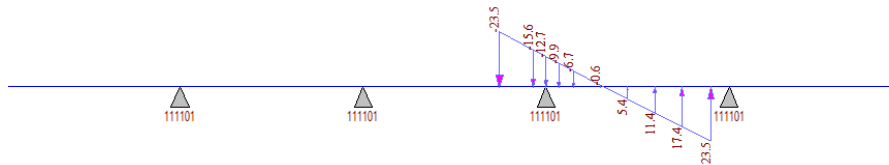


Figura 185 – $\Phi * LM71_d_ecc(u)$

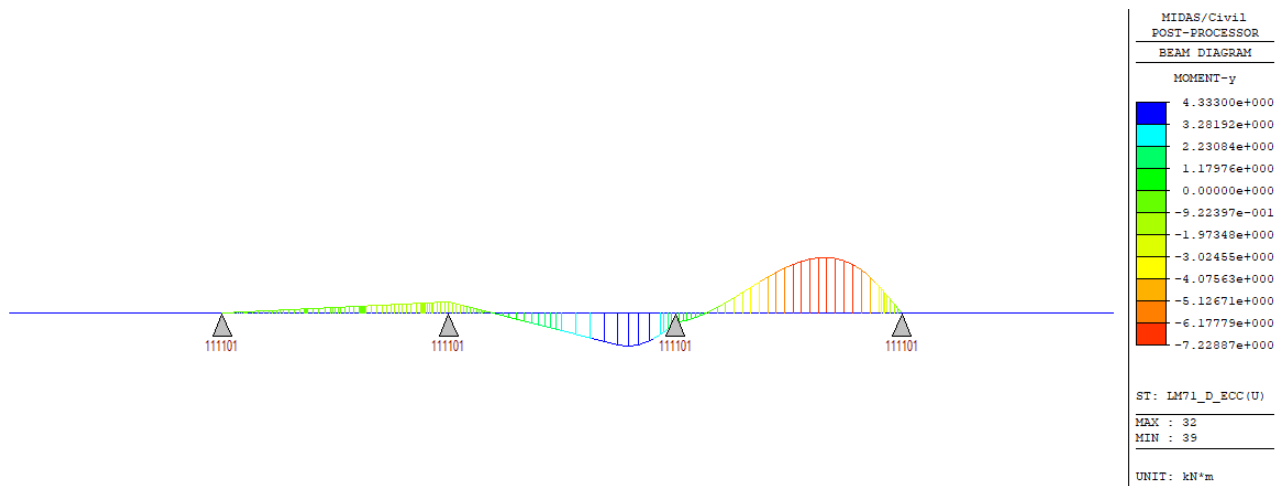


Figura 186 – $\Phi * LM71_d_ecc(u)$ – Momento M_y

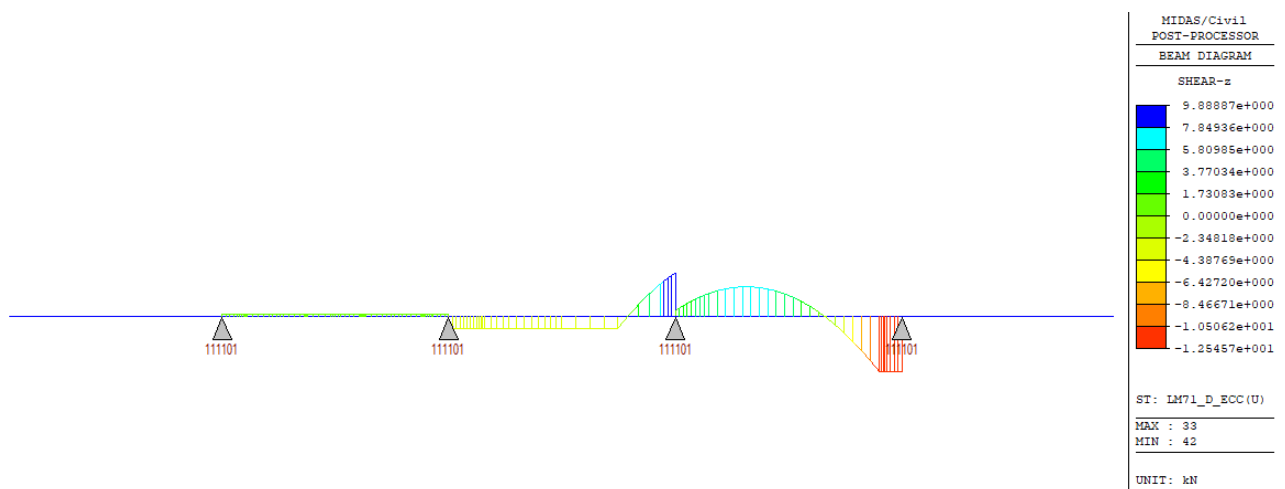


Figura 187 – $\Phi * LM71_d_ecc(u)$ – Taglio V_z

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

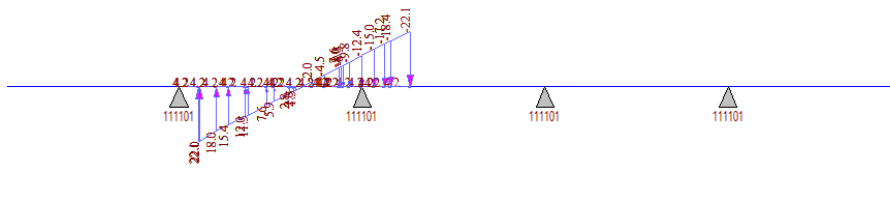


Figura 188 – LM71_p_centr

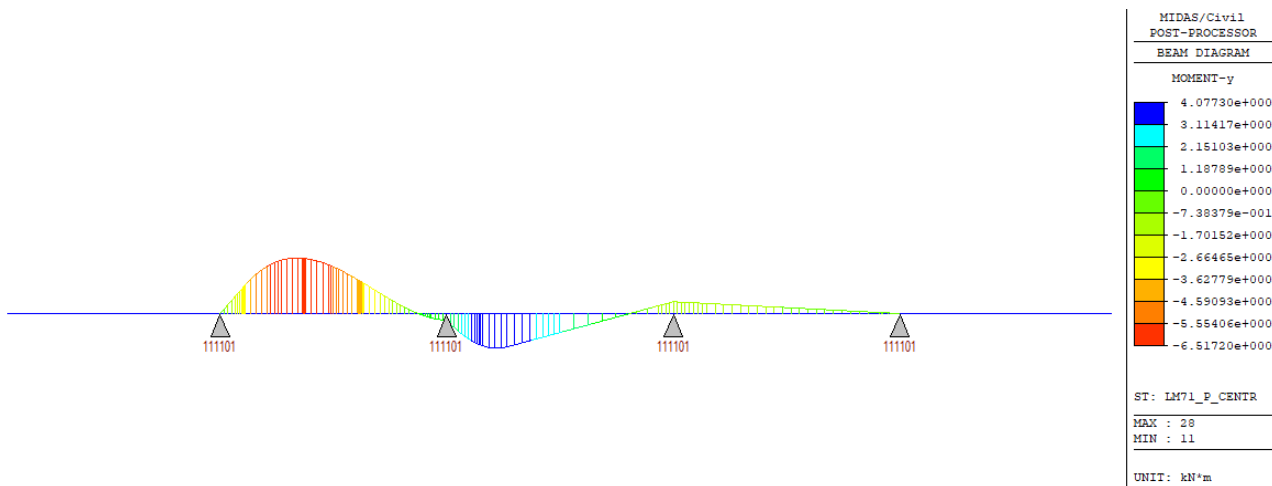


Figura 189 – LM71_p_centr – Momento My

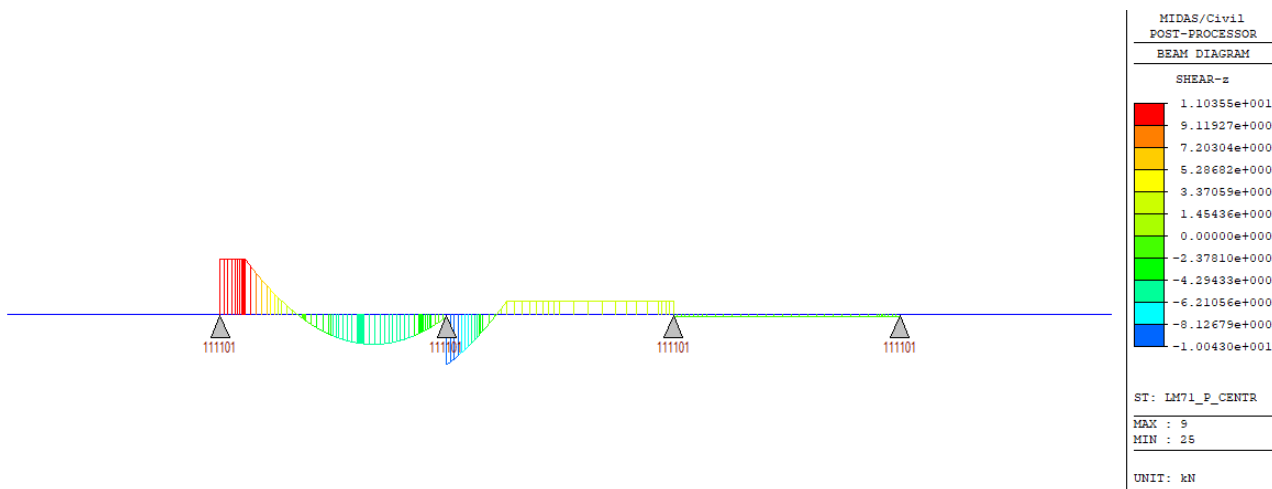


Figura 190 – LM71_p_centr – Taglio Vz

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

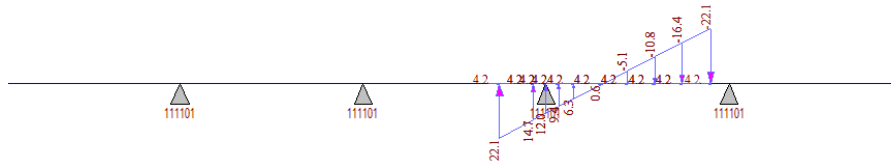


Figura 191 – LM71_d_centr

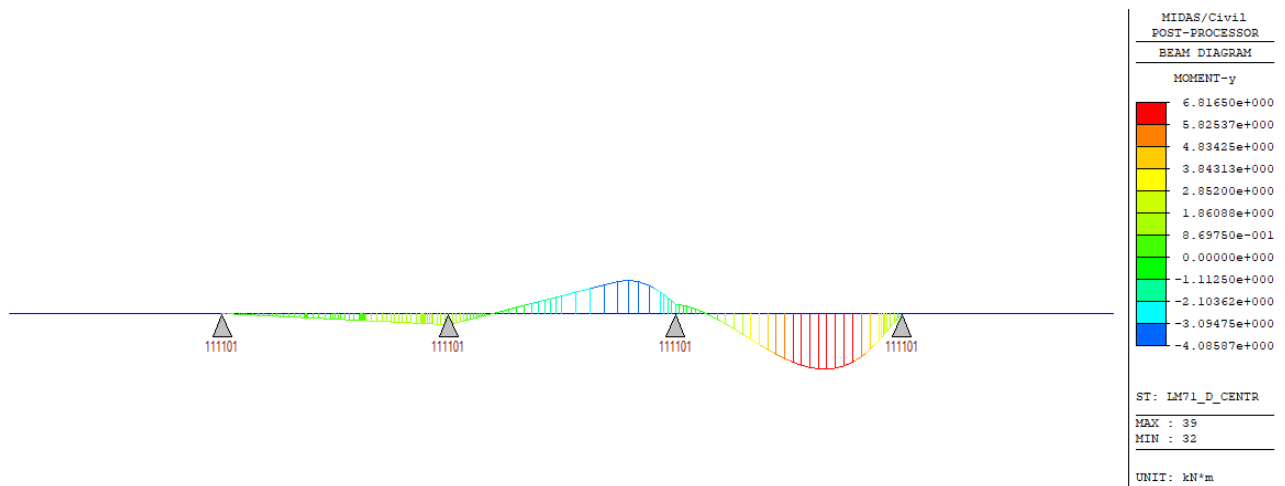


Figura 192 – LM71_d_centr – Momento My

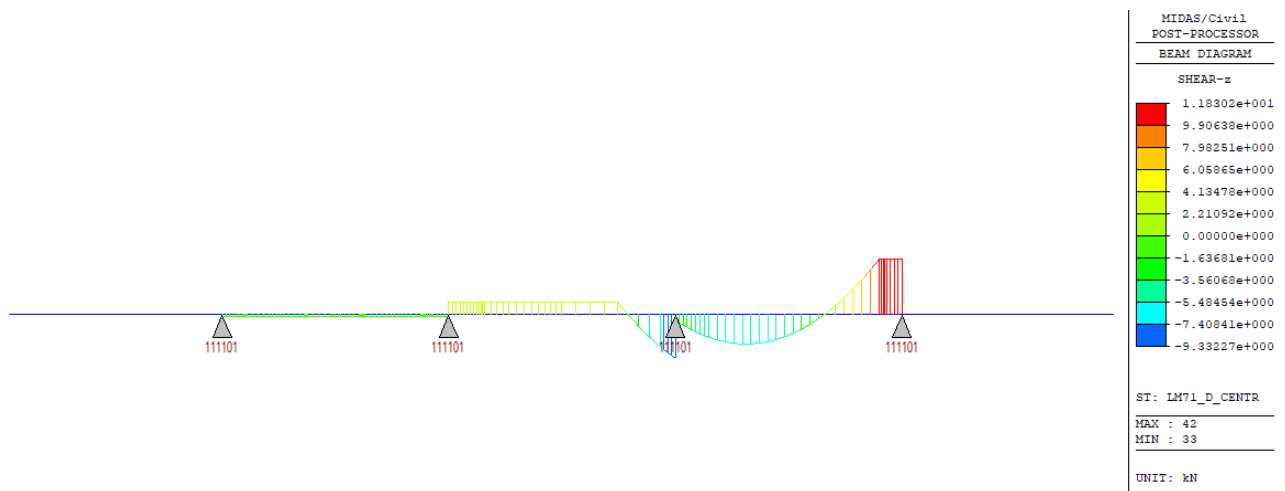


Figura 193 – LM71_d_centr – Taglio Vz

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

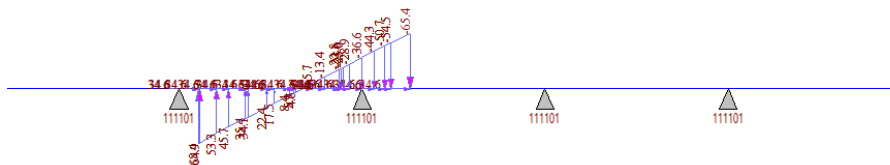
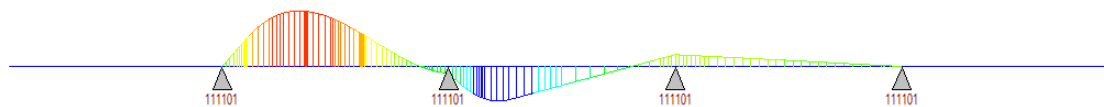


Figura 194 – LM71_p_serp



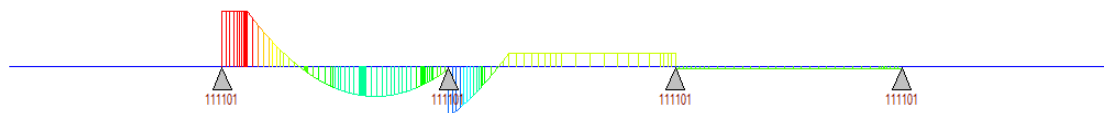
MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

1.20586e+001
9.21000e+000
6.36141e+000
3.51283e+000
0.00000e+000
-2.18434e+000
-5.03293e+000
-7.88151e+000
-1.07301e+001
-1.35787e+001
-1.64273e+001
-1.92759e+001

ST: LM71_P_SERP
MAX : 28
MIN : 11
UNIT: kN*m

Figura 195 – LM71_p_serp – Momento My



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

3.26367e+001
2.69726e+001
2.13086e+001
1.56444e+001
9.98057e+000
4.31654e+000
0.00000e+000
-7.01150e+000
-1.26755e+001
-1.83395e+001
-2.40036e+001
-2.96676e+001

ST: LM71_P_SERP
MAX : 9
MIN : 25
UNIT: kN

Figura 196 – LM71_p_serp – Taglio Vz

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

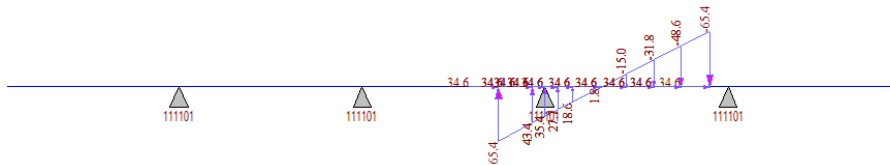


Figura 197 – LM71_d_serp

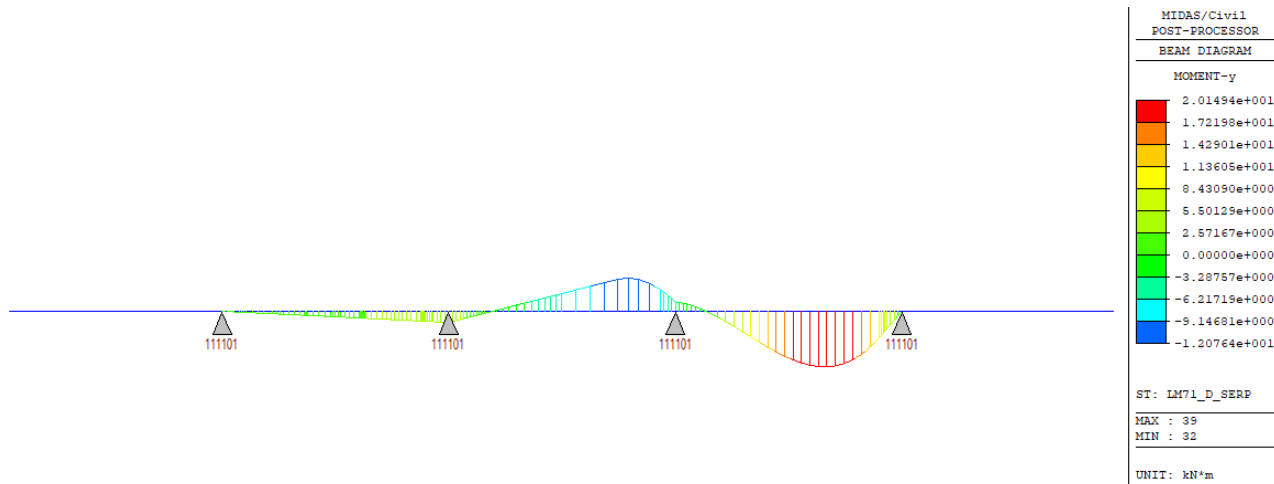


Figura 198 – LM71_d_serp – Momento My

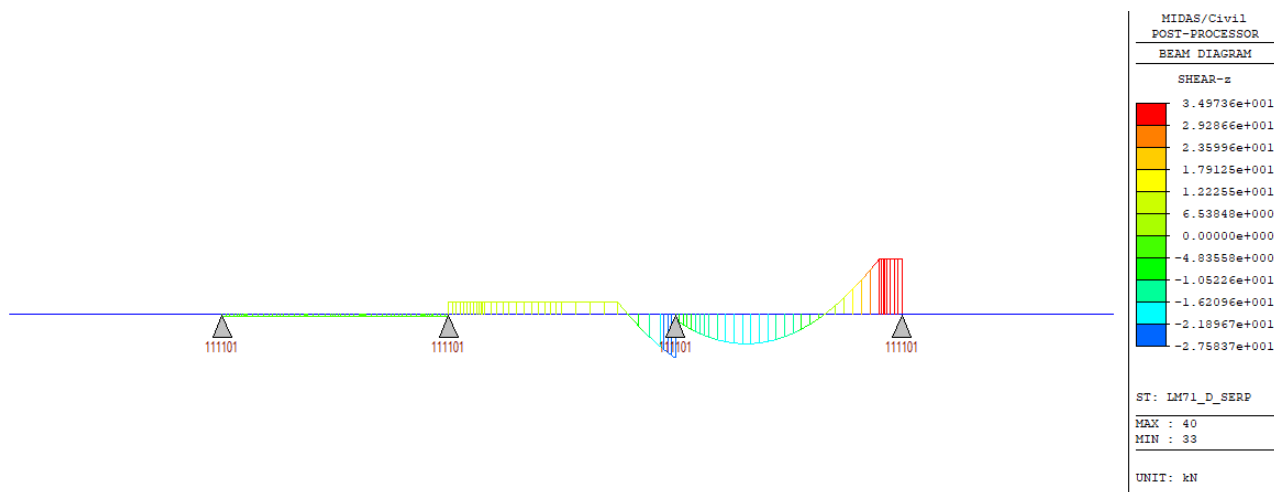


Figura 199 – LM71_d_serp – Taglio Vz

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

18.3.4 Effetti globali

L'effetto di spostamenti verticali differenziali tra le varie travi d'impalcato, causati soprattutto da carichi eccentrici, come possono esserlo quelli da traffico, causa nella soletta sollecitazioni di taglio e momento.

Per la valutazione dell'entità di tali sollecitazioni, sono stati applicati, nel modello locale di soletta, dei cedimenti verticali ad ognuno degli appoggi. Tali cedimenti sono pari all'abbassamento del nodo di mezzzeria delle travi, ottenuto dalle analisi sul modello globale, per i casi di carico di LM71 su binario pari e LM71 su binario dispari (con associati carichi da traffico orizzontali).

Per tali azioni si fa riferimento al coefficiente dinamico utilizzato per le analisi globali ($\Phi_2 = 1.06$).

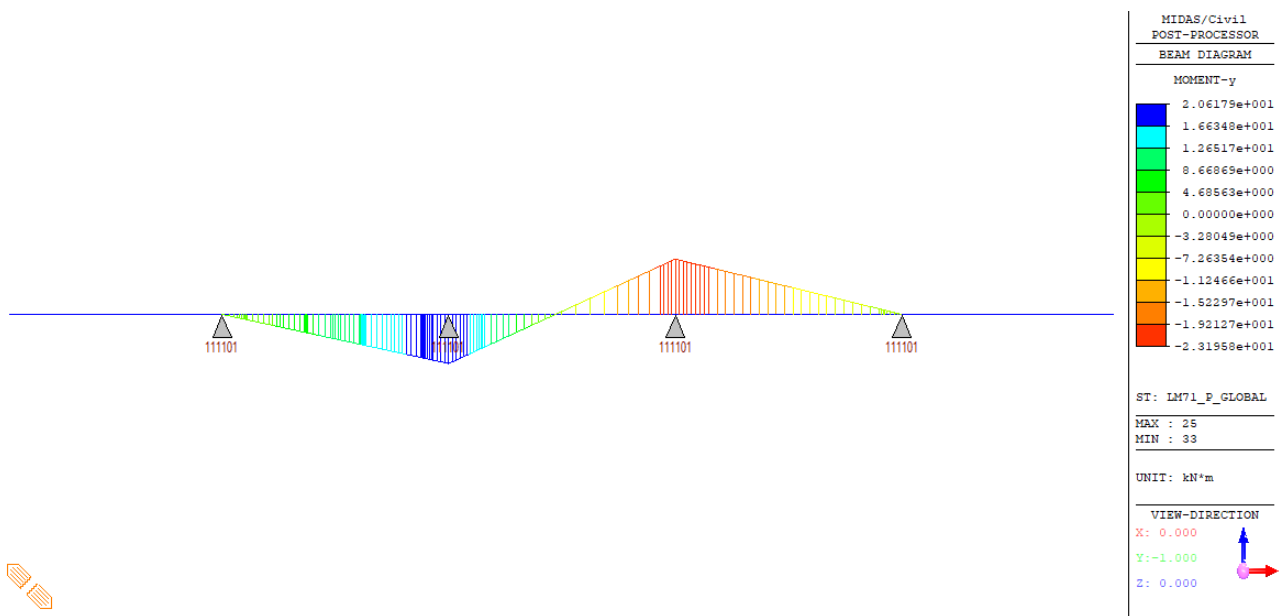


Figura 200 – Φ *LM71_p_global – Momento My

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

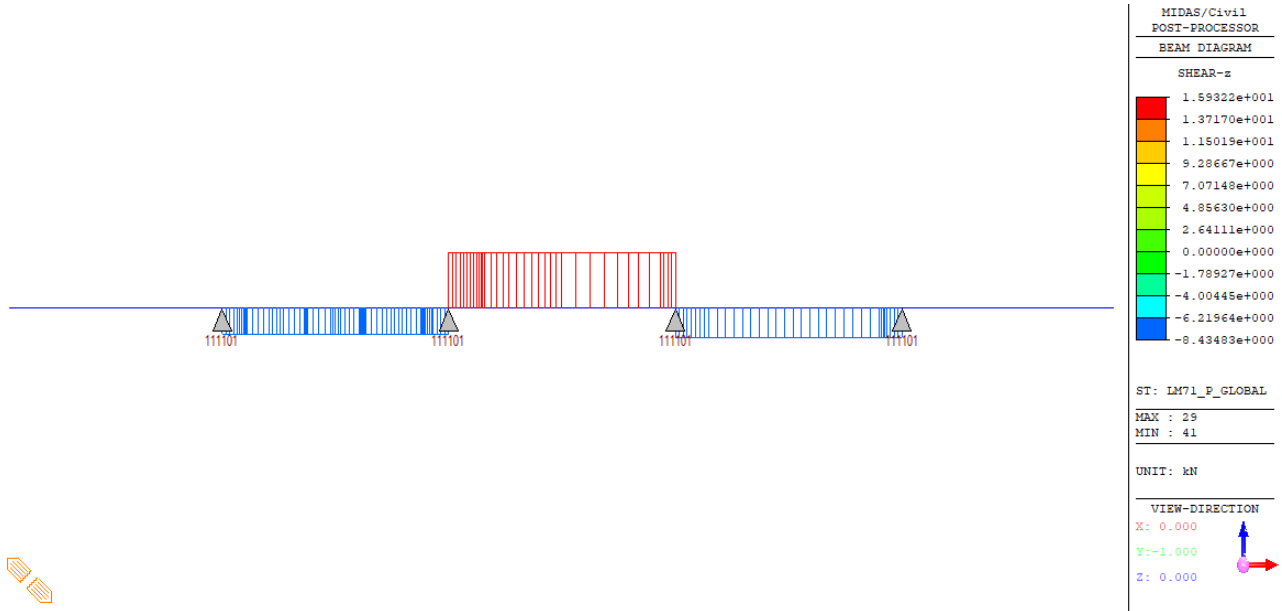


Figura 201 – Φ *LM71_p_global – Taglio Vz

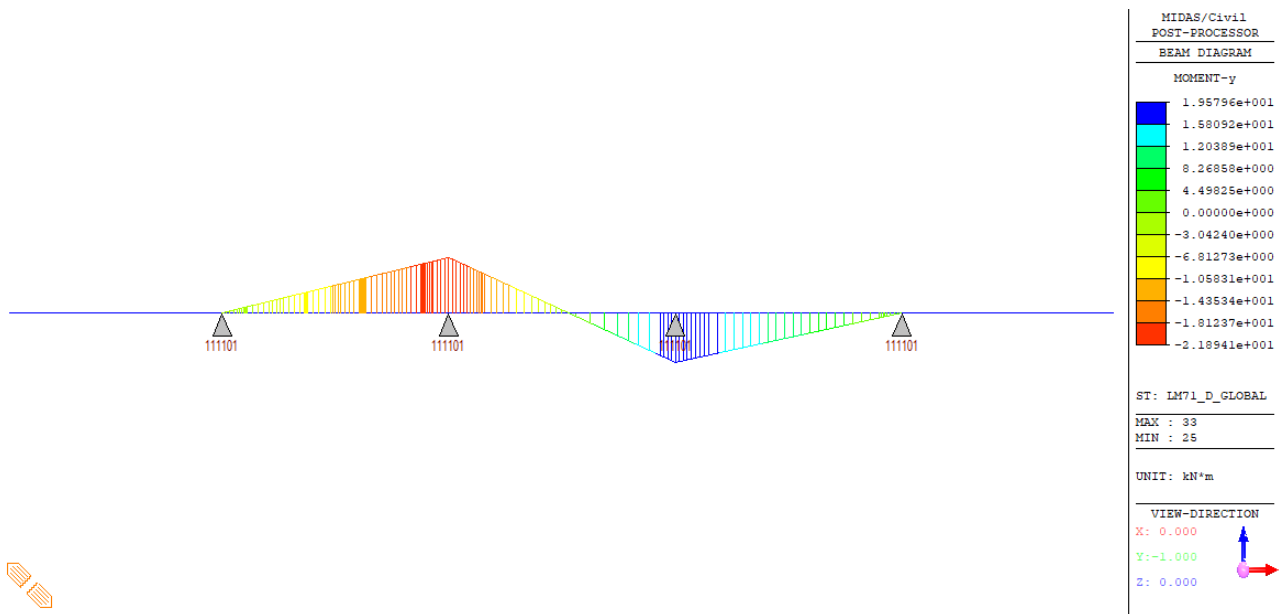


Figura 202 – Φ *LM71_d_global – Momento My

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

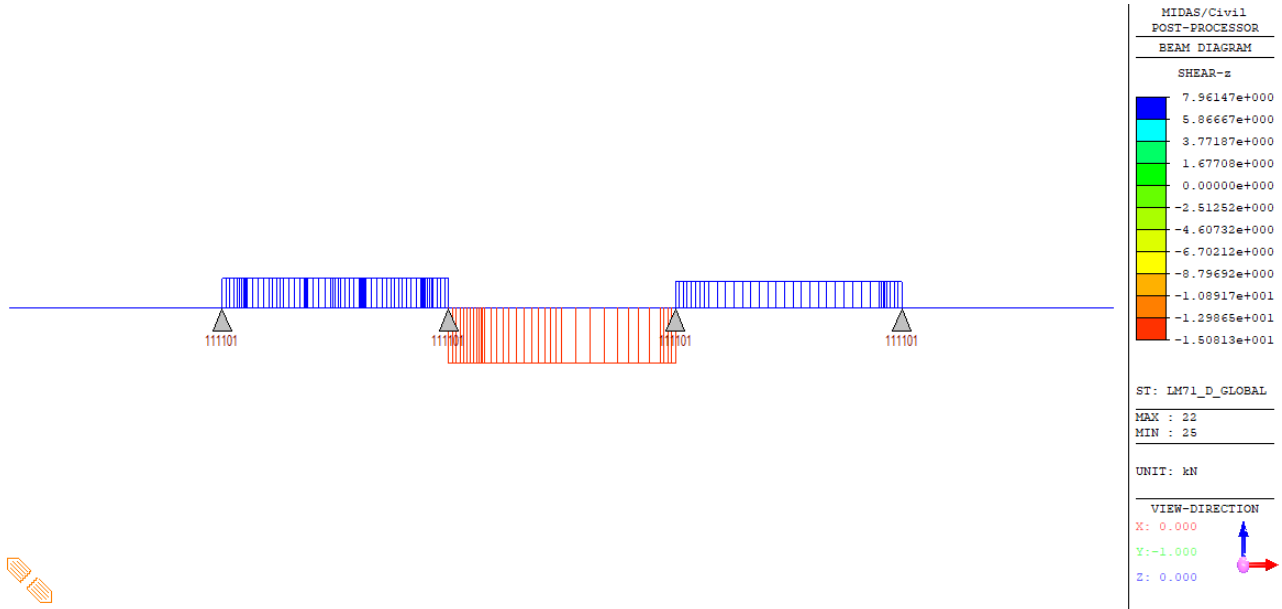


Figura 203 – Φ^* LM71_d_global – Taglio Vz

18.3.5 Azione del vento

Sono state considerate le seguenti condizioni di carico:

- Vento a ponte carico in assenza di barriere (PC_NB)
- Vento a ponte carico in presenza di barriere (PB_SB)
- Vento a ponte scarico (PS)

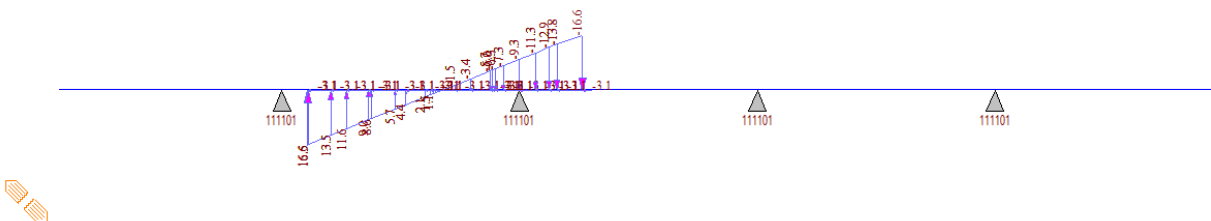


Figura 204 – Vento(-)_PC_NB_p

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

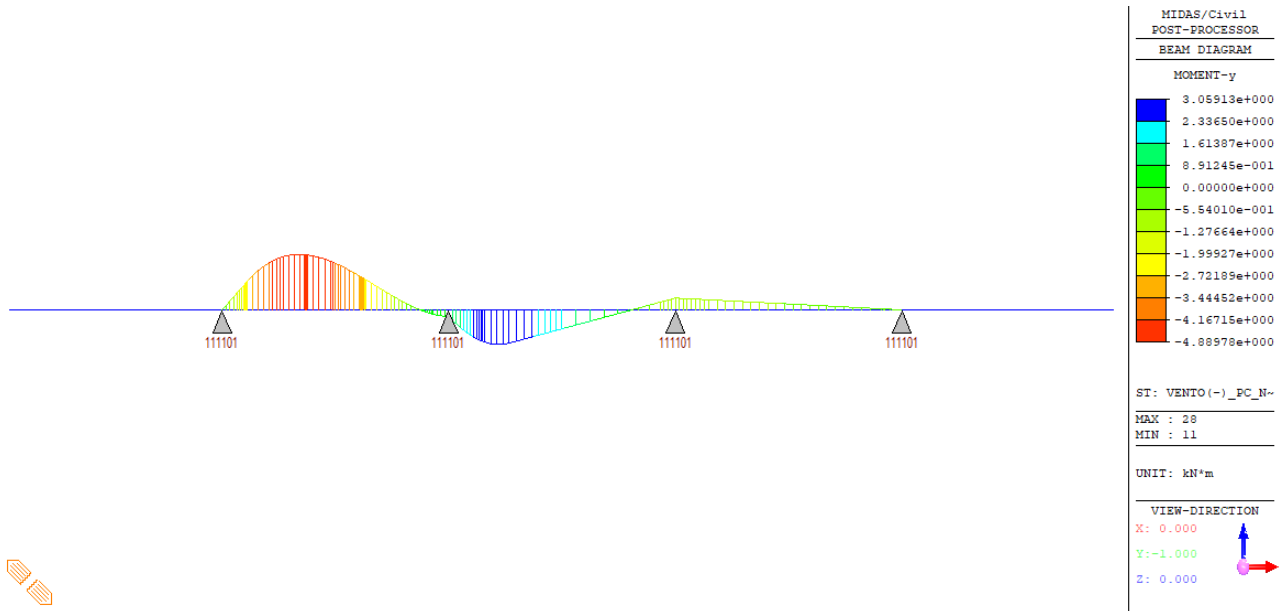


Figura 205 – Vento(-)_PC_NB_p – Momento My

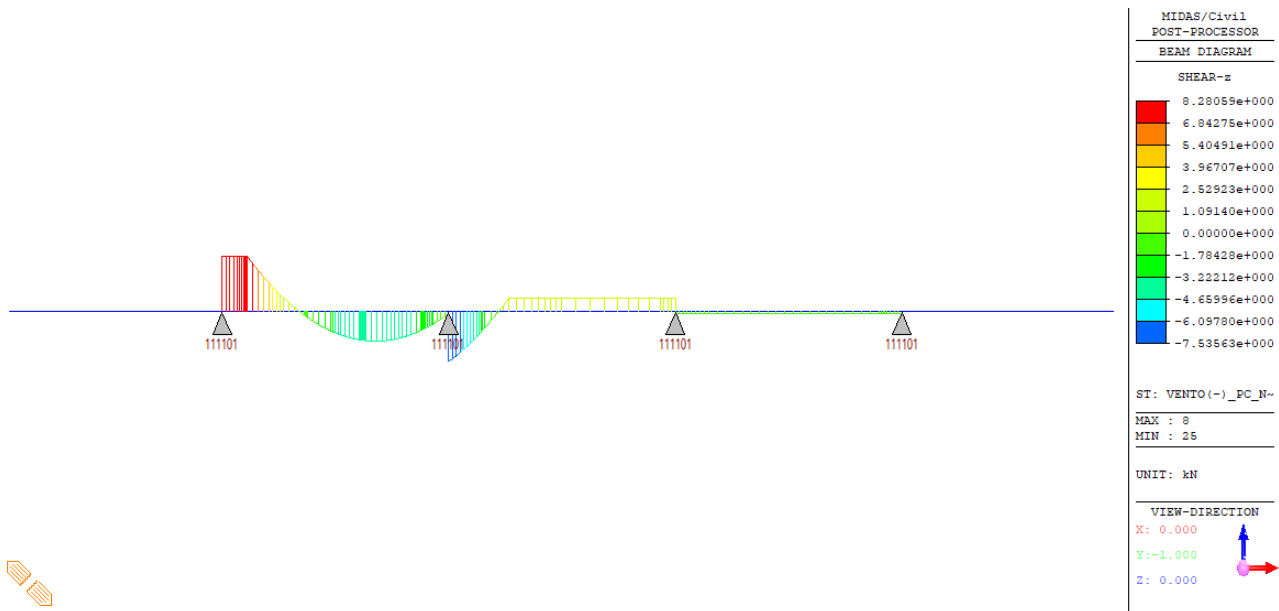


Figura 206 – Vento(-)_PC_NB_p – Taglio Vz

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

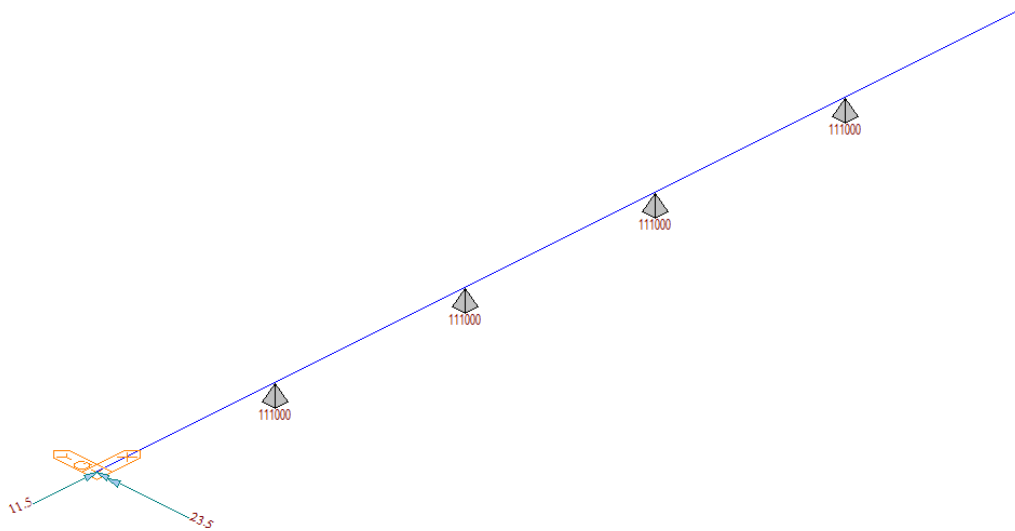


Figura 207 – Vento(-)_PC_SB_p – Azione sulle barriere

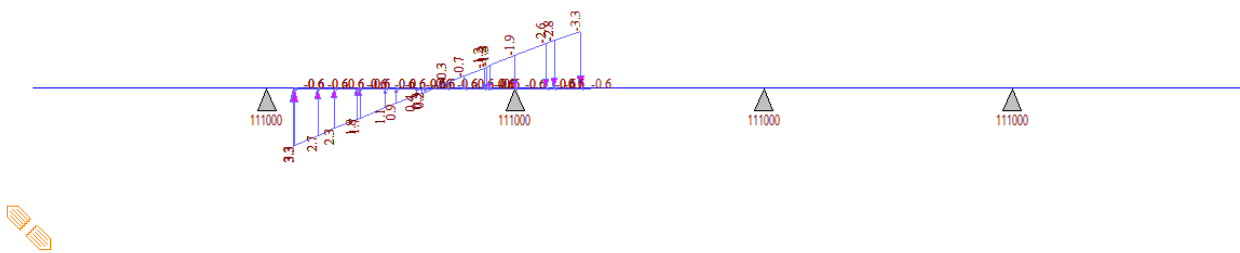


Figura 208 – Vento(-)_PC_SB_p – Azione sui convogli

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

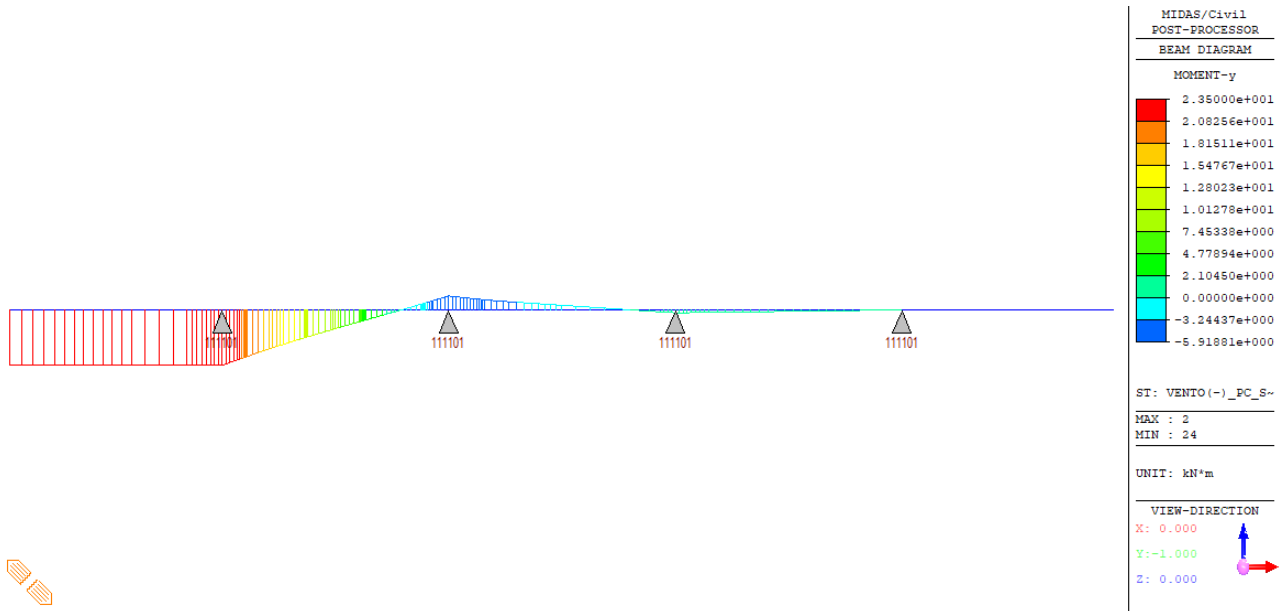


Figura 209 – Vento(-)_PC_SB_p – Momento My

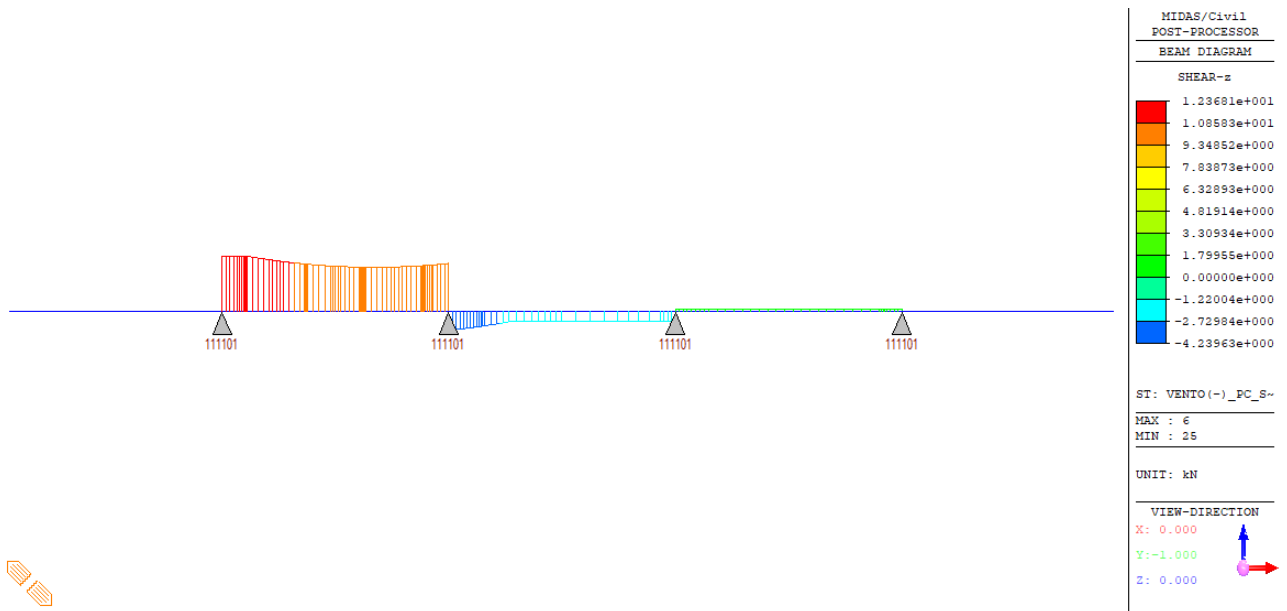


Figura 210 – Vento(-)_PC_SB_p – Taglio Vz

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

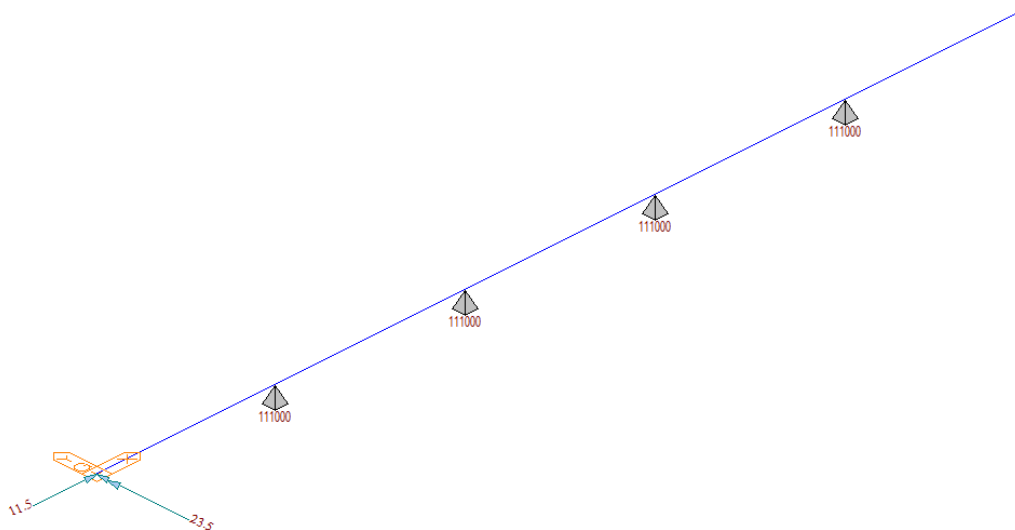


Figura 211 – Vento(-)_PS_p

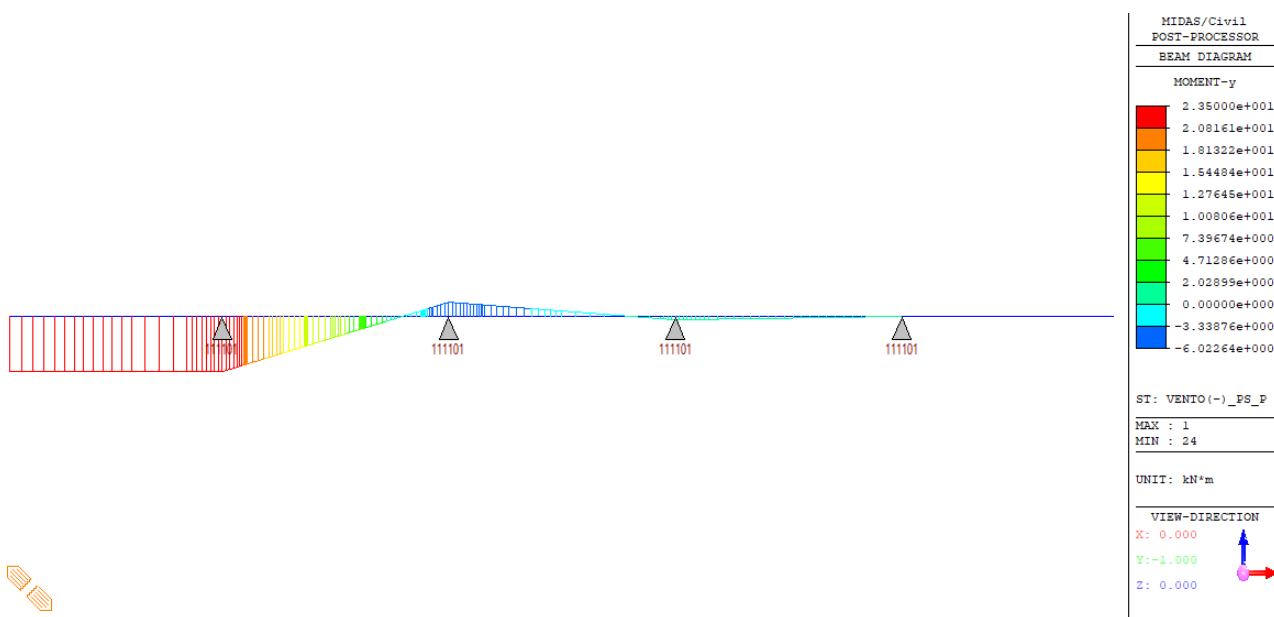


Figura 212 – Vento(-)_PS_p – Momento My

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

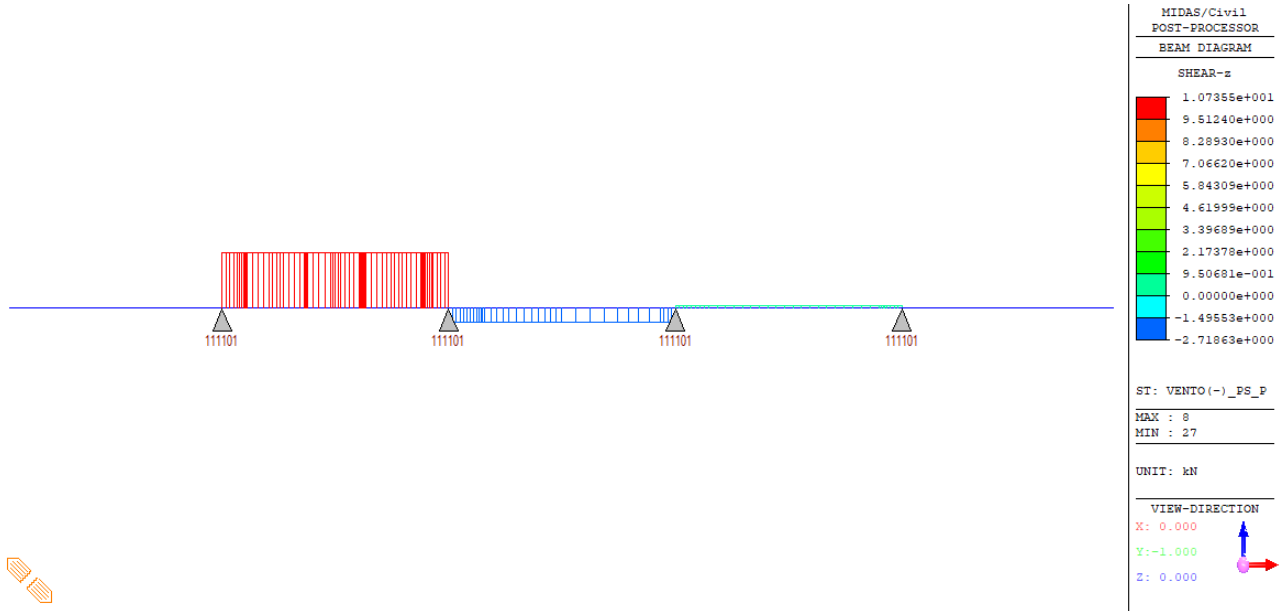


Figura 213 – Vento(-)_PS_p – Taglio Vz

Si omette la rappresentazione dei carichi “Vento(-)” agenti sulla barriera e sui convogli lato binario dispari (d) e dei carichi “Vento(+)”, simmetrici a quelli appena esposti.

18.3.6 Carico sui marciapiedi

Si è considerato un carico sui marciapiedi associato alla manutenzione pari a 10 kN/m^2 .

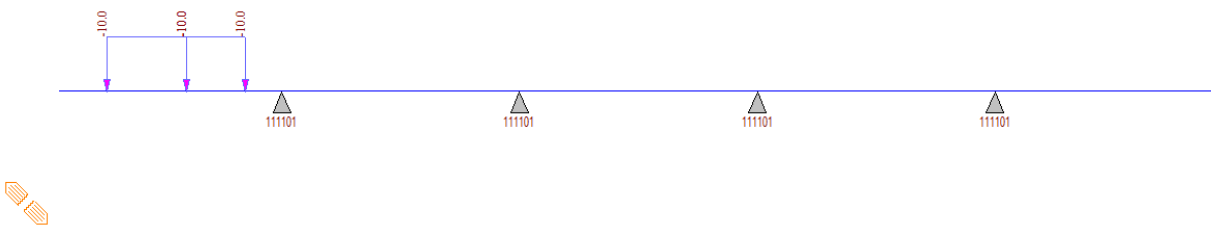


Figura 214 – Manutenzione_p

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

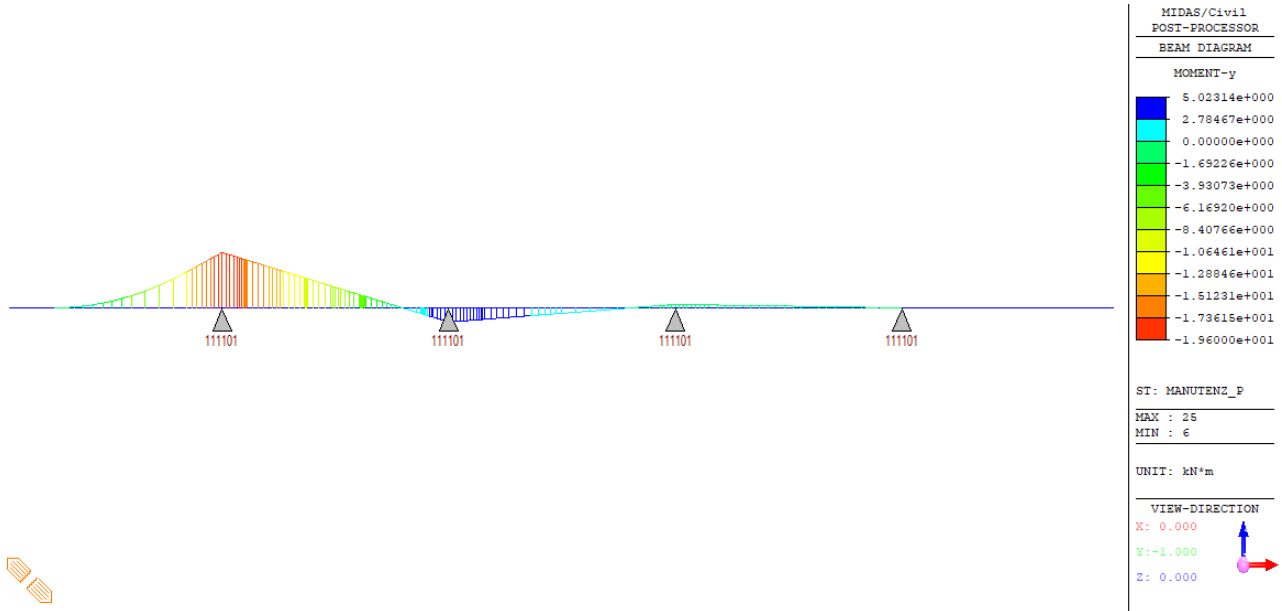


Figura 215 – Manutenzione_p – Momento My

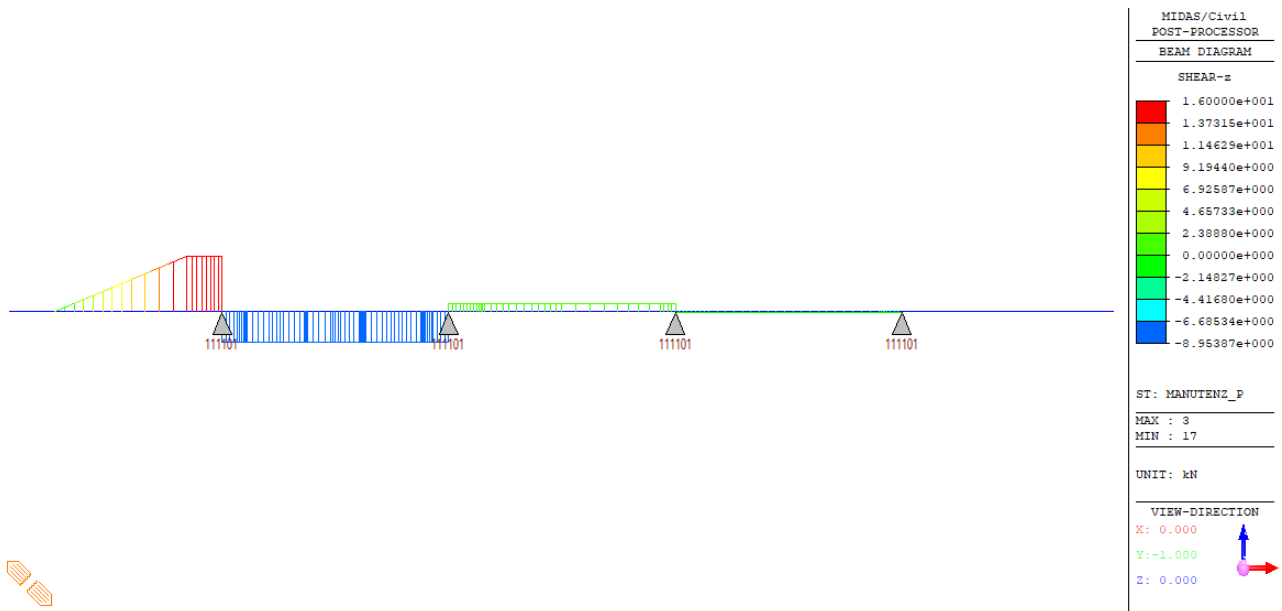


Figura 216 – Manutenzione_p – Taglio Vz

Si omette la rappresentazione del carico “Manutenzione_d” simmetrico a quello appena esposto.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

18.3.7 Azioni eccezionali: deragliamento al di sopra del ponte

In accordo con quanto indicato nel D.M. 2008, si è tenuto conto della possibilità che un locomotore o un carro pesante deragli, attraverso lo studio delle seguenti due condizioni di carico:

- **Caso 1:** si considerano due carichi verticali lineari $q_{A1d} = 60 \text{ kN/m}$ (comprensivo dell'effetto dinamico) ciascuno. Trasversalmente i carichi distano fra loro di "s" (scartamento del binario) e possono assumere tutte le posizioni comprese entro i limiti indicati nella seguente figura.

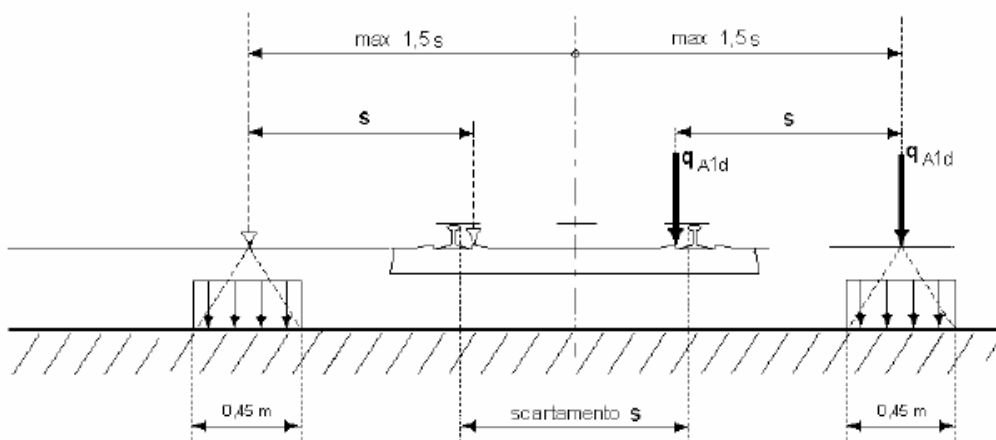


Figura 217 – Deragliamento – Caso 1

- **Caso 2:** Si considera un unico carico lineare $q_{A2d} = 80 \text{ kN/m} \cdot 1.4$ esteso per 20 m e disposto con una eccentricità massima, lato esterno, di $1,5 \cdot s$ rispetto all'asse del binario (Fig. 5.2.13). Per questa condizione convenzionale di carico andrà verificata la stabilità globale dell'opera, come il ribaltamento d'impalcato, il collasso della soletta, ecc.

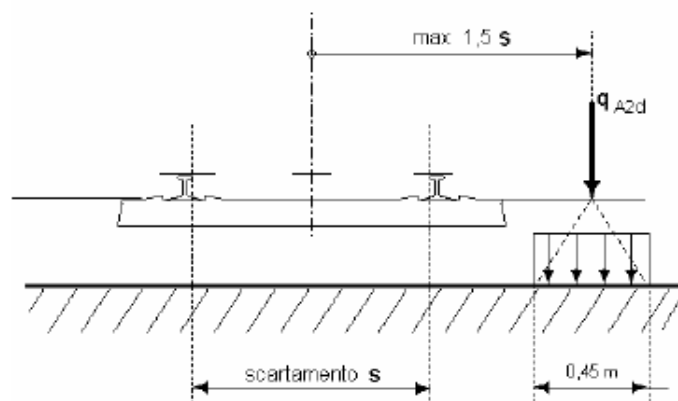


Figura 218 – Deragliamento – Caso 2

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

I carichi sono stati diffusi fino a baricentro soletta, dunque distribuiti su una larghezza pari a:

$$B = 0.45\text{m} + 0.30\text{m} = 0.75\text{m}.$$

Si riportano di seguito le varie configurazioni analizzate nel modello di calcolo e successivamente le sollecitazioni che ne risultano.

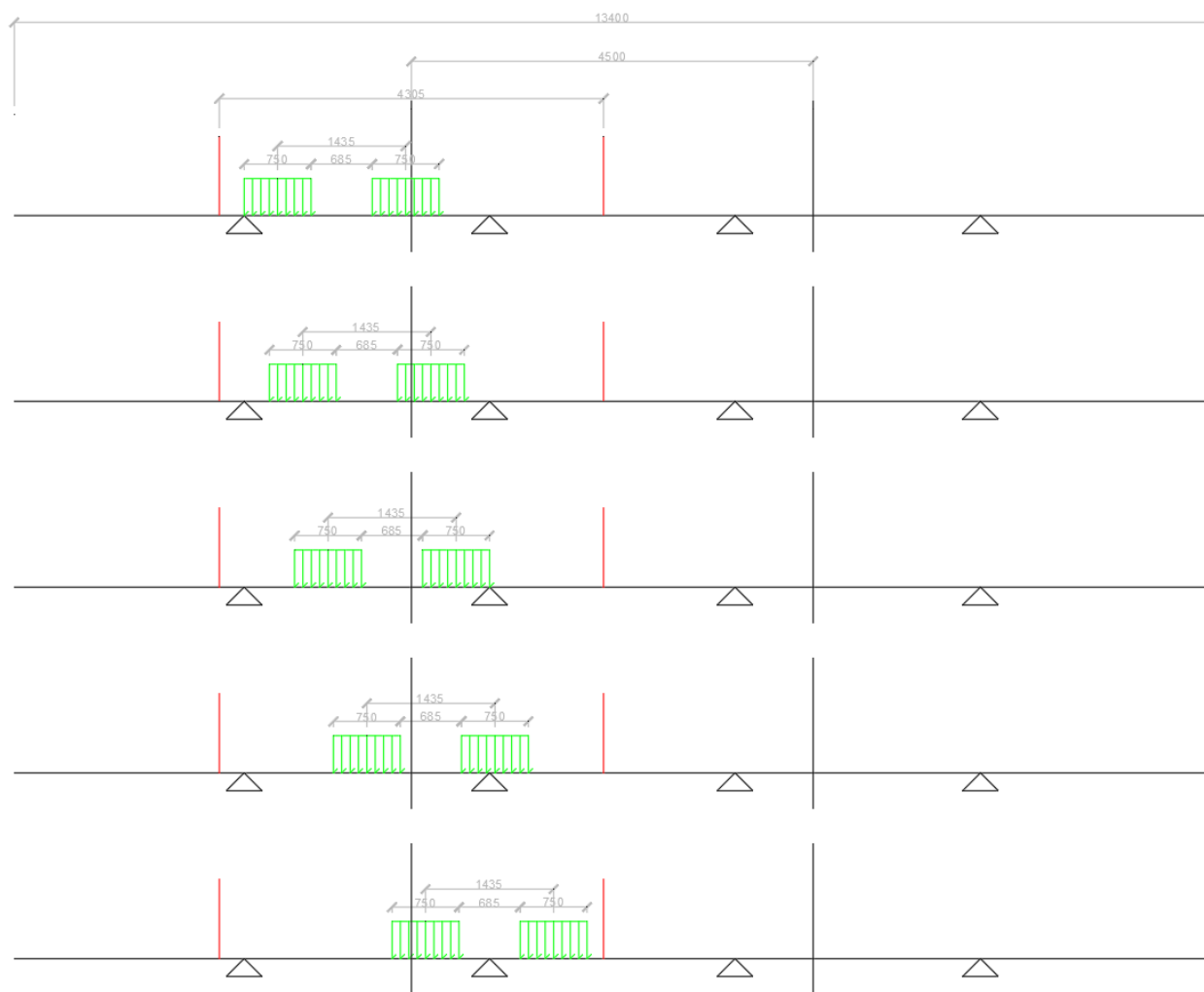


Figura 219 – Deraggiamento – Caso 1 – Configurazioni analizzate

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

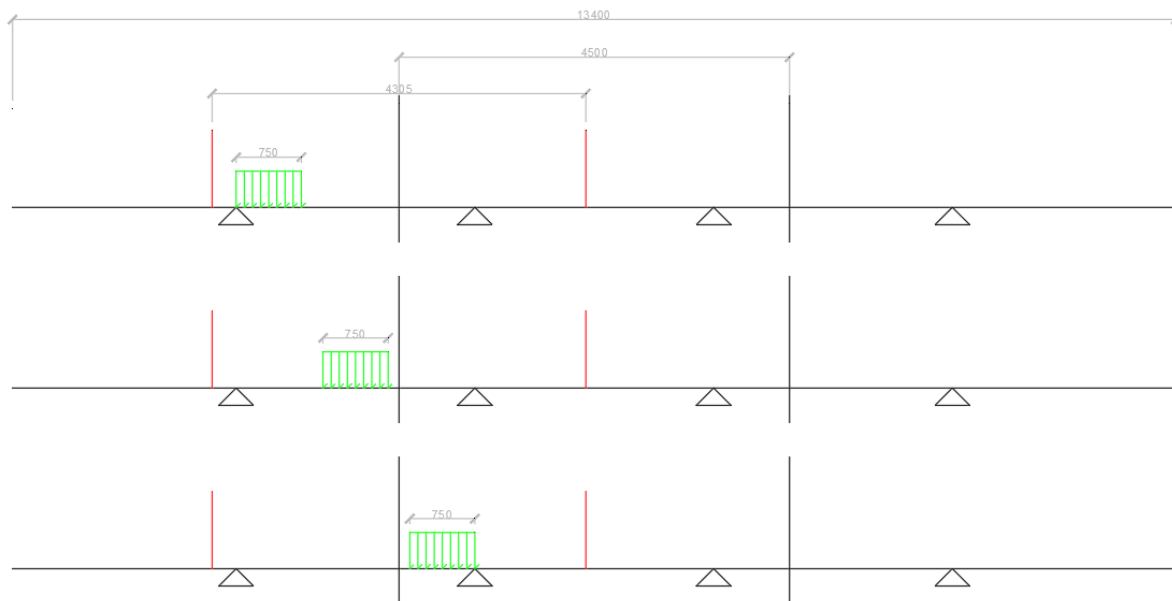


Figura 220 – Deragliamento – Caso 2 – Configurazioni analizzate

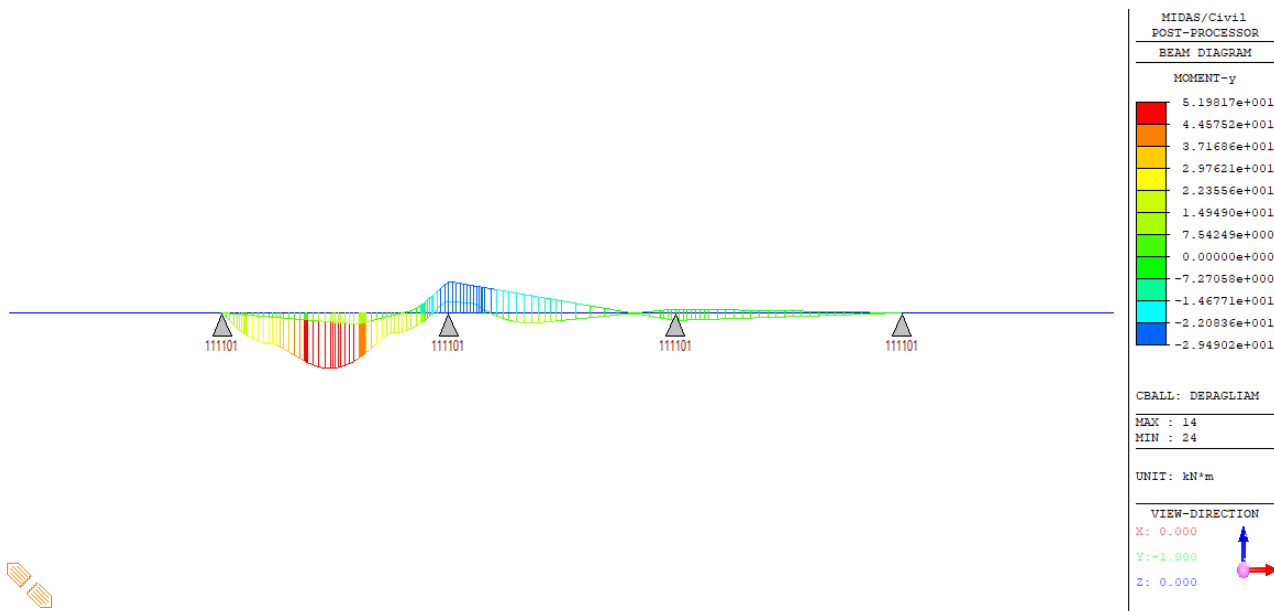


Figura 221 – Deragliamento – Momento My

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

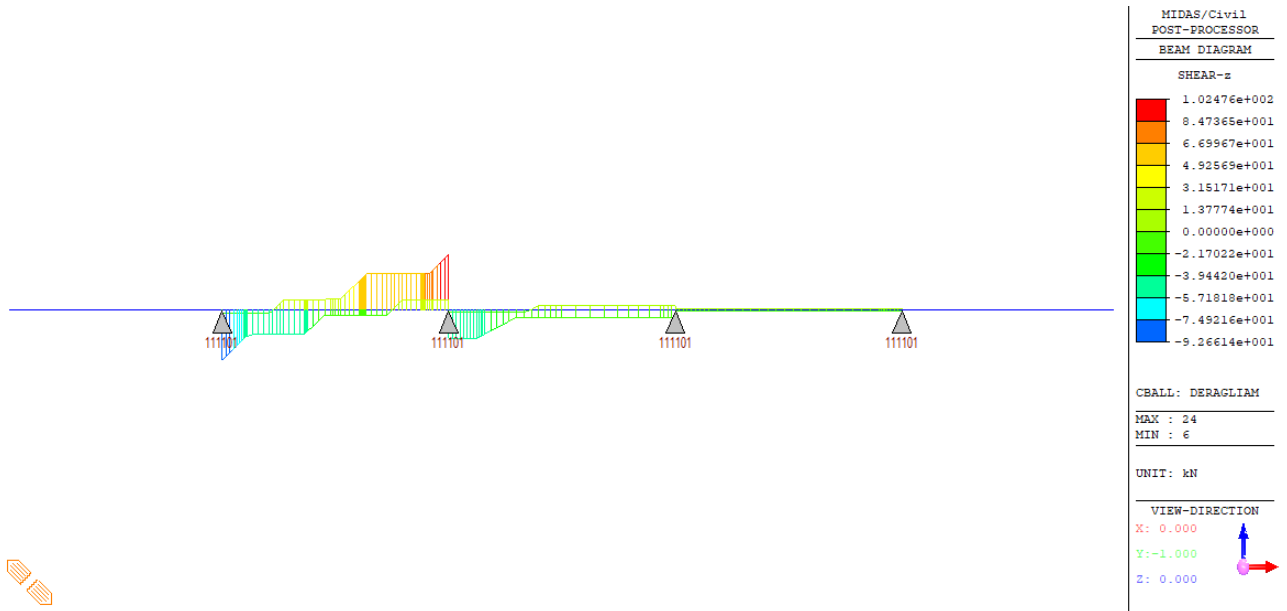


Figura 222 – Deragliamento – Taglio Vz

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

18.4 Combinazioni di carico e sollecitazioni di progetto

Le verifiche sono state condotte differenziando tra sollecitazioni in presenza (SB) e in assenza (NB) della barriera antirumore.

Si riportano nelle tabelle seguenti le combinazioni analizzate:

- Combinazioni SLU

	SLU_GR1		SLU_MAN		SLU_VENTO			SLU_ECC
	SLU_GR1_SB	SLU_GR1_NB	SLU_MAN_SB	SLU_MAN_NB	SLU_VENTO_PCSB	SLU_VENTO_PCNB	SLU_VENTO_PS	
g1_soletta_fase 2b	1.35 (1)	1.35 (1)	1.35 (1)	1.35 (1)	1.35 (1)	1.35 (1)	1.35 (1)	1
g2	1.50 (0)	1.50 (0)	1.50 (0)	1.50 (0)	1.50 (0)	1.50 (0)	1.50 (0)	1 (0)
g2_barriera	1.50 (1)	0	1.50 (1)	0	1.50 (1)	0	1.5 (1)	1 (0)
g2_ballast	1.50 (1)	1.50 (1)	1.50 (1)	1.50 (1)	1.50 (1)	1.50 (1)	1.50 (1)	1
Φ * LM71_p_vert	1.45 (0)	1.45 (0)			0.8 · 1.45 (0) *			
Φ * LM71_d_vert	1.45 (0)	1.45 (0)			0.8 · 1.45 (0) *			
Φ * LM71_p_ecc(s) (±)	1.45 (0)	1.45 (0)			0.8 · 1.45 (0) *			
Φ * LM71_d_ecc(s) (±)	1.45 (0)	1.45 (0)			0.8 · 1.45 (0) *			
Φ * LM71_p_ecc(u)	1.45 (0)	1.45 (0)			0.8 · 1.45 (0) *			
Φ * LM71_d_ecc(u)	1.45 (0)	1.45 (0)			0.8 · 1.45 (0) *			
LM71_p_centra	1.45 (0)	1.45 (0)			0.8 · 1.45 (0) *			
LM71_d_centra	1.45 (0)	1.45 (0)			0.8 · 1.45 (0) *			
LM71_p_serp (±)	1.45 (0)	1.45 (0)			0.8 · 1.45 (0) *			
LM71_d_serp (±)	1.45 (0)	1.45 (0)			0.8 · 1.45 (0) *			
Φ * LM71_p_global	1.45 (0)	1.45 (0)			0.8 · 1.45 (0) *			
Φ * LM71_d_global	1.45 (0)	1.45 (0)			0.8 · 1.45 (0) *			
Manutenzione_p			1.45 (0)	1.45 (0)				
Manutenzione_d			1.45 (0)	1.45 (0)				
Deragliament								1
Vento_PC_SB (±)	0.6 · 1.50				1.5			
Vento_PC_NB (±)		0.6 · 1.50				1.5		
Vento_PS (±)			0.6 · 1.50				1.5	

Tabella 50 – Combinazioni SLU per le verifiche della soletta

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

- Combinazioni SLE caratteristiche (rare)

	RAR_GR4		RAR_MAN		RAR_VENTO		
	RAR_GR4_SB	RAR_GR4_NB	RAR_MAN_SB	RAR_MAN_NB	RAR_VENTO_PCSB	RAR_VENTO_PCNB	RAR_VENTO_PS
g1_soletta_fase 2b	1	1	1	1	1	1	1
g2	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)
g2_barriere	1	0	1	0	1	0	1
g2_ballast	1	1	1	1	1	1	1
Φ * LM71_p_vert	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
Φ * LM71_d_vert	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
Φ * LM71_p_ecc(s) (±)	± 0.8 (0) *	± 0.8 (0) *			± 0.8 (0) *		
Φ * LM71_d_ecc(s) (±)	± 0.8 (0) *	± 0.8 (0) *			± 0.8 (0) *		
Φ * LM71_p_ecc(u)	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
Φ * LM71_d_ecc(u)	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
LM71_p_centr	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
LM71_d_centr	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
LM71_p_serp (±)	± 0.8 (0) *	± 0.8 (0) *			± 0.8 (0) *		
LM71_d_serp (±)	± 0.8 (0) *	± 0.8 (0) *			± 0.8 (0) *		
Φ * LM71_p_global	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
Φ * LM71_d_global	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
Manutenzione_p			1 (0)	1 (0)			
Manutenzione_d			1 (0)	1 (0)			
Deragliamento							
Vento_PC_SB (±)	0.6				1		
Vento_PC_NB (±)		0.6				1	
Vento_PS (±)			0.6				1

Tabella 51 – Combinazioni SLE-caratteristiche(rare) per le verifiche a della soletta

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

- Combinazioni SLE caratteristiche (rare) per verifiche a fessurazione

	RAR_GR4		RAR_MAN		RAR_VENTO		
	RAR_GR4_SB	RAR_GR4_NB	RAR_MAN_SB	RAR_MAN_NB	RAR_VENTO_PCSB	RAR_VENTO_PCNB	RAR_VENTO_PS
g1_soletta_fase 2b	1	1	1	1	1	1	1
g2	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)
g2_barriere	1	0	1	0	1	0	1
g2_ballast	1	1	1	1	1	1	1
Φ * LM71_p_vert	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
Φ * LM71_d_vert	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
Φ * LM71_p_ecc(s) (±)	± 0.8 (0) *	± 0.8 (0) *			± 0.8 (0) *		
Φ * LM71_d_ecc(s) (±)	± 0.8 (0) *	± 0.8 (0) *			± 0.8 (0) *		
Φ * LM71_p_ecc(u)	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
Φ * LM71_d_ecc(u)	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
LM71_p_centra	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
LM71_d_centra	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
LM71_p_serp (±)	± 0.8 (0) *	± 0.8 (0) *			± 0.8 (0) *		
LM71_d_serp (±)	± 0.8 (0) *	± 0.8 (0) *			± 0.8 (0) *		
Φ * LM71_p_global	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
Φ * LM71_d_global	0.8 (0) *	0.8 (0) *			0.8 (0) *		
Manutenzione_p			1 (0)	1 (0)			
Manutenzione_d			1 (0)	1 (0)			
Deragliament							
Vento_PC_SB (±)	0.6				1		
Vento_PC_NB (±)		0.6				1	
Vento_PS (±)			0.6				1

Tabella 52 – Combinazioni SLE-caratteristiche(rare) per le verifiche a fessurazione della soletta

	QPERM
	-
g1_soletta_fase 2b	1
g2	1 (0)
g2_barriere	1 (0)
g2_ballast	1

Tabella 53 – Combinazioni SLE-quasi permanenti per le verifiche della soletta

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

18.4.2 Sollecitazioni di progetto per la condizione “senza barriere”

Nelle figure seguenti sono illustrati gli involuipi SLU e SLE delle varie combinazioni.

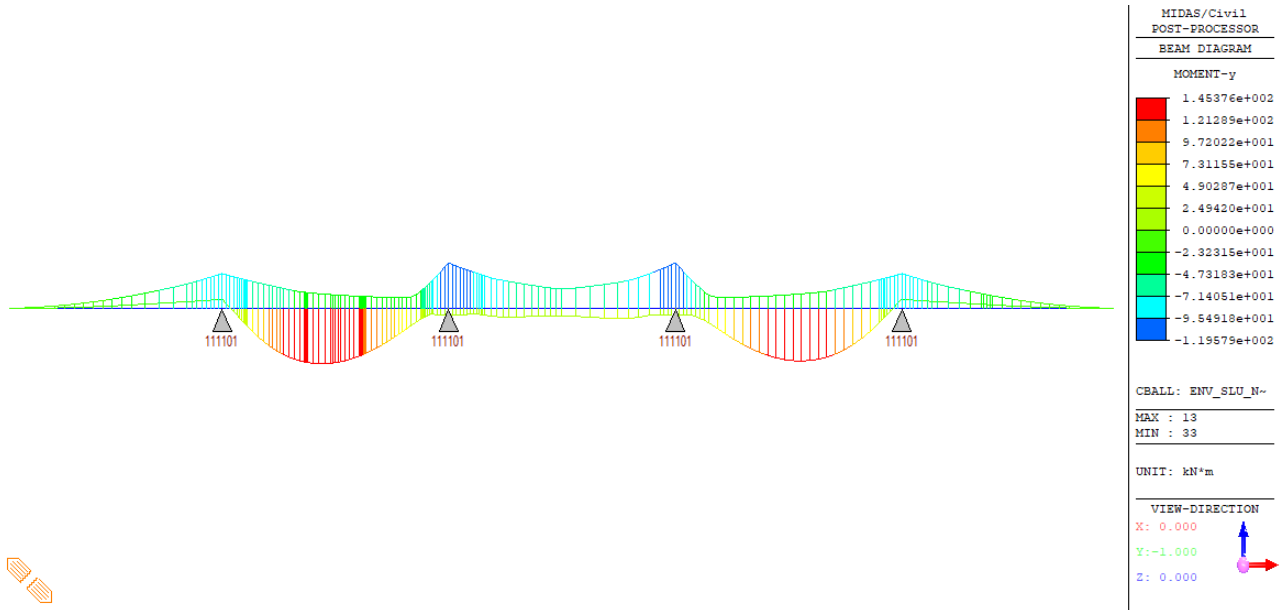


Figura 223 – Involuppo del momento SLU – Condizione senza barriere (NB)

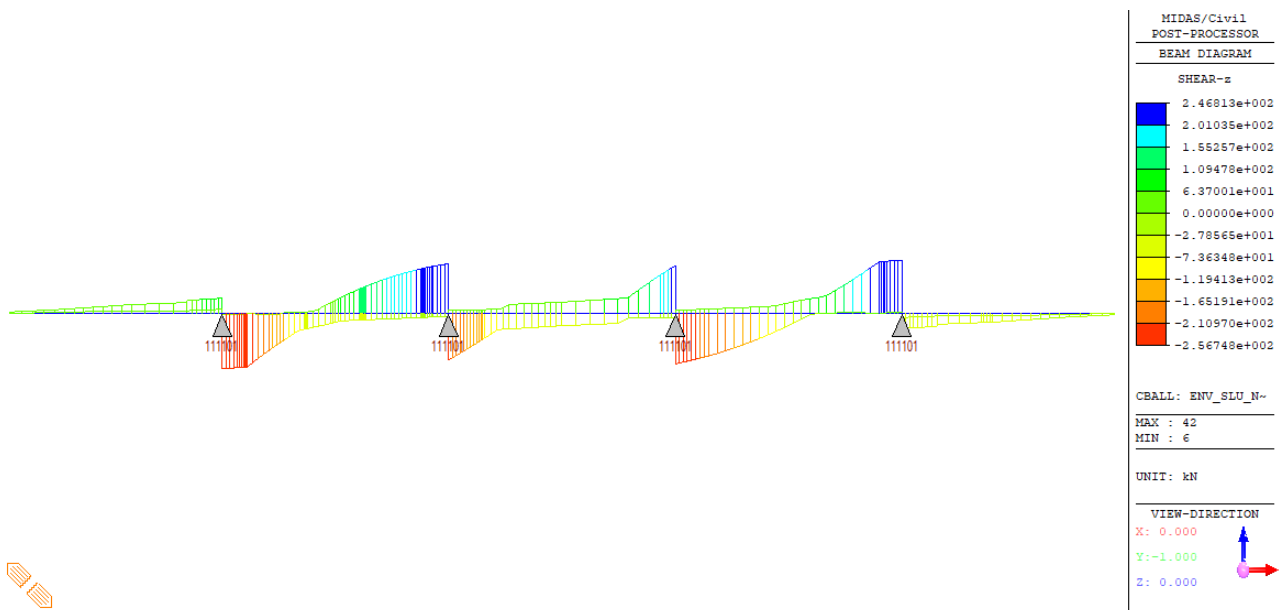


Figura 224 – Involuppo del taglio SLU – Condizione senza barriere (NB)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

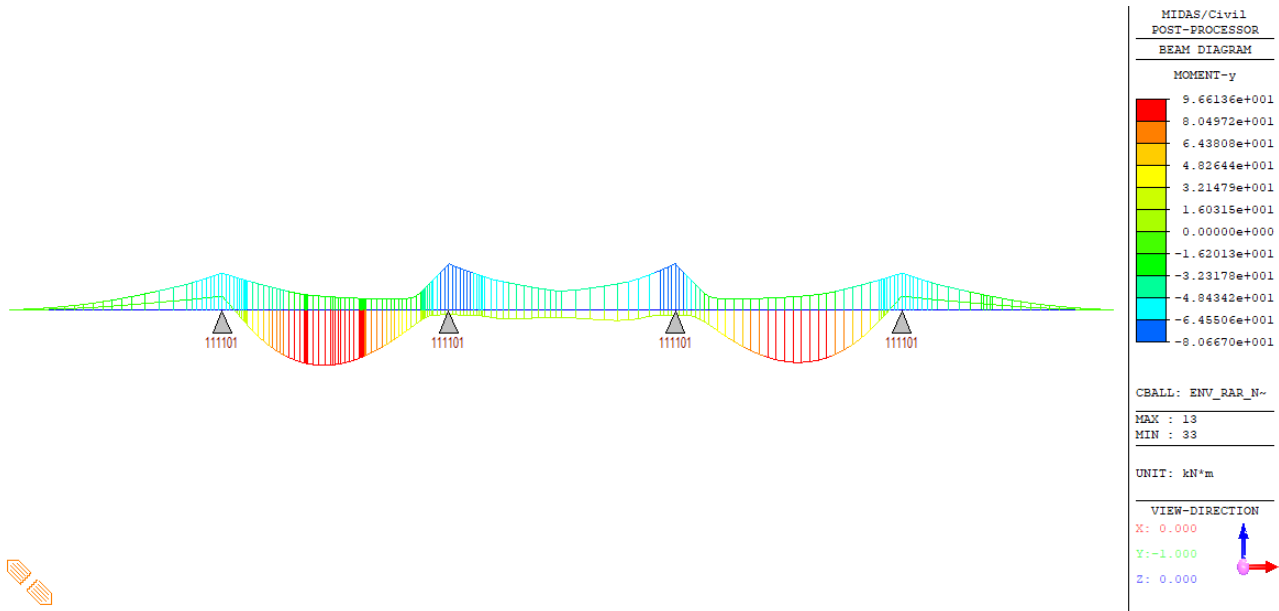


Figura 225 – Involuppo del momento SLE-rara – Condizione senza barriere (NB)

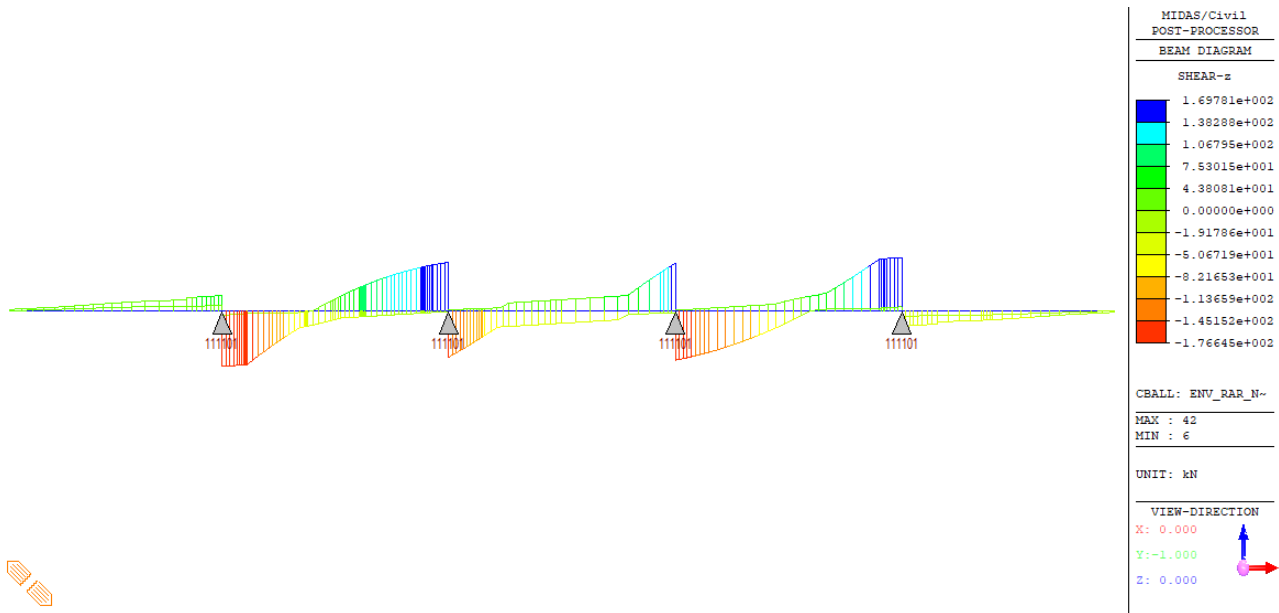


Figura 226 – Involuppo del taglio SLE-rara – Condizione senza barriere (NB)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

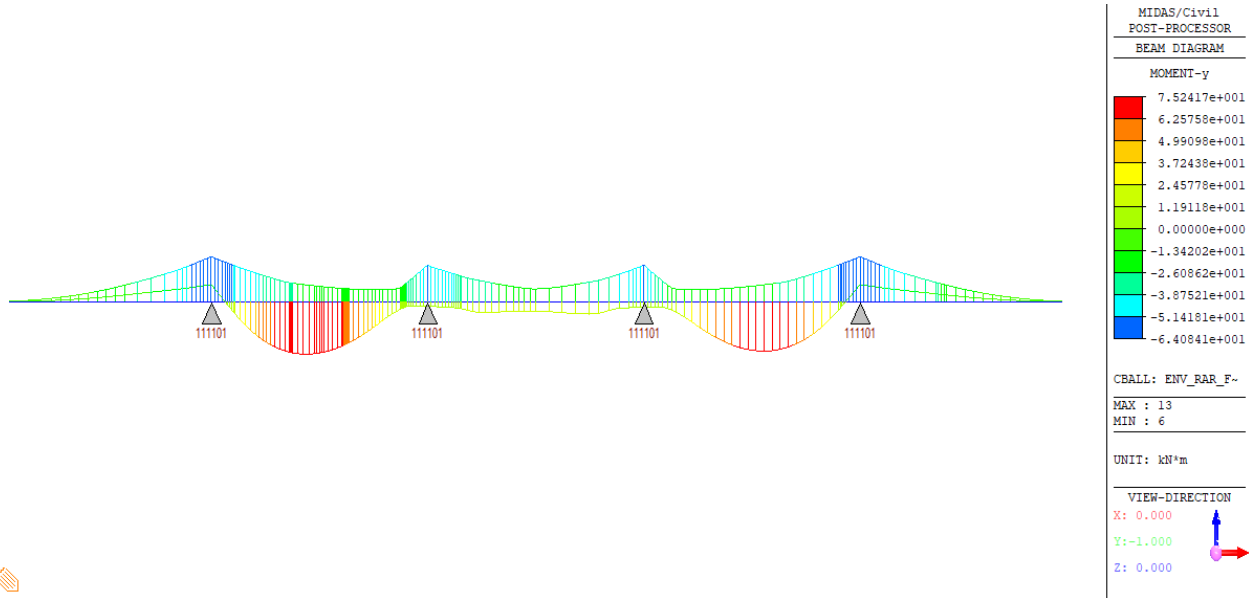


Figura 227 – Involuppo del momento SLE-rara per verifiche a fessurazione – Condizione senza barriere (NB)

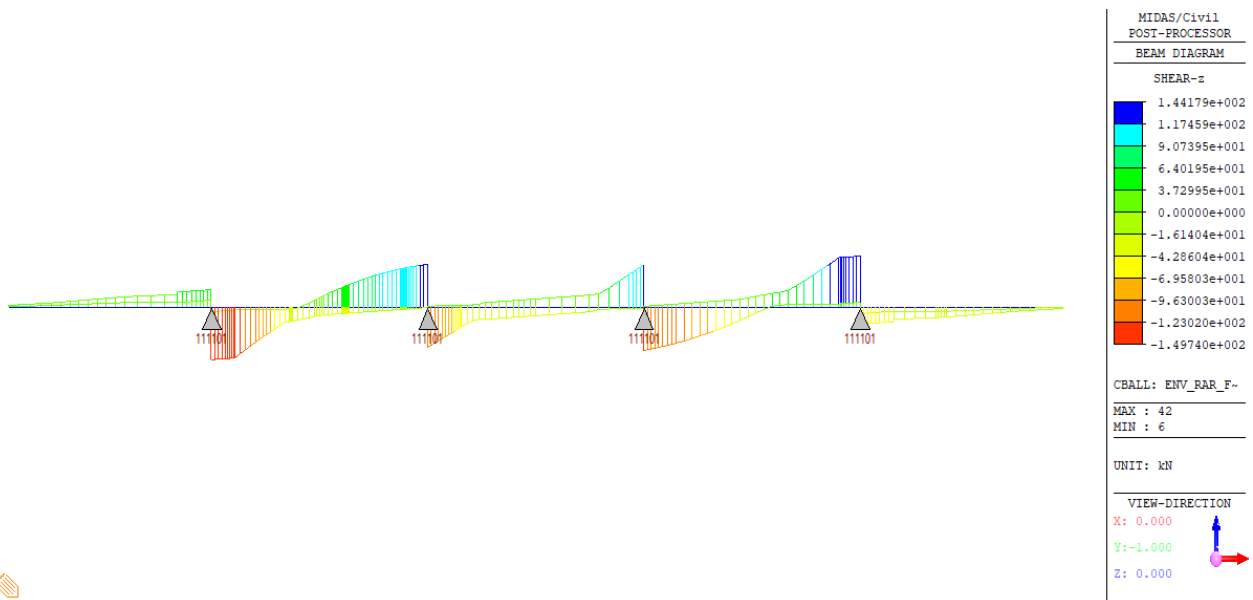


Figura 228 – Involuppo del taglio SLE-rara per verifiche a fessurazione – Condizione senza barriere (NB)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

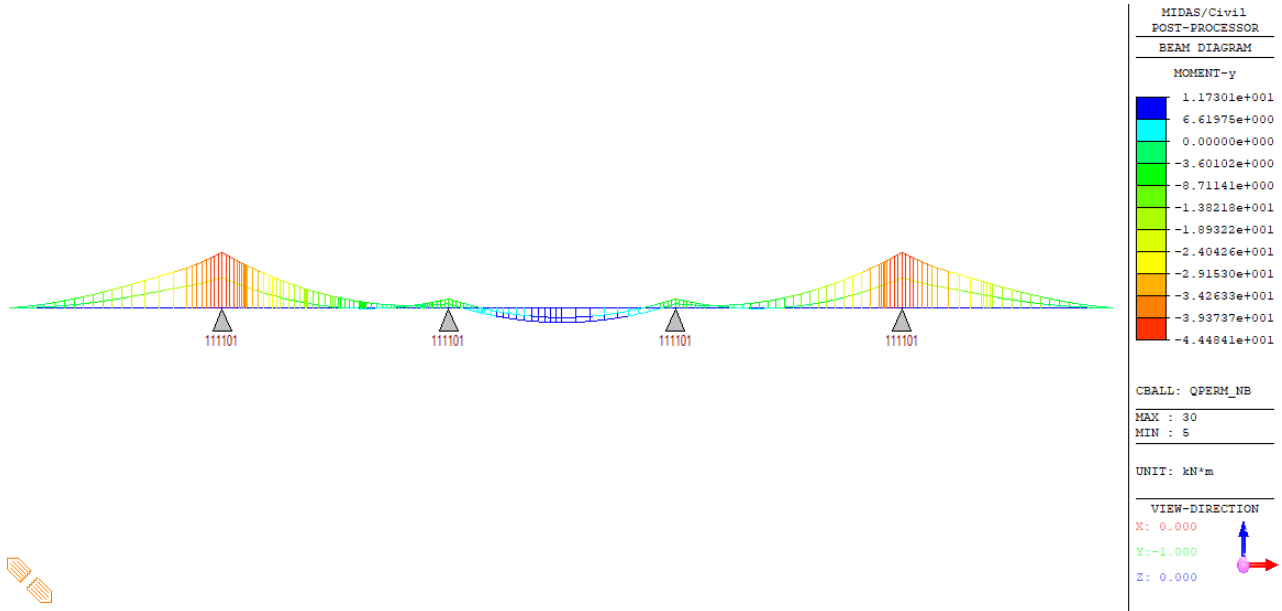


Figura 229 – Involuppo del momento SLE-quasi permanente – Condizione senza barriere (NB)

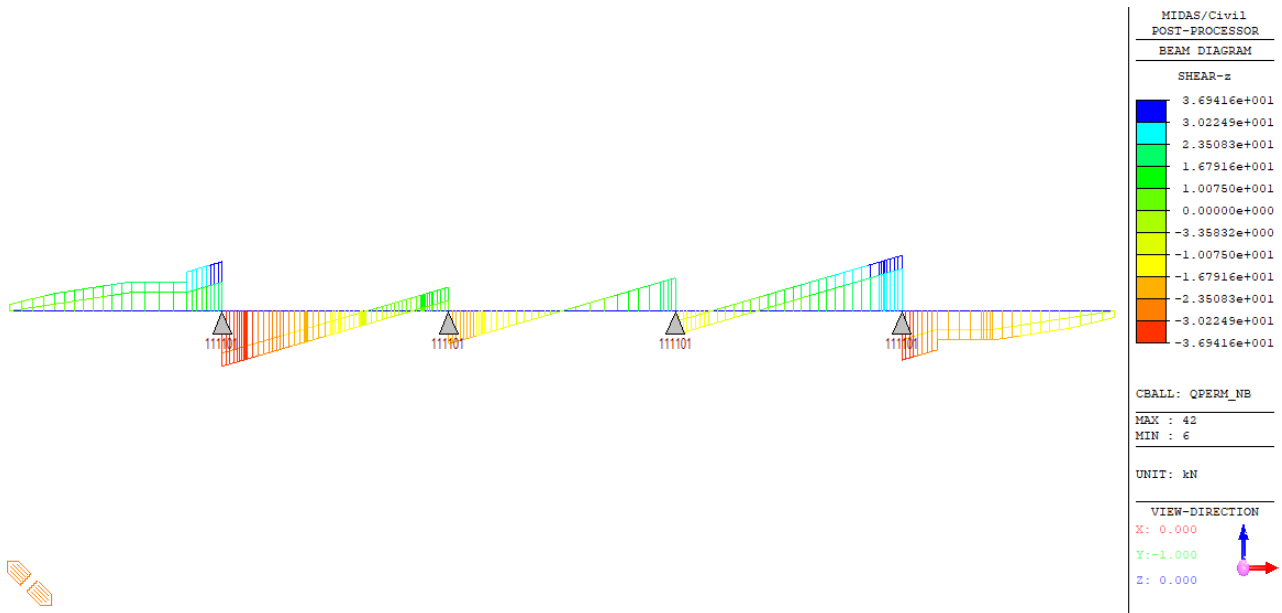


Figura 230 – Involuppo del taglio SLE-quasi permanente – Condizione senza barriere (NB)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

18.4.3 Sollecitazioni di progetto per la condizione “con barriere”

Nelle figure seguenti sono illustrati gli involuipi SLU e SLE delle varie combinazioni. Tali sollecitazioni involuppano anche il caso “senza barriera”

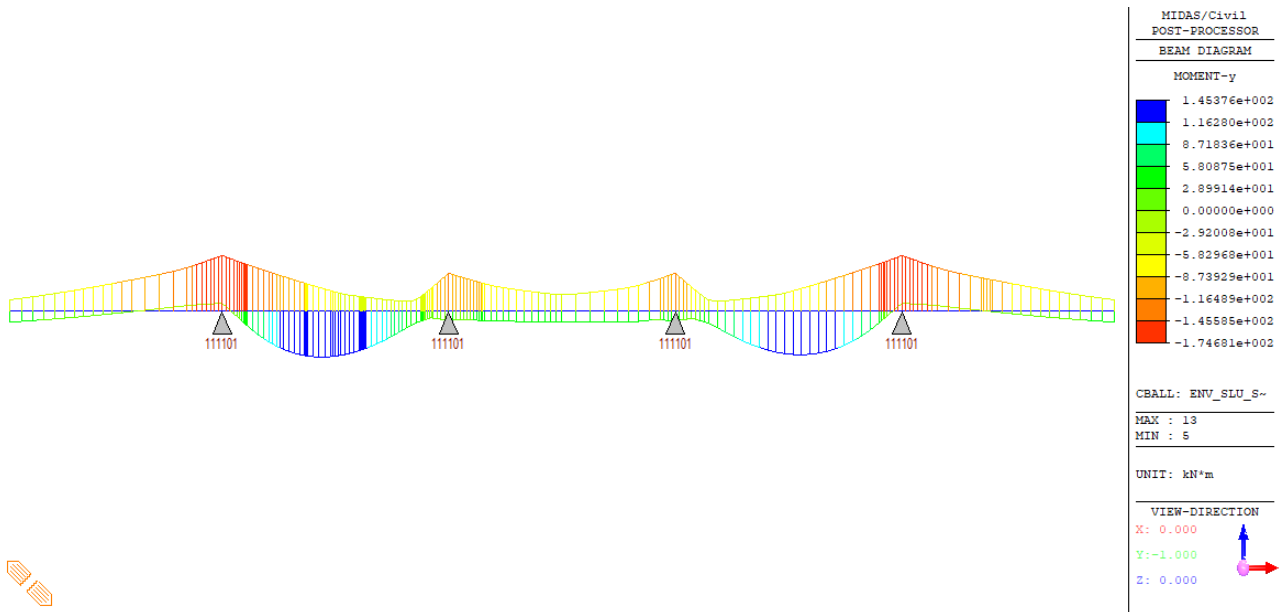


Figura 231 – Involuppo del momento SLU – Condizione con barriere (SB)

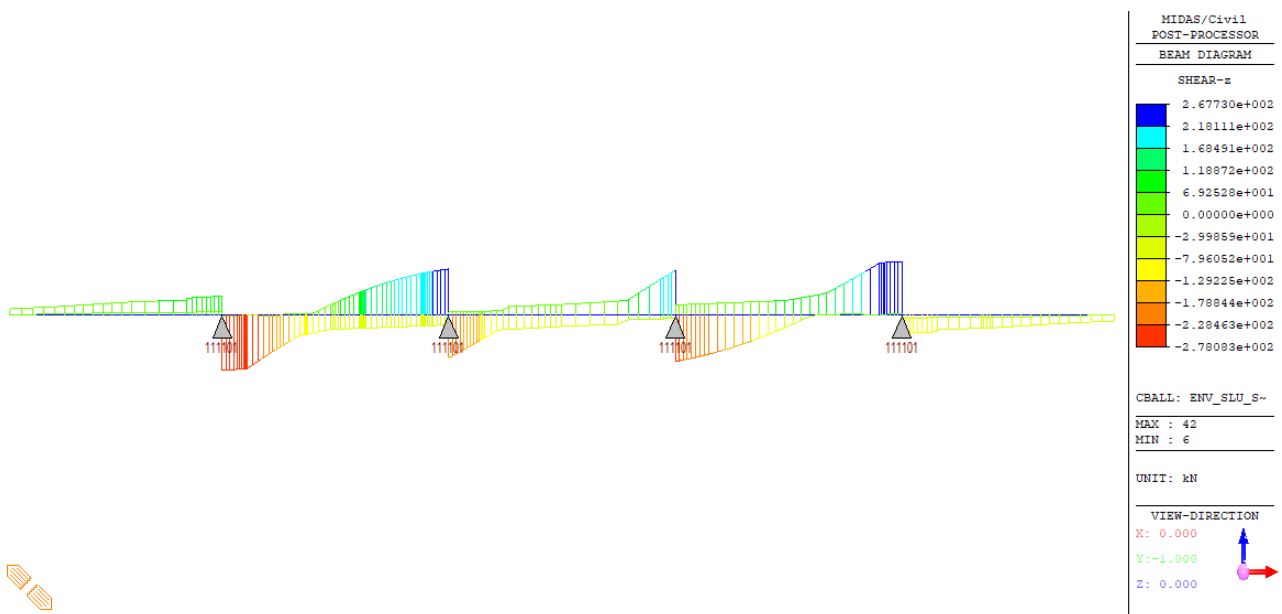


Figura 232 – Involuppo del taglio SLU – Condizione con barriere (SB)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

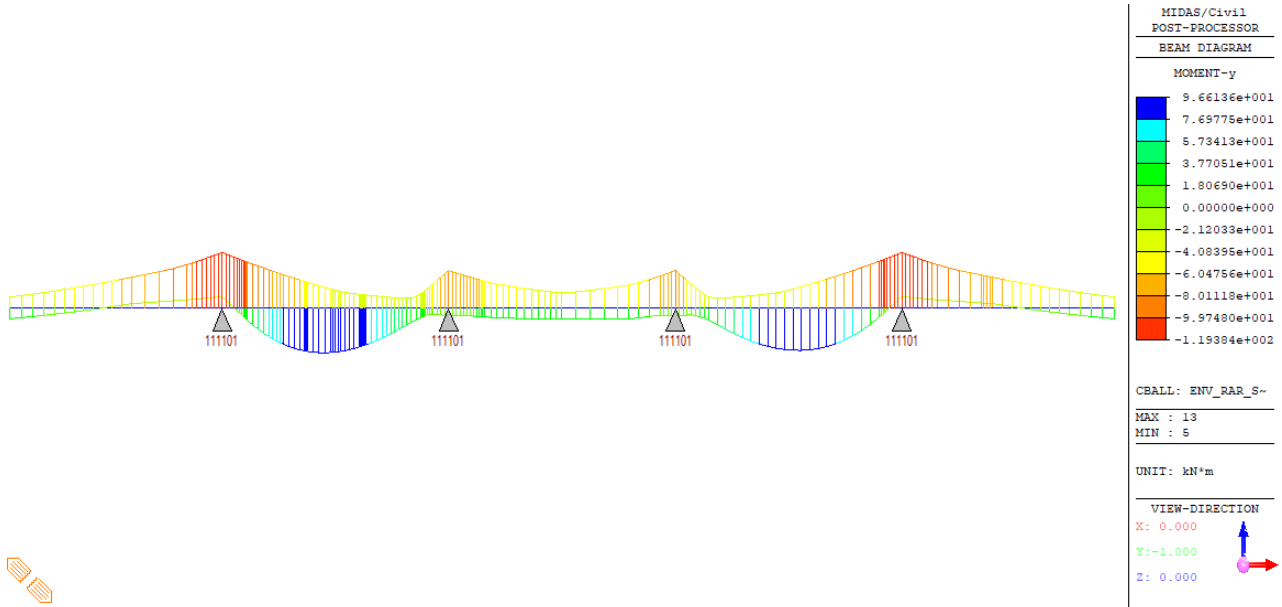


Figura 233 – Involuppo del momento SLE-rara – Condizione con barriere (SB)

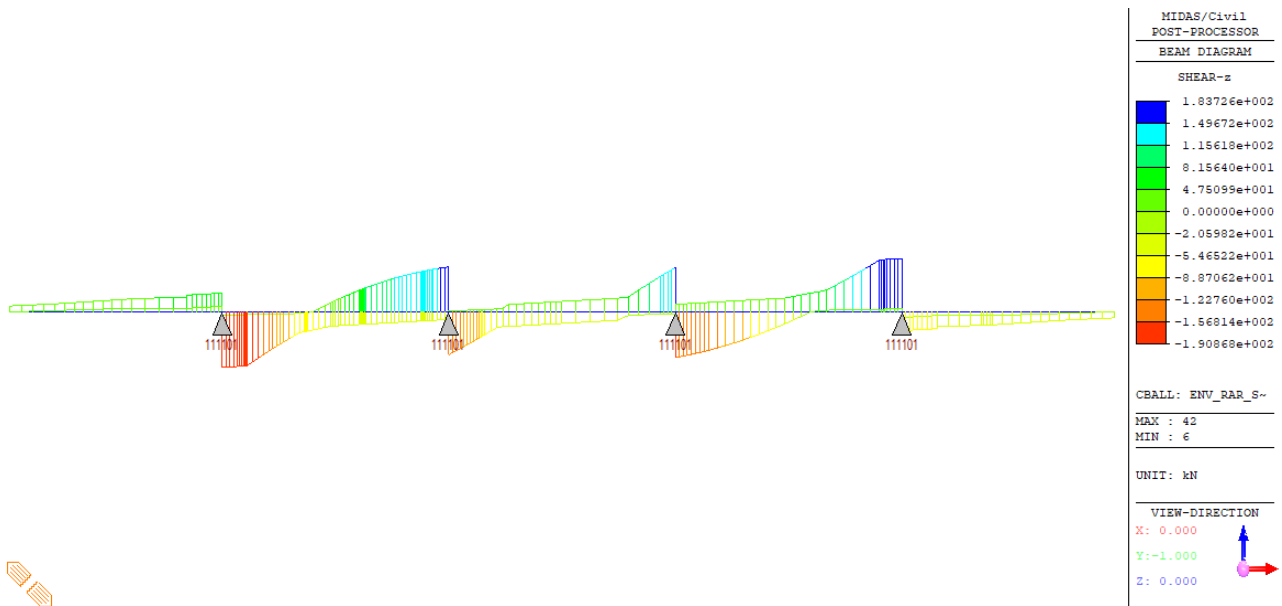


Figura 234 – Involuppo del taglio SLE-rara – Condizione con barriere (SB)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

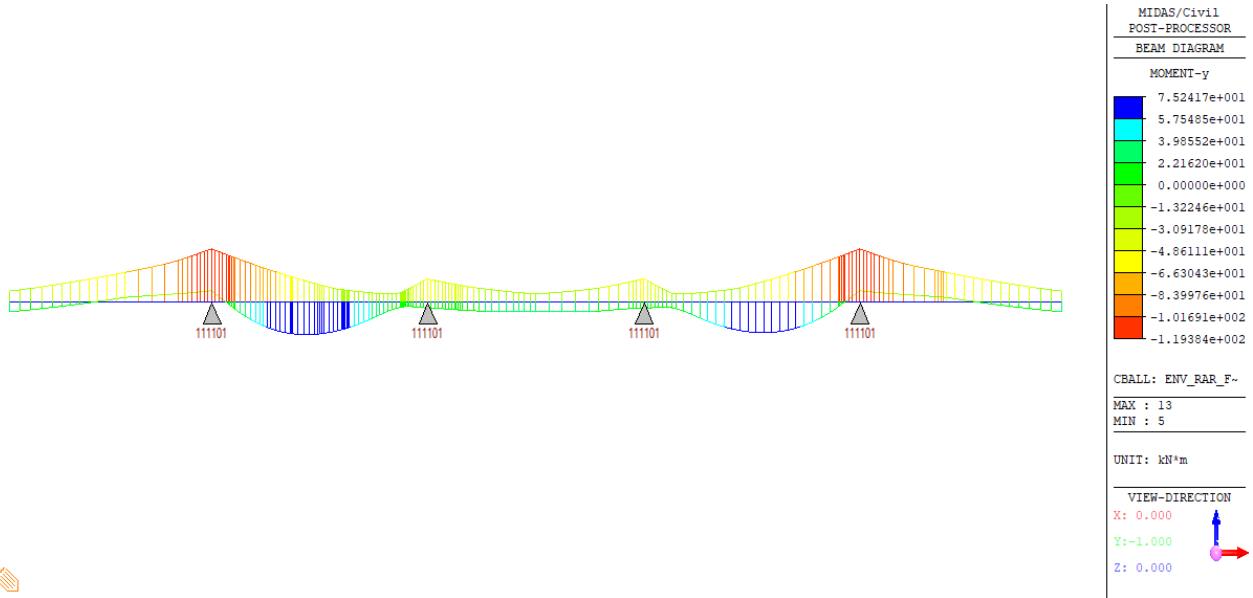


Figura 235 – Involuppo del momento SLE-rara per verifiche a fessurazione– Condizione con barriere (SB)

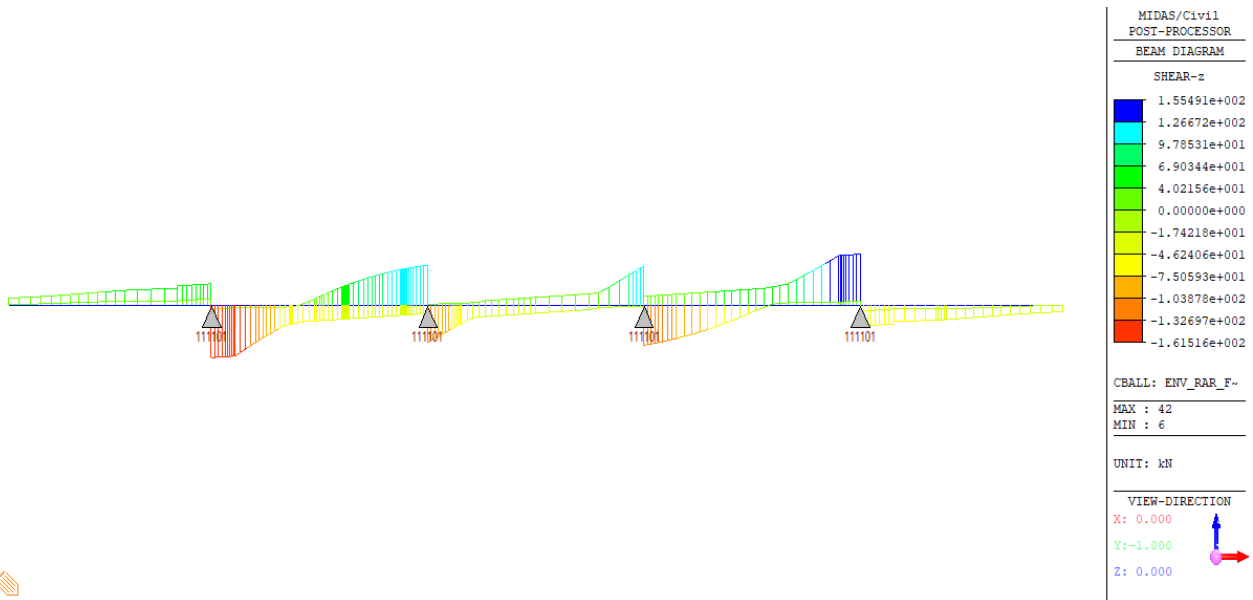


Figura 236 – Involuppo del taglio SLE-rara per verifiche a fessurazione – Condizione con barriere (SB)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

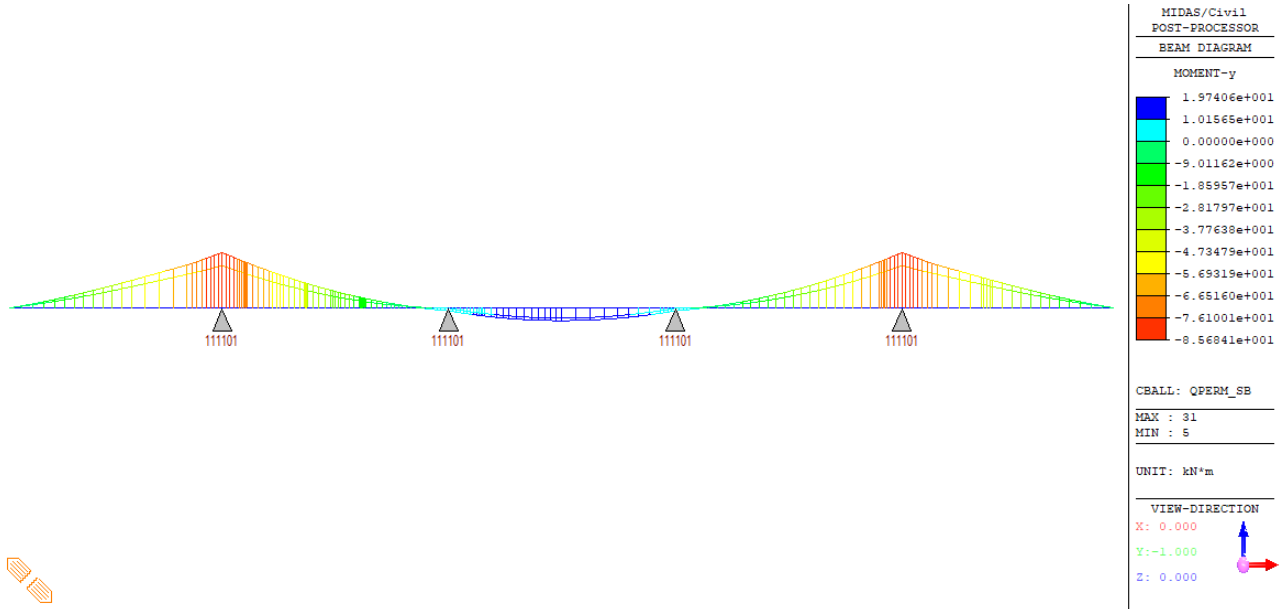


Figura 237 – Involuppo del momento SLE-quasi permanente – Condizione con barriere (SB)

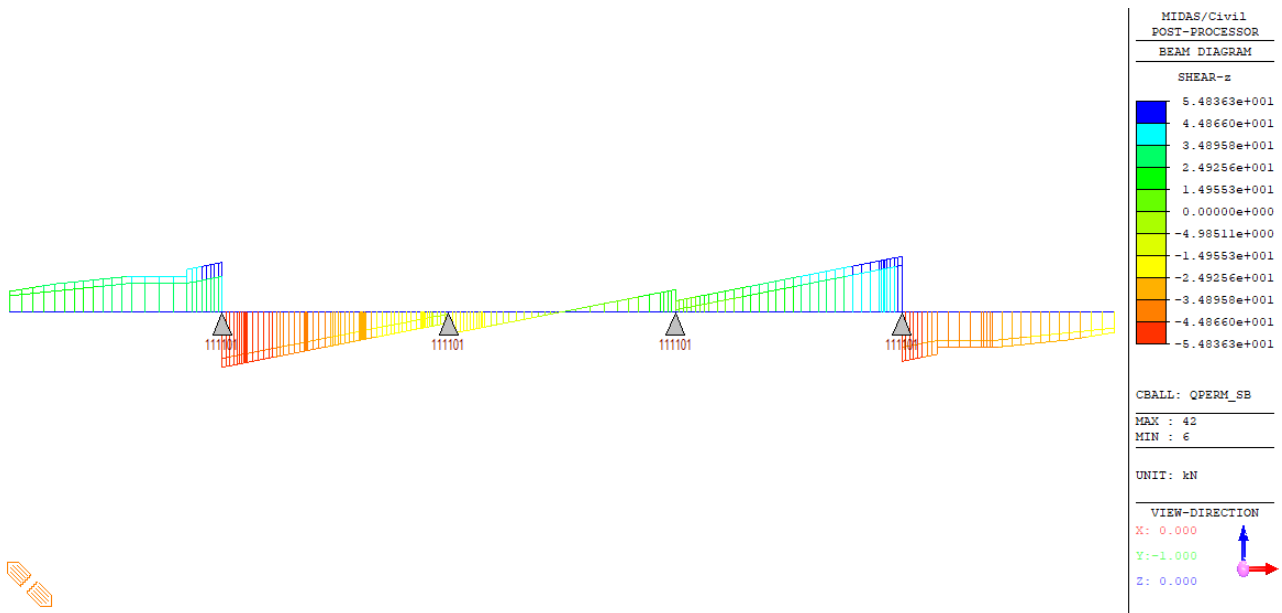


Figura 238 – Involuppo del taglio SLE-quasi permanente – Condizione con barriere (SB)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

18.5 Calcolo delle armature e verifiche

Le armature sono state calcolate differenziando tra:

- armatura di base, calcolate a partire dalle combinazioni di carico che non prevedo la presenza della barriera (combinazioni tipo NB);
- armatura aggiuntiva sullo sbalzo, da affiancare all'armatura di base, lungo gli allineamenti trasversali dove è presente il montante delle barriere, calcolata a partire dalle combinazioni di carico che prevedo la presenza della barriera (combinazioni tipo SB).

Sono state eseguite le verifiche SLU come specificato nel D.M.2008 [1] e, in accordo con quanto indicato nel MDP RFI [2], sono stati verificati i seguenti limiti per SLE:

$\sigma_s < 0.75f_{yk}$ con σ_s massima tensione di trazione nelle armature per combinazione "RARA"

$\sigma_c < 0.55f_{ck}$ con σ_c massima tensione di compressione nel cls per combinazione "RARA"

$\sigma_c < 0.40f_{ck}$ con σ_c massima tensione di compressione nel cls per combinazione "QUASI PERM."

$w_k < 0.2\text{mm}$ con w_k massima apertura delle fessure per combinazione "RARA"

Il copriferro netto superiore è pari a 3.5cm. Inferiormente la distanza netta tra l'armatura e l'estradosso della coppella della predalla è pari a 1cm.

Nelle verifiche si è trascurato il contributo alla resistenza offerto dalle predalle.

La verifica delle sezioni in C.A. è stata eseguita attraverso il software *RCSEC*, di cui si riportano gli output nelle pagine seguenti.

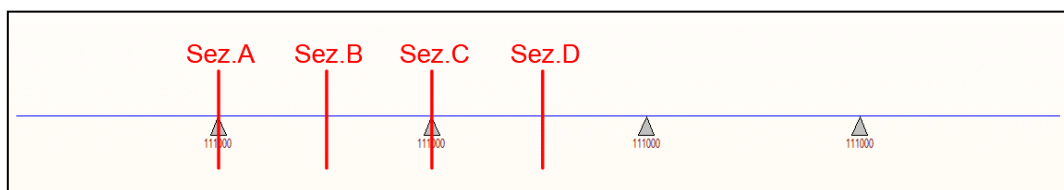


Figura 239 – Sezioni di verifica della soletta

Per le verifiche in appoggio sono state assunte le sollecitazioni di taglio e momento nelle sezioni poste ad una distanza pari a B/4 dagli appoggi teorici, dove B=750mm è la larghezza della piattabanda superiore delle travi.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

18.5.1 Verifica dell'armatura a flessione di base

Poiché l'armatura viene differenziata solo sullo sbalzo, l'armatura di base è stata verificata:

- nella sezione "A" con le sollecitazioni ricavate dalla condizione di "assenza di barriere";
- mentre nelle sezioni "B", "C" e "D" con le sollecitazioni corrispondenti ad entrambe le condizioni di assenza e presenza di barriere.

Nelle tabelle seguenti si riporta il riepilogo delle sollecitazioni corrispondenti alle varie combinazioni SLU ed SLE utilizzate per le verifiche dell'armatura di base.

SEZIONE A (appoggio esterno lato esterno e lato interno) / NB

SEZ.A-EST / CONDIZIONE SENZA BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU					
Combinazione	M MAX		M MIN		V MAX
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]	V [kN]
SLU_GR1_NB	-20.9	0.0	-54.8	0.0	42.9
SLU_MAN_NB	-20.9	0.0	-78.9	0.0	66.1
SLU_VENTO_PCNB	-20.9	0.0	-54.8	0.0	42.9
SLU_ECCEZ_NB	-20.9	0.0	-38.6	0.0	29.9
VALORI MAX/MIN SLU	-20.9	0.0	-78.9	0.0	66.1

SEZ.A-INT / CONDIZIONE SENZA BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU					
Combinazione	M MAX		M MIN		V MAX
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]	V [kN]
SLU_GR1_NB	19.7	-51.7	-58.0	-3.0	-252.3
SLU_MAN_NB	-18.5	0.0	-80.5	0.0	-62.4
SLU_VENTO_PCNB	12.4	-38.7	-58.5	-5.1	-213.4
SLU_ECCEZ_NB	-4.5	0.0	-36.6	0.0	-98.7
VALORI MAX/MIN SLU	19.7	-51.7	-80.5	0.0	252.3

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

SEZ.A-EST / CONDIZIONE SENZA BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE				
Combinazione	M MAX		M MIN	
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]
RAR_GR1_NB	-20.9	0.0	-38.6	0.0
RAR_GR4_NB	-20.9	0.0	-38.6	0.0
RAR_MAN_NB	-20.9	0.0	-55.2	0.0
RAR_VENTO_PCNB	-20.9	0.0	-38.6	0.0
QPERM_NB	-20.9	0.0	-38.6	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA	-20.9	0.0	-55.2	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA FESS	-20.9	0.0	-55.2	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-Q. PERM.	-20.9	0.0	-38.6	0.0

SEZ.A-INT / CONDIZIONE SENZA BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE				
Combinazione	M MAX		M MIN	
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]
RAR_GR1_NB	7.0	-35.7	-40.3	-2.0
RAR_GR4_NB	1.3	-28.2	-40.0	-2.0
RAR_MAN_NB	-19.3	0.0	-55.8	0.0
RAR_VENTO_PCNB	1.9	-26.8	-40.6	-3.4
QPERM_NB	-19.2	0.0	-37.8	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA	7.0	-35.7	-55.8	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA FESS	1.9	-26.8	-55.8	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-Q. PERM.	-19.2	0.0	-37.8	0.0

SEZIONE B (campata esterna) / NB + SB

SEZ.B / CONDIZIONE SENZA BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU					
Combinazione	M MAX		M MIN		V MAX
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]	V [kN]
SLU_GR1_NB	145.4	-10.3	-38.6	-0.6	-59.1
SLU_MAN_NB	1.5	0.0	-34.2	0.0	-39.0
SLU_VENTO_PCNB	114.8	-7.7	-38.7	-1.0	-49.3
SLU_ECCEZ_NB	48.5	0.0	-4.6	0.0	-37.4
VALORI MAX/MIN SLU	145.4	-10.3	-38.7	-1.0	59.1

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

SEZ.B / CONDIZIONE CON BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU					
Combinazione	M MAX		M MIN		V MAX
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]	V [kN]
SLU_GR1_SB	130.9	-10.9	-64.2	0.0	-84.5
SLU_MAN_SB	-8.9	0.0	-74.3	0.0	-75.5
SLU_VENTO_PCSB	104.1	-8.7	-61.2	0.0	-73.8
SLU_VENTO_PS	-1.6	0.0	-67.7	0.0	-69.0
SLU_ECCEZ_SB	28.3	0.0	-24.8	0.0	-55.3
VALORI MAX/MIN SLU	130.9	-10.9	-74.3	0.0	84.5

SEZ.B / CONDIZIONE SENZA BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE				
Combinazione	M MAX		M MIN	
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]
RAR_GR1_NB	96.4	-7.1	-24.2	-0.4
RAR_GR4_NB	73.4	-5.6	-22.3	-0.4
RAR_MAN_NB	-2.7	0.0	-21.2	0.0
RAR_VENTO_PCNB	75.2	-5.4	-24.2	-0.7
QPERM_NB	-2.2	0.0	-12.2	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA	96.4	-7.1	-24.2	-0.7
VALORI MAX/MIN SLE-RARA FESS	75.2	-5.4	-24.2	-0.7
VALORI MAX/MIN SLE-Q. PERM.	-2.2	0.0	-12.2	0.0

SEZ.B / CONDIZIONE CON BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE				
Combinazione	M MAX		M MIN	
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]
RAR_GR1_SB	80.0	-7.5	-41.3	0.0
RAR_GR4_SB	57.0	-6.0	-39.4	0.0
RAR_MAN_SB	-16.4	0.0	-48.0	0.0
RAR_VENTO_PCSB	61.4	-6.0	-39.2	0.0
RAR_VENTO_PS	-11.5	0.0	-43.2	0.0
QPERM_SB	-22.4	0.0	-32.3	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA	80.0	-7.5	-48.0	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA FESS	61.4	-6.0	-48.0	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-Q.PERM.	-22.4	0.0	-32.3	0.0

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

SEZIONE C (appoggio interno lato esterno e lato interno) / NB + SB

SEZ.C-EST / CONDIZIONE SENZA BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU					
Combinazione	M MAX		M MIN		V MAX
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]	V [kN]
SLU_GR1_NB	15.7	0.0	-77.2	58.8	218.7
SLU_MAN_NB	4.5	0.0	-9.9	0.0	24.9
SLU_VENTO_PCNB	13.3	0.0	-50.5	35.3	172.1
SLU_ECCEZ_NB	-2.2	0.0	-21.7	0.0	87.4
VALORI MAX/MIN SLU	15.7	0.0	-77.2	58.8	218.7

SEZ.C-EST / CONDIZIONE CON BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU					
Combinazione	M MAX		M MIN		V MAX
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]	V [kN]
SLU_GR1_SB	23.0	-0.6	-75.2	59.4	208.7
SLU_MAN_SB	15.1	0.0	-8.8	0.0	-53.3
SLU_VENTO_PCSB	20.8	-1.1	-50.4	36.3	167.4
SLU_VENTO_PS	12.7	0.0	-9.6	0.0	-46.8
SLU_ECCEZ_SB	2.5	0.0	-17.0	0.0	69.5
VALORI MAX/MIN SLU	23.0	-0.6	-75.2	59.4	208.7

SEZ.C-INT / CONDIZIONE SENZA BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU					
Combinazione	M MAX		M MIN		V MAX
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]	V [kN]
SLU_GR1_NB	16.2	3.8	-103.8	-25.5	-173.7
SLU_MAN_NB	10.6	0.0	-8.6	0.0	-31.8
SLU_VENTO_PCNB	15.2	1.9	-67.0	-14.0	-131.9
SLU_ECCEZ_NB	-9.2	0.0	-30.5	0.0	-71.3
VALORI MAX/MIN SLU	16.2	3.8	-103.8	-25.5	173.7

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

SEZ.C-INT / CONDIZIONE CON BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU					
Combinazione	M MAX		M MIN		V MAX
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]	V [kN]
SLU_GR1_SB	27.3	5.1	-98.9	-26.8	-172.1
SLU_MAN_SB	27.6	0.0	-5.5	0.0	-34.2
SLU_VENTO_PCSB	25.7	4.1	-64.3	-16.2	-129.2
SLU_VENTO_PS	24.3	0.0	-7.7	0.0	-32.6
SLU_ECCEZ_SB	-1.2	0.0	-22.5	0.0	-71.3
VALORI MAX/MIN SLU	27.6	0.0	-98.9	-26.8	172.1

SEZ.C-EST / CONDIZIONE SENZA BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE				
Combinazione	M MAX		M MIN	
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]
RAR_GR1_NB	8.7	0.0	-52.2	40.5
RAR_GR4_NB	6.6	0.0	-33.4	24.3
RAR_MAN_NB	1.0	0.0	-5.8	0.0
RAR_VENTO_PCNB	7.0	0.0	-33.8	24.3
QPERM_NB	-2.4	0.0	-4.6	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA	8.7	0.0	-52.2	40.5
VALORI MAX/MIN SLE-RARA FESS	7.0	0.0	-33.8	24.3
VALORI MAX/MIN SLE-Q. PERM.	-2.4	0.0	-4.6	0.0

SEZ.C-EST / CONDIZIONE CON BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE				
Combinazione	M MAX		M MIN	
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]
RAR_GR1_SB	13.6	-0.4	-49.3	40.9
RAR_GR4_SB	11.5	-0.4	-30.5	24.7
RAR_MAN_SB	8.1	0.0	-3.5	0.0
RAR_VENTO_PCSB	12.0	-0.7	-32.1	25.0
RAR_VENTO_PS	6.3	0.0	-4.0	0.0
QPERM_SB	2.3	0.0	0.0	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA	13.6	-0.4	-49.3	40.9
VALORI MAX/MIN SLE-RARA FESS	12.0	-0.7	-32.1	25.0
VALORI MAX/MIN SLE-Q. PERM.	2.3	0.0	0.0	0.0

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

SEZ.C_INT / CONDIZIONE SENZA BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE				
Combinazione	M MAX		M MIN	
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]
RAR_GR1_NB	8.9	2.6	-69.9	-17.6
RAR_GR4_NB	7.4	1.9	-43.8	-10.3
RAR_MAN_NB	5.1	0.0	-4.3	0.0
RAR_VENTO_PCNB	8.1	1.4	-44.5	-9.7
QPERM_NB	0.5	0.0	-3.5	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA	8.9	2.6	-69.9	-17.6
VALORI MAX/MIN SLE-RARA FESS	8.1	1.4	-44.5	-9.7
VALORI MAX/MIN SLE-Q. PERM.	0.5	0.0	-3.5	0.0

SEZ.C_INT / CONDIZIONE CON BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE				
Combinazione	M MAX		M MIN	
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]
RAR_GR1_SB	16.3	3.5	-64.0	-18.5
RAR_GR4_SB	14.8	2.8	-37.9	-11.1
RAR_MAN_SB	16.4	0.0	0.4	0.0
RAR_VENTO_PCSB	15.1	2.8	-40.0	-11.1
RAR_VENTO_PS	14.0	0.0	-1.0	0.0
QPERM_SB	8.5	0.0	4.5	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA	16.4	0.0	-64.0	-18.5
VALORI MAX/MIN SLE-RARA FESS	16.4	0.0	-40.0	-11.1
VALORI MAX/MIN SLE-Q. PERM.	8.5	0.0	4.5	0.0

SEZIONE D (campata interna) / NB + SB

SEZ.D / CONDIZIONE SENZA BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU					
Combinazione	M MAX		M MIN		V MAX
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]	V [kN]
SLU_GR1_NB	18.2	-4.2	-51.5	9.6	-57.3
SLU_MAN_NB	19.7	0.0	10.6	0.0	3.3
SLU_VENTO_PCNB	19.3	-3.1	-29.4	5.5	-36.3
SLU_ECCEZ_NB	18.8	0.0	-3.4	0.0	-13.3
VALORI MAX/MIN SLU	19.7	0.0	-51.5	9.6	57.3

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

SEZ.D / CONDIZIONE CON BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU					
Combinazione	M MAX		M MIN		V MAX
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]	V [kN]
SLU_GR1_SB	27.0	-4.4	-44.4	9.8	-57.6
SLU_MAN_SB	33.8	0.0	16.5	0.0	5.7
SLU_VENTO_PCSB	25.9	-3.5	-22.8	5.8	-36.8
SLU_VENTO_PS	32.4	0.0	12.4	0.0	4.1
SLU_ECCEZ_SB	26.8	0.0	4.6	0.0	-13.3
VALORI MAX/MIN SLU	33.8	0.0	-44.4	9.8	57.6

SEZ.D / CONDIZIONE SENZA BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE				
Combinazione	M MAX		M MIN	
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]
RAR_GR1_NB	12.6	-2.9	-33.1	6.6
RAR_GR4_NB	12.6	-2.3	-17.1	3.9
RAR_MAN_NB	13.6	0.0	9.7	0.0
RAR_VENTO_PCNB	13.3	-2.2	-17.8	3.8
QPERM_NB	11.7	0.0	7.8	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA	13.6	0.0	-33.1	6.6
VALORI MAX/MIN SLE-RARA FESS	13.6	0.0	-17.8	3.8
VALORI MAX/MIN SLE-Q. PERM.	11.7	0.0	7.8	0.0

SEZ.D / CONDIZIONE CON BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE				
Combinazione	M MAX		M MIN	
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]
RAR_GR1_SB	18.4	-3.0	-25.6	6.8
RAR_GR4_SB	18.5	-2.4	-9.7	4.0
RAR_MAN_SB	23.0	0.0	16.3	0.0
RAR_VENTO_PCSB	17.7	-2.4	-10.7	4.0
RAR_VENTO_PS	22.0	0.0	13.5	0.0
QPERM_SB	19.7	0.0	15.8	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA	23.0	0.0	-25.6	6.8
VALORI MAX/MIN SLE-RARA FESS	23.0	0.0	-10.7	4.0
VALORI MAX/MIN SLE-Q. PERM.	19.7	0.0	15.8	0.0

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle verifiche in forma sintetica.

SEZIONE DI VERIFICA	SLU (coeff. sic.)	SLE-rara – $\sigma_{s,max}$	SLE-rara – $\sigma_{c,max}$	SLE-rara(fess.) – wk	SLE-q.p. – $\sigma_{c,max}$
A	1.820	155.9 MPa	4.85 MPa	0.149 mm	3.36 MPa
B	1.522	179.5 MPa	6.01 MPa	0.123 mm	2.22 MPa
C	1.684	161.7 MPa	4.84 MPa	0.105 mm	0.62 MPa
D	3.587	73.8 MPa	1.53 MPa	0.083 mm	1.32 MPa

Tabella 54- Risultati delle verifiche in soletta – armatura di base

Per i tabulati di verifica in forma estesa, nonché output del software RCSEC, si rimanda all'Allegato G .

18.5.2 Verifica dell'armatura a flessione aggiuntiva sullo sbalzo

Nelle tabelle seguenti si riporta il riepilogo delle sollecitazioni corrispondenti alle varie combinazioni SLU ed SLE utilizzate per le verifiche dell'armatura aggiuntiva sullo sbalzo in corrispondenza del montante della barriera.

SEZIONE A (appoggio esterno lato esterno e lato interno) / SB

SEZ.A-EST / CONDIZIONE CON BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU					
	M MAX		M MIN		V MAX
Combinazione	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]	V [kN]
SLU_GR1_SB	-37.9	-10.4	-112.1	0.0	66.9
SLU_MAN_SB	-37.9	-10.4	-157.4	10.4	90.1
SLU_VENTO_PCSB	-23.8	-17.3	-112.1	0.0	66.9
SLU_VENTO_PS	-23.8	-17.3	-147.4	17.3	66.9
SLU_ECCEZ_SB	-59.1	0.0	-76.8	0.0	45.9
VALORI MAX/MIN SLU	-23.8	-17.3	-157.4	10.4	90.1

SEZ.A-INT / CONDIZIONE CON BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU					
	M MAX		M MIN		V MAX
Combinazione	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]	V [kN]
SLU_GR1_SB	-0.2	-54.7	-113.3	0.0	-273.6
SLU_MAN_SB	-37.0	0.0	-156.6	0.0	-98.9
SLU_VENTO_PCSB	4.5	-43.8	-112.8	0.0	-231.1
SLU_VENTO_PS	-24.0	0.0	-143.5	0.0	-92.4
SLU_ECCEZ_SB	-42.3	0.0	-74.5	0.0	-116.6
VALORI MAX/MIN SLU	4.5	-43.8	-156.6	0.0	273.6

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

SEZ.A-EST / CONDIZIONE CON BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE				
Combinazione	M MAX		M MIN	
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]
RAR_GR1_SB	-45.0	-6.9	-76.8	0.0
RAR_GR4_SB	-45.0	-6.9	-76.8	0.0
RAR_MAN_SB	-45.0	-6.9	-107.5	6.9
RAR_VENTO_PCSB	-35.6	-11.5	-76.8	0.0
RAR_VENTO_PS	-35.6	-11.5	-100.3	11.5
QPERM_SB	-59.1	0.0	-76.8	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA	-35.6	-11.5	-107.5	6.9
VALORI MAX/MIN SLE-RARA FESS	-35.6	-11.5	-107.5	6.9
VALORI MAX/MIN SLE-Q. PERM.	-59.1	0.0	-76.8	0.0

SEZ.A-INT / CONDIZIONE CON BARRIERE / SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE				
Combinazione	M MAX		M MIN	
	M[kNm]	N[kN]	M[kNm]	N[kN]
RAR_GR1_SB	-18.9	-37.7	-77.1	0.0
RAR_GR4_SB	-24.6	-30.2	-76.8	0.0
RAR_MAN_SB	-44.3	0.0	-106.5	0.0
RAR_VENTO_PCSB	-16.0	-30.2	-76.8	0.0
RAR_VENTO_PS	-35.6	0.0	-97.2	0.0
QPERM_SB	-57.1	0.0	-75.7	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA	-16.0	-30.2	-106.5	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-RARA FESS	-16.0	-30.2	-106.5	0.0
VALORI MAX/MIN SLE-Q. PERM.	-57.1	0.0	-75.7	0.0

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle verifiche in forma sintetica.

SEZIONE DI VERIFICA	SLU (coeff. sic.)	SLE-rara – $\sigma_{s,max}$	SLE-rara – $\sigma_{c,max}$	SLE-rara(fess.) – wk	SLE-q.p. – $\sigma_{c,max}$
A	1.275	219.4 MPa	8.36 MPa	0.193 mm	5.98 MPa
B	*	*	*	*	*
C	*	*	*	*	*
D	*	*	*	*	*

Tabella 55- Risultati delle verifiche in soletta – armatura integrativa. (*Vale quanto riportato in Tabella 54)

Per i tabulati di verifica in forma estesa, nonché output del software RCSEC, si rimanda all'Allegato G .

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

18.5.3 Verifica per SLU a taglio

Si prevede la disposizione di tre file di spille $\Phi 10/200 \times 200$ nelle zone di appoggio delle campate esterne.

Il massimo taglio agente per le combinazioni SLU analizzate, è pari a:

$$V_{\max} = 273.6 \text{ kN}$$

in corrispondenza della sezione A, lato interno.

Si riporta di seguito la verifica:

Resistenza a taglio per soletta non armata a taglio

Sez. di verifica: APP. ESTERNO LATO INTERNO

f_{ck}	32	Mpa
h	310	mm
b	1000	mm
$c_{f_{inf}}$	30	mm
$c_{f_{sup}}$	55	mm
$A_{s,inf}$	-	mm ²
$A_{s,sup}$	1570.8	mm ²
$M < 0?$	$M < 0$	-
<hr/>		
d	255	mm
$A_{s,tesa}$	1571	mm ²
ρ_l	0.0062	-
k	1.886	-
v_{min}	0.513	-
<hr/>		
V_{Rd}	155.9	kN
V_{Ed}	273.6	kN

Verifica non soddisfatta, è necessaria armatura a taglio.

Caratteristiche materiali

Classe R_{ck}	40	
Acciaio	B450	
γ_c	1.5	coefficiente parziale relativo al calcestruzzo
γ_s	1.15	coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w	1000	mm	larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)
d	255	mm	altezza utile della sezione
A_c	255000	mm ²	area della sezione di calcestruzzo

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

Caratteristiche armature

n_{bl}	5		numero di barre longitudinali
\varnothing_{bl}	20	mm	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	5		numero di bracci delle staffe
\varnothing_{st}	10	mm	diametro delle staffe
s_{st}	200	mm	passo delle staffe
α	90	°	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	0	KN	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	277.6	KN	taglio di calcolo

Dati traliccio resistente

θ	22	°	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
----------	----	---	---

Taglio resistente

V_{Rd}	436.4	KN	taglio resistente per elemento con armatura trasversale
----------	-------	----	---

Nel grafico di Figura 240 si individuano chiaramente le zone dove è necessario inserire armatura a taglio. Le linee tratteggiate rappresentano la piattabande delle travi, ovvero nelle zone di appoggio delle due campate esterne.

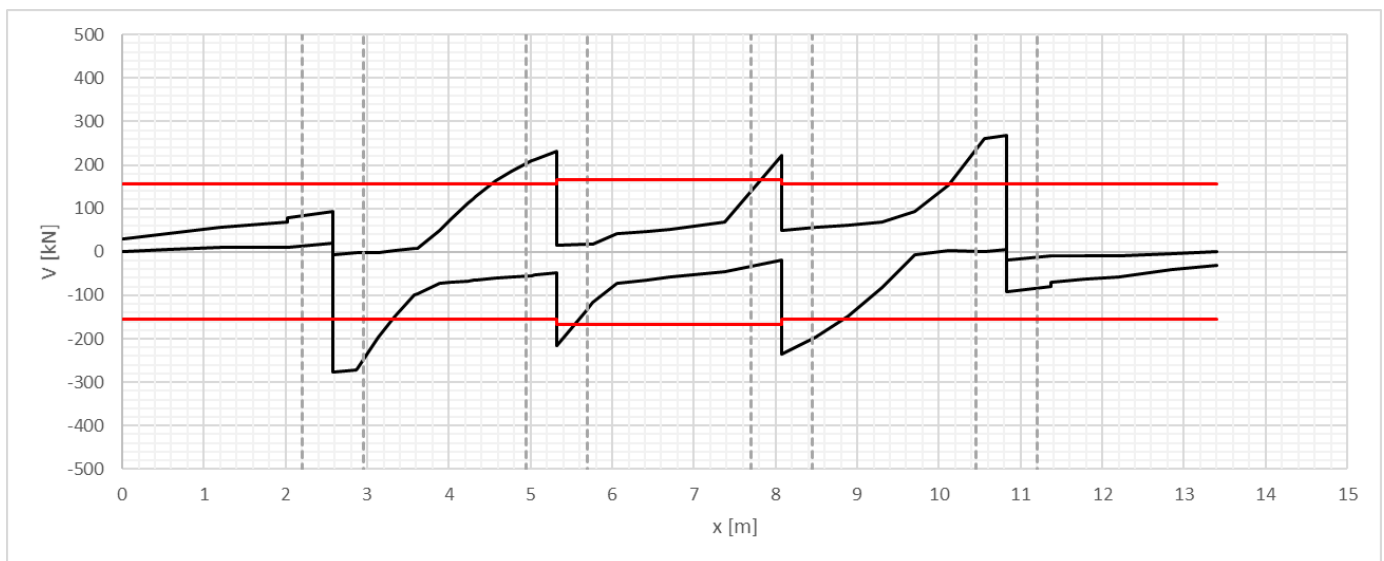


Figura 240 – Grafico di confronto tra taglio sollecitante e taglio resistente in assenza di armatura a taglio

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

18.6 Calcolo e verifica cordolo

In questo capito è riportata la verifica e il calcolo dell'armatura integrativa del cordolo di estremità della soletta in corrispondenza del montante della barriera antirumore.

Verifica a torsione cordolo			
<i>interasse montanti</i>	i	[m]	3.00
<i>Altezza barriera</i>	h	[m]	4.00
<i>Pressione vento</i>	p	[kN/m ²]	2.50
<i>Forza risultante</i>	Q	[kN/m]	30.00
<i>Braccio della risultante dall'estradosso cordolo</i>	braccio	[m]	2.00
<i>Momento agente al cordolo</i>	M	[kNm/m]	47.24
<i>Coefficiente parziale</i>	gamma		1.50
<i>Momento SLU-vento</i>	Mslu	[kNm/m]	70.87
<i>Diametro staffa</i>	F	[mm]	12.00
<i>Passo staffa</i>	p	[mm]	200.00
<i>Diametro longitudinale</i>	F	[mm]	12.00
<i>numero ferri longitudinali</i>	n	-	12.00
<i>base cordolo</i>	b	[cm]	52.30
<i>altezza cordolo</i>	h	[cm]	47.27
<i>distanza tra bordo e centro ferro long</i>	clong	[cm]	5.80
<i>resistenza cilindrica di progetto</i>	fcd	[Mpa]	18.13
<i>resistenza a snervamento di progetto</i>	fyd	[Mpa]	391.30
<i>Area cls</i>	Ac	[mm ²]	247222.10
<i>Perimetro</i>	u	[mm]	1991.40
<i>Spessore sezione cava</i>	t	[mm]	124.14
<i>Angolo inclinazione</i>	q	°	38.00
<i>Cotangente di teta</i>	Cot q		1.28
<i>area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico</i>	A	[mm ²]	139023.00
<i>Perimetro medio resistente</i>	um	[mm]	1494.82
<i>Area staffa</i>	As	[mm ²]	22619.47
<i>Somma area armature long</i>	SA1	[mm ²]	1357.17
<i>Contributo cls</i>	Trcd	[kNm]	303.67
<i>contributo staffe</i>	Trsd	[kNm]	15749.76
<i>contributo arm long</i>	Trld	[kNm]	77.18
<i>Momento resistente</i>	Trd	[kNm]	77.18
<i>Momento agente</i>	Ted	[kNm]	70.87
<i>Coefficiente di sicurezza</i>	CS	-	1.09

Ne risulta in corrispondenza del montante un'armatura di base longitudinale pari a 10 ϕ 12 che dovrà essere integrate con 2 ϕ 12 aggiuntivi per un totale di 12 ϕ 12, inoltre saranno da disporsi staffe ϕ 12/200.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

18.7 Calcolo e verifica della soletta in corrispondenza del palo TE

In corrispondenza del palo TE andrà prevista un'apposita armatura sia in direzione trasversale che longitudinale. In particolare risulteranno dimensionante per l'armatura trasversale le azioni statiche indotte dal palo TE, mentre ai fini dell'armatura longitudinale risulterà predominante lo scenario di rottura della catenaria.

Al fine di definire lo stato sollecitativo è stato sviluppato un modello locale della soletta con l'ausilio del software Midas Civil. La modellazione 3d tramite elementi shell prevede la soletta e il cordolo di estremità.

Le azioni statiche sono quelle previste per la tipologia di palo LSU18.

TABELLA DEI CARICHI MASSIMI ALLA BASE DEI SOSTEGNI LSU E DEI TIRANTI A TERRA

SOSTEGNO TIPO		CONDIZIONE DI CARICO	CARICHI MASSIMI SULLE FONDAZIONI						TIPO DEL T.T. (2)	ATTREZZAGGIO TIPICO							
SIGLA (1)	DESCRIZIONE		ALLA BASE DEI PALI		E PORTALI		ALLA BASE T.T.			A	B	C	D	E	E1	F	
			Mi daNm	Ti daN	V daN	Mi daNm	Ti daN	Vtir daN	Ttir daN								
LSU16	LSU16 (piena linea)	Senza T.T.	6274	707	1278	852	173	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-
	LSU18 (piena linea)	Senza T.T.	7532	891	1408	908	185	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-
LSU18	LSU18 (piena linea - Asse Punto Fisso)	Senza T.T.	-10420	-1726	1474	908	185	-	-	-	1	-	2	-	-	1	-
LSU20	LSU20 (piena linea)	Con T.T.	10000	1223	7007	193	152	5280	5047	TTC	1	-	2	-	1	-	-
LSU22	LSU22 (piena linea)	Con T.T.	11230	1400	10070	919	252	6509	6840	TTA	1	1	2	-	-	-	-
LSU24	LSU24 (piena linea)	Con T.T.	11740	1483	10170	102	102	6506	6852	TTA	1	1	2	-	-	-	-
2LSU20	2LSU20 (punti singoli)	Senza T.T.	14930	1723	3266	2000	400	-	-	-	2	-	2	-	-	-	1
		Con T.T.	17630	2195	8693	300	200	3800	3998	TTA	2	1	2	-	-	-	-
2LSU22	2LSU22 (punti singoli)	Con T.T.	20190	2425	9073	340	220	3614	3803	TTA	2	1	2	-	-	-	1

Figura 241 – Sollecitazioni alle base dei pali TE

Mentre la rottura della catenaria esercita un'azione squilibrata in corrispondenza del palo T.E. di intensità pari a ± 20 kN. Questa azione, da considerarsi di natura statica, applicata in corrispondenza della quota del filo di alimentazione, agisce a +5.00 m dal piano soletta dell'impalcato ferroviario.

Sul piano soletta si trasmette quindi un'azione flessionale $M_{cat} = 20 \cdot 5 = 100$ kNm.

Sia per i carichi statici che per la rottura della catenaria le forze sono state applicate come distribuzioni triangolari di pressione sul modello fem.

18.7.1 Modello di calcolo e risultati

Il modello prevede elementi shell opportunamente vincolati, incastrato in corrispondenza dell'anima della trave mentre sui lati corti viene ripristinato il vincolo di continuità, tali vincoli sono disposti ad una distanza tale da poter ritenere trascurabili gli effetti di bordo dovuti alla continuità longitudinale della soletta. Infatti, idealizzando la continuità con dei vincoli a glifo (garantendo quindi la trasmissione dei momenti longitudinali), non si riscontrano, nelle analisi statiche, particolari stati sollecitativi.

I carichi sono stati distribuiti su un'impronta di circa 0.8x0.8 m, derivante dalla diffusione sul piano medio della piastra base del palo TE (0.58x0.58 m)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

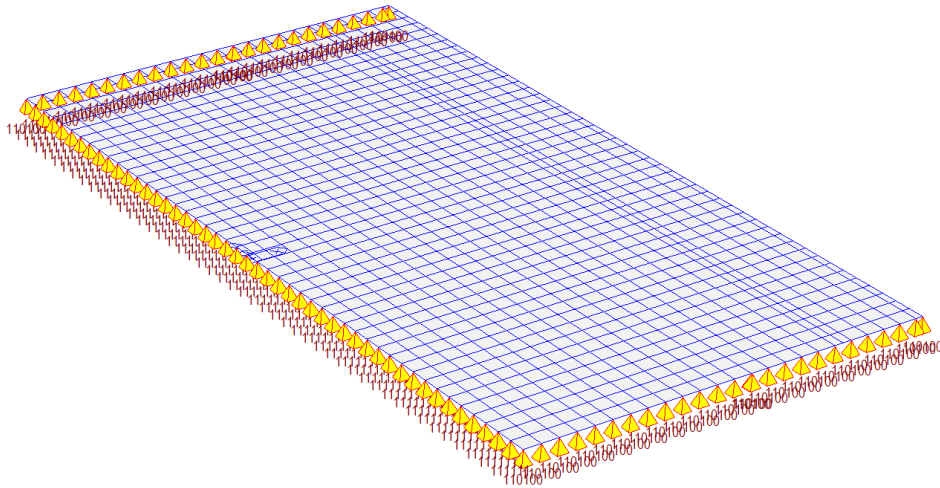


Figura 242 – Vista del modello

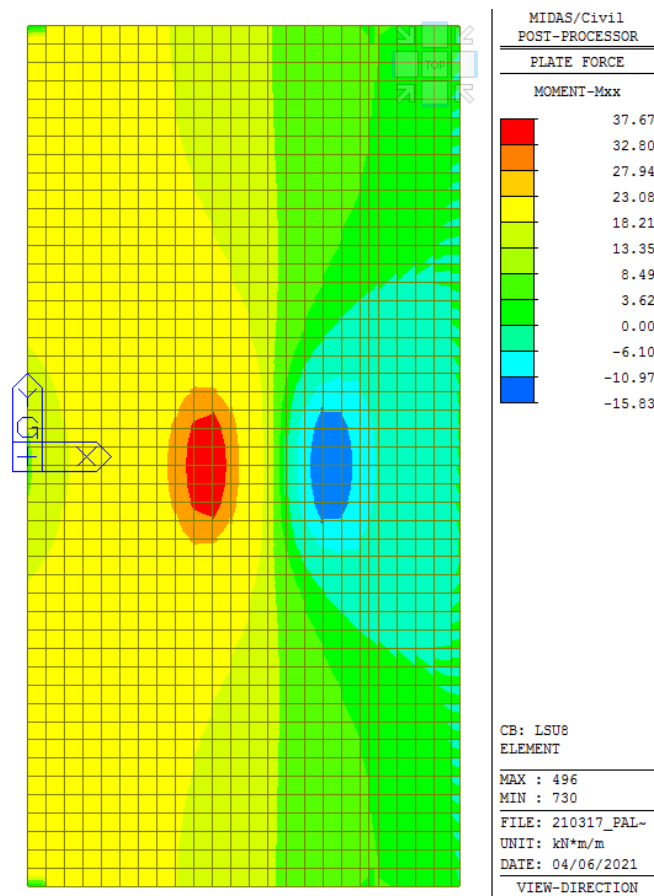


Figura 243 – Stato sollecitativo dovuto alle azioni del palo TE – LSU18

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

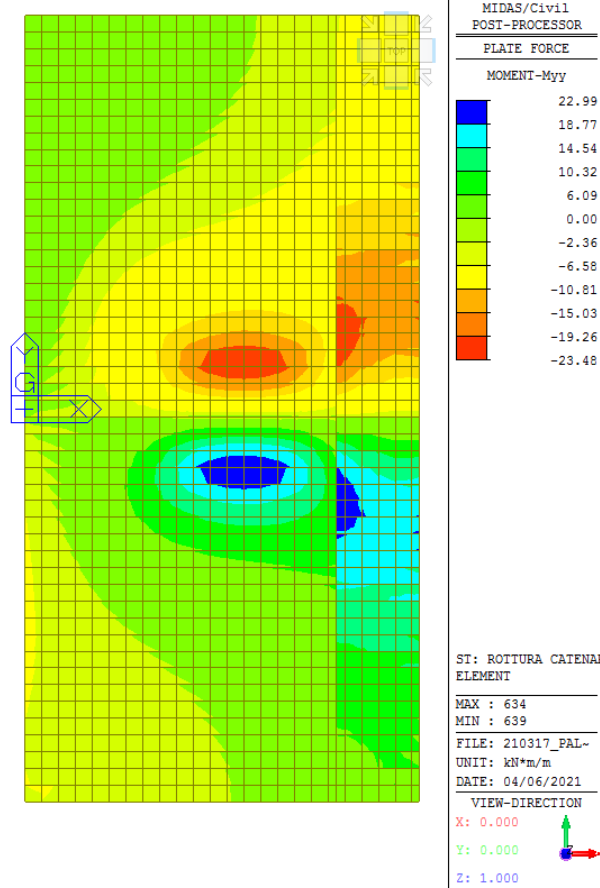


Figura 244 – Stato sollecitativo dovuto alla rottura della catenaria

Le sollecitazioni massime che derivano da queste analisi sono:

Momento trasversale soletta = 38 kNm/m

Momento longitudinale soletta = 24 kNm/m

Momento longitudinale cordolo = 20 kNm/m

Con tali sollecitazioni verrà effettuato il dimensionamento e la verifica dell'armatura integrativa, i cui esiti consistono in

Armatura trasversale: 4+4φ16 (al metro)

Armatura longitudinale: φ12/20

Armatura cordolo longitudinale: 1+1φ16

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Verifica trasversale

DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: 210323_soletta arm trasv

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Ordinarie
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	17.600 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	31.0	cm
Barre inferiori:	4Ø16	(8.0 cm ²)
Barre superiori:	4Ø16	(8.0 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	1.8	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	-57.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-38.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)	

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-38.00 (-55.01)

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-38.00 (-55.01)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 1.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 22.6 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >= 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.2.1.2.1 NTC; deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	-57.00	0.28	-78.99	1.386	1.9	0.07	0.70	8.0 (4.5)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	0.0	0.00020	1.8	-0.04414	26.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.05	0.0	0.00	6.1	-196.8	1.8	8.3	829	8.0	0.0

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

Ver Esito verifica
e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2 = 0.5 per flessione; = (e1 + e2)/(2 * e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

srm
wk
M fess.

Distanza massima in mm tra le fessure
Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00123	0.00030	0.50	0.60	0.000590 (0.000590)	323	0.191 (0.20)	-55.01

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.05	0.0	0.00	6.1	-196.8	1.8	8.3	829	8.0	0.0

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00123	0.00030	0.50	0.60	0.000590 (0.000590)	323	0.191 (0.20)	-55.01

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.05	0.0	0.00	6.1	-196.8	1.8	8.3	829	8.0	0.0

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00123	0.00030	0.50	0.40	0.000590 (0.000590)	323	0.191 (0.20)	-55.01

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVI2105001</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

VERIFICA LONGITUDINALE

DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: 210323_soletta arm long

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Ordinarie
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	31.0	cm
Barre inferiori:	5Ø12	(5.7 cm ²)
Barre superiori:	5Ø12	(5.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	2.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.5	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	24.00	0.00	0.00
2	0.00	-24.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	24.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	2.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	21.7	cm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata									
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)									
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico									
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)									
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico									
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000									
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.									
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.2.1.2.1 NTC; deve essere < 0.45									
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]									
N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	24.00	-0.09	69.42	2.892	28.0	0.11	0.70	11.3 (5.0)
2	S	0.00	-24.00	0.27	-56.04	2.335	2.1	0.08	0.70	11.3 (4.5)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione						
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)						
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)						
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)						
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)						
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)						
N°Comb		ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1		0.00350	31.0	-0.00292	25.5	-0.02963	2.6
2		0.00350	0.0	-0.00080	2.6	-0.03863	25.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata										
Sc max	Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]										
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
Sc min	Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]										
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)										
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]										
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre										
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)										
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)										
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)										
N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.93	31.0	0.00	24.9	-161.5	25.5	6.5	650	5.7	0.0

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

Ver	Esito verifica									
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata									
e2	Massima deformazione unitaria (compressione: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata									
K2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC									
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2									
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es									
srm	Distanza massima in mm tra le fessure									
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.									
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]									
N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.	
1	S	-0.00090	0.00022	0.50	0.60	0.000484 (0.000484)	324	0.157 (0.20)	53.08	

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICA LONGITUDINALE CORDOLO

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: 210323_cordolo long

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Ordinarie
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-17.0	0.0
2	-17.0	44.0
3	17.0	44.0
4	17.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-10.0	7.0	12
2	-10.0	37.0	12
3	10.0	37.0	12
4	10.0	7.0	12

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	1	12
2	1	4	1	12
3	1	2	1	12
4	3	4	1	12

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

5	2	3	1	16
6	1	4	1	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		
N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	30.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	20.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	20.00 (38.18)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	20.00 (38.18)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.2 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata						
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)						
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia						
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)						
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia						
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)						
As Tesa	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000						
	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]						
N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	30.00	0.00	90.65	3.02	7.7(2.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.177	-17.0	44.0	-0.00025	-10.0	37.0	-0.01631	-10.0	7.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000535347	-0.020055278	0.177	0.700

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.97	-17.0	44.0	-102.9	-10.0	7.0	369	5.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0	0.500	13.2	64	0.00031 (0.00031)	371	0.115 (0.20)	38.18	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.97	-17.0	44.0	-102.9	-10.0	7.0	369	5.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0	0.500	13.2	64	0.00031 (0.00031)	371	0.115 (0.20)	38.18	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.97	-17.0	44.0	-102.9	-10.0	7.0	369	5.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0	0.500	13.2	64	0.00031 (0.00031)	371	0.115 (0.20)	38.18	0.00

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

18.8 Calcolo e verifica della veletta

Per il dimensionamento e la verifica della veletta in c.a. vengono considerate le sollecitazioni indotte dal peso proprio e dalla pressione esercitata dal vento, assunta pari a 2.50 kN/m².

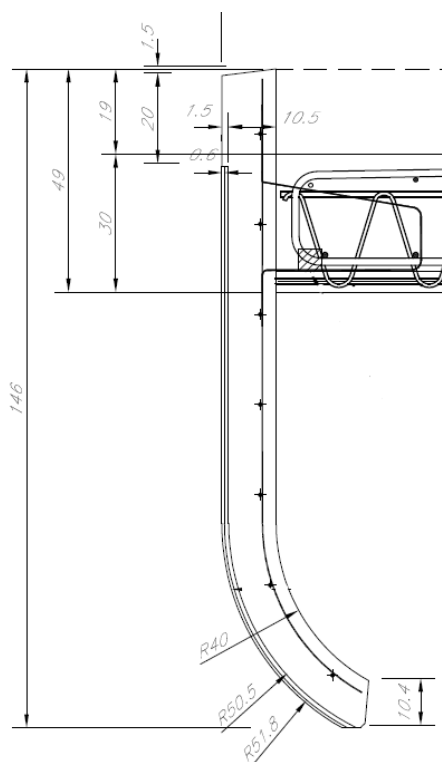


Figura 245 – Sezione veletta in c.a.

La sollecitazione dovuta al peso proprio viene valutata considerando un peso per unità di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m³. Per una striscia di lunghezza unitaria, in corrispondenza della sezione di incastro con la soletta, si ottiene dunque una risultante degli sforzi di trazione pari a:

$$N = \gamma \cdot A \cdot 1 = 25 \cdot 0.12 \cdot 1 = 3.00 \text{ kN}$$

Il taglio dovuto alla pressione esercitata dal vento risulta invece pari a:

$$V = p \cdot A_{lat} = 2.50 \cdot 0.96 = 2.40 \text{ kN}$$

Di conseguenza, il momento flettente nella stessa sezione risulta:

$$M = V \cdot b = 2.40 \cdot 0.48 = 1.15 \text{ kNm}$$

Tali sollecitazioni sono amplificate nella combinazione SLU attraverso i coefficienti γ_G e γ_Q pari rispettivamente a 1.35 e 1.50. Riassumendo si ha:

$$N_{Ed} = 3.00 \cdot 1.35 = 4.05 \text{ kN}$$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

$$M_{Ed} = 1.15 \cdot 1.50 = 1.73 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 2.40 \cdot 1.50 = 3.60 \text{ kN}$$

In esercizio si assumono coefficienti unitari sia per il peso proprio che per l'azione del vento in combinazione rara; in quella quasi permanente non si considera, invece, l'azione del vento.

Nelle combinazioni frequenti, utilizzate per le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure, si considerano i coefficienti validi per le combinazioni rare così da rispettare le prescrizioni fornite dal "Manuale di Progettazione delle Opere Civili", più stringenti rispetto a quelle presenti in NTC.

Si riporta di seguito la verifica a pressoflessione della sezione d'incastro con la soletta; l'armatura è costituita da una rete elettrosaldada Ø5 con maglia 10x10 cm e da ferri Ø10/50" verticali.

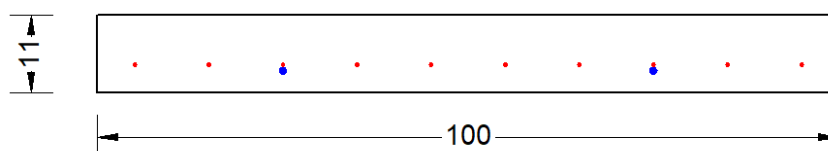


Figura 246 – Sezione di verifica veletta

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME FILE SEZIONE: Veletta

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45	
	Resis. compr. di progetto fcd:	21.170	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	4.020	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.50	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C35/45

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	10.5
3	50.0	10.5
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-25.0	4.0	10
2	25.0	4.0	10
3	-45.0	4.8	5
4	45.0	4.8	5

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	3	4	8	5

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-4.05	1.73	0.00	0.00	0.00
2	-4.05	-1.73	0.00	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	-3.00	1.15	0.00
2	-3.00	-1.15	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-3.00	1.15 (7.17)	0.00 (0.00)
2	-3.00	-1.15 (-7.05)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-3.00	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-4.05	1.73	0.00	-4.23	7.71	0.00	4.53	3.5
2	S	-4.05	-1.73	0.00	-3.94	-5.42	0.00	3.09	3.5

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.126	-50.0	10.5	-0.02113	-45.0	4.8	-0.02434	25.0	4.0
2	0.00350	0.172	-50.0	0.0	-0.01362	-25.0	4.0	-0.01683	45.0	4.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.004283804	-0.041479943	0.126	0.700
2	0.000000000	-0.004279408	0.003500000	0.172	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.10	50.0	10.5	-73.4	25.0	4.0	120	1.6
2	S	3.66	-50.0	0.0	-104.3	35.0	4.8	245	2.0

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00069	0	0.751	10.0	35	0.00022 (0.00022)	314	0.069 (990.00)	7.17	0.00

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

2 S -0.00149 0 0.647 5.0 45 0.00031 (0.00031) 290 0.091 (990.00) -7.05 0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.10	50.0	10.5	-73.4	25.0	4.0	120	1.6
2	S	3.66	-50.0	0.0	-104.3	35.0	4.8	245	2.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00069	0	0.751	10.0	35	0.00022 (0.00022)	314	0.069 (0.20)	7.17	0.00
2	S	-0.00149	0	0.647	5.0	45	0.00031 (0.00031)	290	0.091 (0.20)	-7.05	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.15	50.0	0.0	-11.0	-15.0	4.8	210	2.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00014	0	0.704	5.0	45	0.00003 (0.00003)	281	0.009 (0.20)	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Si riporta inoltre la verifica a taglio, nella quale, a favore di sicurezza, si è considerato il solo contributo dei ferri $\varnothing 10/50''$ verticali.

Caratteristiche materiali

ClS

R_{ck}	45	N/mm^2	resistenza cubica caratteristica a compressione
f_{ck}	37.35	N/mm^2	resistenza cilindrica caratteristica a compressione
f_{cm}	45.35	N/mm^2	resistenza cilindrica media a compressione
f_{cd}	24.90	N/mm^2	resistenza cilindrica di progetto a compressione
f_{ctm}	3.35	N/mm^2	resistenza a trazione media
f_{ctm}	4.02	N/mm^2	resistenza a trazione media per fessurazione
E_{cm}	34625	N/mm^2	modulo elastico istantaneo (valore secante fra 0 e 0.4 f_{cm})
ν	0		coefficiente di Poisson

Acciaio barre longitudinali

f_{yk}	450	N/mm^2	
f_{yd}	391.3	N/mm^2	

Caratteristiche di aderenza delle barre

η	1.00		
f_{bk}	5.28	N/mm	tensione di aderenza caratteristica
f_{bd}	3.52	N/mm	tensione di aderenza di progetto

Calcoli preliminari

A_{sl}	157.1	mm^2	area dell'armatura longitudinale
ρ_l	0.0024		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0024		rapporto considerato nei calcoli
σ_{cp}	0.000	N/mm^2	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	N/mm^2	tensione media considerata nei calcoli
A_{sw}	282.7	mm^2	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

Elemento non armato a taglio

k	2.75		
k_{eff}	2.00		coefficiente considerato nei calcoli
ν_{min}	0.978		
$V_{Rd,1}$	44.7	KN	taglio resistente - valore 1
$V_{Rd,2}$	63.5	KN	taglio resistente - valore 2
V_{Rd}	63.5	KN	taglio resistente di calcolo

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

ALLEGATO A ELENCO DELLE COMBINAZIONI DI CARICO

In tale allegato si riportano le combinazioni di carico analizzate ai fini delle verifiche riportate nella presente relazione.

Per la descrizione dei casi di carico si rimanda al §7.1.5.

A.1 Combinazioni di carico per le verifiche delle travi

COMBINAZIONI SLU

Comb.	Tempo	G1	G2_ballast	G2	e2_iso	e2_iper	ENV_Traffico_Mmax	ENV_Traffico_Mmin	ENV_Traffico_Vmax	ENV_Traffico_Vmin	Termica_U	Termica_DT	Qvento_pos	Qvento_neg
1	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20	1.45					0.90	0.90	
2	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20		1.45				0.90	0.90	
3	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20			1.45			0.90	0.90	
4	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20				1.45		0.90	0.90	
5	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20	1.45					0.90		0.90
6	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20		1.45				0.90		0.90
7	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20			1.45			0.90		0.90
8	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20				1.45		0.90		0.90
9	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20	1.45					-0.90	0.90	
10	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20		1.45				-0.90	0.90	
11	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20			1.45			-0.90	0.90	
12	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20				1.45		-0.90	0.90	
13	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20	1.45					-0.90		0.90
14	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20		1.45				-0.90		0.90
15	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20			1.45			-0.90		0.90
16	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.20				1.45		-0.90		0.90
17	Tempo zero	1.35	1.50	1.50			1.45					0.90	0.90	
18	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45				0.90	0.90	
19	Tempo zero	1.35	1.50	1.50					1.45			0.90	0.90	
20	Tempo zero	1.35	1.50	1.50						1.45		0.90	0.90	
21	Tempo zero	1.35	1.50	1.50			1.45					0.90		0.90
22	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45				0.90		0.90
23	Tempo zero	1.35	1.50	1.50					1.45			0.90		0.90
24	Tempo zero	1.35	1.50	1.50						1.45		0.90		0.90

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Comb.	Tempo	G1	G2_ballast	G2	e2_iso	e2_iper	ENV_Traffico_Mmax	ENV_Traffico_Mmin	ENV_Traffico_Vmax	ENV_Traffico_Vmin	Termica_U	Termica_DT	Qvento_pos	Qvento_neg
25	Tempo zero	1.35	1.50	1.50			1.45					-0.90	0.90	
26	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45				-0.90	0.90	
27	Tempo zero	1.35	1.50	1.50					1.45			-0.90	0.90	
28	Tempo zero	1.35	1.50	1.50						1.45		-0.90	0.90	
29	Tempo zero	1.35	1.50	1.50			1.45					-0.90		0.90
30	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45				-0.90		0.90
31	Tempo zero	1.35	1.50	1.50					1.45			-0.90		0.90
32	Tempo zero	1.35	1.50	1.50						1.45		-0.90		0.90
33	Tempo infinito	1.00	1.00		1.00	1.00						1.50	0.90	
34	Tempo infinito	1.00	1.00		1.00	1.00						1.50		0.90
35	Tempo infinito	1.00	1.00		1.00	1.00						-1.50	0.90	
36	Tempo infinito	1.00	1.00		1.00	1.00						-1.50		0.90

COMBINAZIONI SLE-CARATTERISTICHE (RARE)

Comb.	Tempo	G1	G2_ballast	G2	e2_iso	e2_iper	ENV_Traffico_Mmax	ENV_Traffico_Mmin	ENV_Traffico_Vmax	ENV_Traffico_Vmin	Termica_U	Termica_DT	Qvento_pos	Qvento_neg
37	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					0.60	0.60	
38	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00				0.60	0.60	
39	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00			0.60	0.60	
40	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				1.00		0.60	0.60	
41	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					0.60		0.60
42	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00				0.60		0.60
43	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00			0.60		0.60
44	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				1.00		0.60		0.60
45	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					-0.60	0.60	
46	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00				-0.60	0.60	
47	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00			-0.60	0.60	
48	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				1.00		-0.60	0.60	
49	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					-0.60		0.60

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Comb.	Tempo	G1	G2_ballast	G2	e2_iso	e2_iper	ENV_Traffico_Mmax	ENV_Traffico_Mmin	ENV_Traffico_Vmax	ENV_Traffico_Vmin	Termica_U	Termica_DT	Qvento_pos	Qvento_neg
50	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00				-0.60		0.60
51	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00			-0.60		0.60
52	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				1.00		-0.60		0.60
53	Tempo zero	1.00	1.00	1.00			1.00					0.60	0.60	
54	Tempo zero	1.00	1.00	1.00				1.00				0.60	0.60	
55	Tempo zero	1.00	1.00	1.00					1.00			0.60	0.60	
56	Tempo zero	1.00	1.00	1.00						1.00		0.60	0.60	
57	Tempo zero	1.00	1.00	1.00			1.00					0.60		0.60
58	Tempo zero	1.00	1.00	1.00				1.00				0.60		0.60
59	Tempo zero	1.00	1.00	1.00					1.00			0.60		0.60
60	Tempo zero	1.00	1.00	1.00						1.00		0.60		0.60
61	Tempo zero	1.00	1.00	1.00			1.00					-0.60	0.60	
62	Tempo zero	1.00	1.00	1.00				1.00				-0.60	0.60	
63	Tempo zero	1.00	1.00	1.00					1.00			-0.60	0.60	
64	Tempo zero	1.00	1.00	1.00						1.00		-0.60	0.60	
65	Tempo zero	1.00	1.00	1.00			1.00					-0.60		0.60
66	Tempo zero	1.00	1.00	1.00				1.00				-0.60		0.60
67	Tempo zero	1.00	1.00	1.00					1.00			-0.60		0.60
68	Tempo zero	1.00	1.00	1.00						1.00		-0.60		0.60
69	Tempo infinito	1.00	1.00		1.00	1.00						1.00	0.60	
70	Tempo infinito	1.00	1.00		1.00	1.00						1.00		0.60
71	Tempo infinito	1.00	1.00		1.00	1.00						-1.00	0.60	
72	Tempo infinito	1.00	1.00		1.00	1.00						-1.00		0.60

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

COMBINAZIONI SLE-CARATTERISTICHE (RARE) PER VERIFICHE A FESSURAZIONE

Comb.	Tempo	G1	G2_ballast	G2	e2_iso	e2_iper	ENV_Traffico_gr4_Mmax	ENV_Traffico_gr4_Mmin	ENV_Traffico_gr4_Vmax	ENV_Traffico_gr4_Vmin	Termica_U	Termica_DT	Qvento_pos	Qvento_neg
73	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					1.00	0.60	
74	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00				1.00	0.60	
75	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00			1.00	0.60	
76	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				1.00		1.00	0.60	
77	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					1.00		0.60
78	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00				1.00		0.60
79	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00			1.00		0.60
80	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				1.00		1.00		0.60
81	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					-1.00	0.60	
82	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00				-1.00	0.60	
83	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00			-1.00	0.60	
84	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				1.00		-1.00	0.60	
85	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					-1.00		0.60
86	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00				-1.00		0.60
87	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00			-1.00		0.60
88	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				1.00		-1.00		0.60
89	Tempo zero	1.00	1.00	1.00			1.00					1.00	0.60	
90	Tempo zero	1.00	1.00	1.00				1.00				1.00	0.60	
91	Tempo zero	1.00	1.00	1.00					1.00			1.00	0.60	
92	Tempo zero	1.00	1.00	1.00						1.00		1.00	0.60	
93	Tempo zero	1.00	1.00	1.00			1.00					1.00		0.60
94	Tempo zero	1.00	1.00	1.00				1.00				1.00		0.60
95	Tempo zero	1.00	1.00	1.00					1.00			1.00		0.60
96	Tempo zero	1.00	1.00	1.00						1.00		1.00		0.60
97	Tempo zero	1.00	1.00	1.00			1.00					-1.00	0.60	
98	Tempo zero	1.00	1.00	1.00				1.00				-1.00	0.60	
99	Tempo zero	1.00	1.00	1.00					1.00			-1.00	0.60	
100	Tempo zero	1.00	1.00	1.00						1.00		-1.00	0.60	
101	Tempo zero	1.00	1.00	1.00			1.00					-1.00		0.60
102	Tempo zero	1.00	1.00	1.00				1.00				-1.00		0.60
103	Tempo zero	1.00	1.00	1.00					1.00			-1.00		0.60
104	Tempo zero	1.00	1.00	1.00						1.00		-1.00		0.60

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

COMBINAZIONI SLE-QUASI PERMANENTI

Comb.	Tempo	G1	G2_ballast	G2	e2_iso	e2_iper	ENV_Traffico_Mmax	ENV_Traffico_Mmin	ENV_Traffico_Vmax	ENV_Traffico_Vmin	Termica_U	Termica_DT	Qvento_pos	Qvento_neg
105	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00						0.60		
106	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00						-0.60		
107	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00						0.50	0.50	
108	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00						-0.50	0.50	
109	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00						0.50		0.50
110	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00						-0.50		0.50
111	Tempo zero	1.00	1.00	1.00								0.60		
112	Tempo zero	1.00	1.00	1.00								-0.60		
113	Tempo zero	1.00	1.00	1.00								0.50	0.50	
114	Tempo zero	1.00	1.00	1.00								-0.50	0.50	
115	Tempo zero	1.00	1.00	1.00								0.50		0.50
116	Tempo zero	1.00	1.00	1.00								-0.50		0.50

COMBINAZIONI PER VERIFICHE A FATICA

Comb.	Tempo	G1	G2_ballast	G2	e2_iso	e2_iper	LM71_P_fat_Mmax	LM71_d_fat_Mmax	LM71_P_fat_Mmin	LM71_d_fat_Mmin	LM71_p_fat_Vmax	LM71_d_fat_Vmax	LM71_p_fat_Vmin	LM71_d_fat_Vmin
117	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
118	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00					
119	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					1.00			
120	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							1.00	
121	Tempo zero	1.00	1.00	1.00			1.00							
122	Tempo zero	1.00	1.00	1.00					1.00					
123	Tempo zero	1.00	1.00	1.00							1.00			
124	Tempo zero	1.00	1.00	1.00									1.00	
125	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00						

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Comb.	Tempo	G1	G2_ballast	G2	e2_iso	e2_iper	LM71_P_fat_Mmax	LM71_d_fat_Mmax	LM71_P_fat_Mmin	LM71_d_fat_Mmin	LM71_p_fat_Vmax	LM71_d_fat_Vmax	LM71_p_fat_Vmin	LM71_d_fat_Vmin
126	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				1.00				
127	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00						1.00		
128	Tempo infinito	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00								1.00
129	Tempo zero	1.00	1.00	1.00				1.00						
130	Tempo zero	1.00	1.00	1.00						1.00				
131	Tempo zero	1.00	1.00	1.00								1.00		
132	Tempo zero	1.00	1.00	1.00										1.00

A.2 Combinazioni di carico per le verifiche delle aste di diaframmi e controventi inferiori

COMBINAZIONI SLU

Comb.	Tempo	G1	G2_ballast	G2	e2	ENV_Traffico_max	ENV_Traffico_min	ENV_Traffico_PSI_max x ENV_Traffico_PSI_min	n	Termica_U	Termica_DT	Qvento_pos	Qvento_neg
1	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.45				0.90	0.90	0.90	
2	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.45				0.90	-0.90	0.90	
3	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.45				-0.90	0.90	0.90	
4	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.45				-0.90	-0.90	0.90	
5	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.45				0.90	0.90		0.90
6	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.45				0.90	-0.90		0.90
7	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.45				-0.90	0.90		0.90
8	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20	1.45				-0.90	-0.90		0.90
9	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20		1.45			0.90	0.90	0.90	
10	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20		1.45			0.90	-0.90	0.90	
11	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20		1.45			-0.90	0.90	0.90	
12	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20		1.45			-0.90	-0.90	0.90	
13	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20		1.45			0.90	0.90		0.90

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
		B		

Comb.	Tempo	G1	G2_ballast	G2	e2	ENV_Traffico_max	ENV_Traffico_min	ENV_Traffico_PSI_ma x	ENV_Traffico_PSI_mi n	Termica_U	Termica_DT	Qvento_pos	Qvento_neg
14	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20		1.45			0.90	-0.90		0.90
15	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20		1.45			-0.90	0.90		0.90
16	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20		1.45			-0.90	-0.90		0.90
17	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45		1.50	1.50	0.90	
18	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45		1.50	-1.50	0.90	
19	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45		-1.50	1.50	0.90	
20	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45		-1.50	-1.50	0.90	
21	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45		1.50	1.50		0.90
22	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45		1.50	-1.50		0.90
23	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45		-1.50	1.50		0.90
24	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45		-1.50	-1.50		0.90
25	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45	1.45	1.50	1.50	0.90	
26	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45	1.45	1.50	-1.50	0.90	
27	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45	1.45	-1.50	1.50	0.90	
28	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45	1.45	-1.50	-1.50	0.90	
29	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45	1.45	1.50	1.50		0.90
30	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45	1.45	1.50	-1.50		0.90
31	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45	1.45	-1.50	1.50		0.90
32	Tempo infinito	1.35	1.50	1.50	1.20			1.45	1.45	-1.50	-1.50		0.90
33	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20	1.45				0.90	0.90	0.90	
34	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20	1.45				0.90	-0.90	0.90	
35	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20	1.45				-0.90	0.90	0.90	
36	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20	1.45				-0.90	-0.90	0.90	
37	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20	1.45				0.90	0.90		0.90
38	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20	1.45				0.90	-0.90		0.90
39	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20	1.45				-0.90	0.90		0.90
40	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20	1.45				-0.90	-0.90		0.90
41	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20		1.45			0.90	0.90	0.90	
42	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20		1.45			0.90	-0.90	0.90	
43	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20		1.45			-0.90	0.90	0.90	
44	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20		1.45			-0.90	-0.90	0.90	
45	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20		1.45			0.90	0.90		0.90
46	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20		1.45			0.90	-0.90		0.90
47	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20		1.45			-0.90	0.90		0.90
48	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20		1.45			-0.90	-0.90		0.90

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
		B		

Comb.	Tempo	G1	G2_ballast	G2	e2	ENV_Traffico_max	ENV_Traffico_min	ENV_Traffico_PSI_ma x n	ENV_Traffico_PSI_mi	Termica_U	Termica_DT	Qvento_pos	Qvento_neg
49	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45		1.50	1.50	0.90	
50	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45		1.50	-1.50	0.90	
51	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45		-1.50	1.50	0.90	
52	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45		-1.50	-1.50	0.90	
53	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45		1.50	1.50		0.90
54	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45		1.50	-1.50		0.90
55	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45		-1.50	1.50		0.90
56	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45		-1.50	-1.50		0.90
57	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45	1.45	1.50	1.50	0.90	
58	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45	1.45	1.50	-1.50	0.90	
59	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45	1.45	-1.50	1.50	0.90	
60	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45	1.45	-1.50	-1.50	0.90	
61	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45	1.45	1.50	1.50		0.90
62	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45	1.45	1.50	-1.50		0.90
63	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45	1.45	-1.50	1.50		0.90
64	Tempo infinito	1.00	1.00		1.20			1.45	1.45	-1.50	-1.50		0.90
65	Tempo zero	1.35	1.50	1.50		1.45				0.90	0.90	0.90	
66	Tempo zero	1.35	1.50	1.50		1.45				0.90	-0.90	0.90	
67	Tempo zero	1.35	1.50	1.50		1.45				-0.90	0.90	0.90	
68	Tempo zero	1.35	1.50	1.50		1.45				-0.90	-0.90	0.90	
69	Tempo zero	1.35	1.50	1.50		1.45				0.90	0.90		0.90
70	Tempo zero	1.35	1.50	1.50		1.45				0.90	-0.90		0.90
71	Tempo zero	1.35	1.50	1.50		1.45				-0.90	0.90		0.90
72	Tempo zero	1.35	1.50	1.50		1.45				-0.90	-0.90		0.90
73	Tempo zero	1.35	1.50	1.50			1.45			0.90	0.90	0.90	
74	Tempo zero	1.35	1.50	1.50			1.45			0.90	-0.90	0.90	
75	Tempo zero	1.35	1.50	1.50			1.45			-0.90	0.90	0.90	
76	Tempo zero	1.35	1.50	1.50			1.45			-0.90	-0.90	0.90	
77	Tempo zero	1.35	1.50	1.50			1.45			0.90	0.90		0.90
78	Tempo zero	1.35	1.50	1.50			1.45			0.90	-0.90		0.90
79	Tempo zero	1.35	1.50	1.50			1.45			-0.90	0.90		0.90
80	Tempo zero	1.35	1.50	1.50			1.45			-0.90	-0.90		0.90
81	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45		1.50	1.50	0.90	
82	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45		1.50	-1.50	0.90	
83	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45		-1.50	1.50	0.90	

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
		B		

Comb.	Tempo	G1	G2_ballast	G2	e2	ENV_Traffico_max	ENV_Traffico_min	ENV_Traffico_PSI_ma x	ENV_Traffico_PSI_mi n	Termica_U	Termica_DT	Qvento_pos	Qvento_neg
84	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45		-1.50	-1.50	0.90	
85	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45		1.50	1.50		0.90
86	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45		1.50	-1.50		0.90
87	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45		-1.50	1.50		0.90
88	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45		-1.50	-1.50		0.90
89	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45	1.45	1.50	1.50	0.90	
90	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45	1.45	1.50	-1.50	0.90	
91	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45	1.45	-1.50	1.50	0.90	
92	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45	1.45	-1.50	-1.50	0.90	
93	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45	1.45	1.50	1.50		0.90
94	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45	1.45	1.50	-1.50		0.90
95	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45	1.45	-1.50	1.50		0.90
96	Tempo zero	1.35	1.50	1.50				1.45	1.45	-1.50	-1.50		0.90
97	Tempo zero	1.00	1.00			1.45				0.90	0.90	0.90	
98	Tempo zero	1.00	1.00			1.45				0.90	-0.90	0.90	
99	Tempo zero	1.00	1.00			1.45				-0.90	0.90	0.90	
100	Tempo zero	1.00	1.00			1.45				-0.90	-0.90	0.90	
101	Tempo zero	1.00	1.00			1.45				0.90	0.90		0.90
102	Tempo zero	1.00	1.00			1.45				0.90	-0.90		0.90
103	Tempo zero	1.00	1.00			1.45				-0.90	0.90		0.90
104	Tempo zero	1.00	1.00			1.45				-0.90	-0.90		0.90
105	Tempo zero	1.00	1.00				1.45			0.90	0.90	0.90	
106	Tempo zero	1.00	1.00				1.45			0.90	-0.90	0.90	
107	Tempo zero	1.00	1.00				1.45			-0.90	0.90	0.90	
108	Tempo zero	1.00	1.00				1.45			-0.90	-0.90	0.90	
109	Tempo zero	1.00	1.00				1.45			0.90	0.90		0.90
110	Tempo zero	1.00	1.00				1.45			0.90	-0.90		0.90
111	Tempo zero	1.00	1.00				1.45			-0.90	0.90		0.90
112	Tempo zero	1.00	1.00				1.45			-0.90	-0.90		0.90
113	Tempo zero	1.00	1.00					1.45		1.50	1.50	0.90	
114	Tempo zero	1.00	1.00					1.45		1.50	-1.50	0.90	
115	Tempo zero	1.00	1.00					1.45		-1.50	1.50	0.90	
116	Tempo zero	1.00	1.00					1.45		-1.50	-1.50	0.90	
117	Tempo zero	1.00	1.00					1.45		1.50	1.50		0.90
118	Tempo zero	1.00	1.00					1.45		1.50	-1.50		0.90

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Comb.	Tempo	G1	G2_ballast	G2	e2	ENV_Traffico_max	ENV_Traffico_min	ENV_Traffico_PSI_max x	ENV_Traffico_PSI_min n	Termica_U	Termica_DT	Qvento_pos	Qvento_neg
119	Tempo zero	1.00	1.00					1.45		-1.50	1.50		0.90
120	Tempo zero	1.00	1.00					1.45		-1.50	-1.50		0.90
121	Tempo zero	1.00	1.00						1.45	1.50	1.50	0.90	
122	Tempo zero	1.00	1.00						1.45	1.50	-1.50	0.90	
123	Tempo zero	1.00	1.00						1.45	-1.50	1.50	0.90	
124	Tempo zero	1.00	1.00						1.45	-1.50	-1.50	0.90	
125	Tempo zero	1.00	1.00						1.45	1.50	1.50		0.90
126	Tempo zero	1.00	1.00						1.45	1.50	-1.50		0.90
127	Tempo zero	1.00	1.00						1.45	-1.50	1.50		0.90
128	Tempo zero	1.00	1.00						1.45	-1.50	-1.50		0.90

COMBINAZIONI PER VERIFICHE A FATICA

Comb.	Descrizione	G1	G2_ballast	G2	e2_trasv	e2_long	LM71_p_fat_max	LM71_d_fat_max	LM71_p_fat_min	LM71_d_fat_min	Termica_U	Termica_DT	Qvento	Qvento_CS
129	LM71_p_Nmax						1.00							
130	LM71_p_Nmin								1.00					
131	LM71_d_Nmax							1.00						
132	LM71_d_Nmin									1.00				

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

ALLEGATO B VERIFICHE SLU DELLE TRAVI DI IMPALCATO - VERIFICHE IN FORMA ESTESA E TABULATI DI VERIFICA

Si riportano, in formato tabulare, i risultati delle verifiche SLU delle travi miste di impalcato e dei pioli.

In tali tabelle, accanto al valore del massimo tasso di sfruttamento, si riporta la corrispondente combinazione per la quale si è ottenuto.

In giallo vengono evidenziati i tassi di sfruttamento maggiori all'80%.

Per l'individuazione della sezione e per le sue caratteristiche geometriche si rimanda al capitolo 8.

Per la descrizione delle combinazioni si rimanda all'Allegato A .

Per la descrizione delle modalità di verifica e per i risultati delle verifiche in forma grafica si rimanda al capitolo 9.

Si riportano poi, nei successivi paragrafi, le verifiche SLU a pressoflessione e taglio in forma estesa delle sezioni ritenute più significative per le combinazioni più gravose. Tali sezioni sono evidenziate in colore rosso nelle tabelle.

TRAVE n°1

TASSI DI SFRUTTAMENTO DELLE VERIFICHE SLU										
Sezione	SLU - Pressoflessione		SLU - Taglio		SLU - Interazione V-M		SLU - Saldature		SLU - Pioli	
	$\eta_1[-]$	comb.	$\eta_3[-]$	comb.	$\eta_{VM}[-]$	comb.	$\eta_{sald}[-]$	comb.	$\eta_{pioli}[-]$	comb.
TR.1-1	0.16	1	0.00		0.16	1	0.00		0.65	33
TR.1-2	0.16	1	0.01	6	0.16	1	0.00	30	0.65	34
TR.1-3	0.16	5	0.73	28	0.73	28	0.43	28	0.61	34
TR.1-4	0.24	4	0.71	28	0.71	28	0.34	28	0.61	34
TR.1-5	0.25	5	0.68	28	0.68	28	0.33	28	0.61	34
TR.1-6	0.36	1	0.67	28	0.67	28	0.32	28	0.61	34
TR.1-7	0.35	1	0.60	28	0.60	28	0.30	12	0.60	34
TR.1-8	0.49	1	0.59	28	0.59	28	0.29	12	0.72	28
TR.1-9	0.49	1	0.56	28	0.56	28	0.28	12	0.67	28
TR.1-10	0.62	1	0.55	28	0.62	1	0.27	12	0.67	28
TR.1-11	0.61	1	0.50	28	0.61	1	0.25	12	0.60	28
TR.1-12	0.72	1	0.49	28	0.72	1	0.24	12	0.60	28
TR.1-13	0.55	1	0.56	28	0.56	28	0.24	12	0.52	28
TR.1-14	0.63	1	0.55	28	0.63	1	0.23	12	0.52	28
TR.1-15	0.63	1	0.50	28	0.63	1	0.21	12	0.46	28
TR.1-16	0.69	1	0.48	28	0.69	1	0.20	12	0.46	28
TR.1-17	0.69	1	0.45	28	0.69	1	0.19	12	0.42	28
TR.1-18	0.75	1	0.43	28	0.75	1	0.18	12	0.42	28
TR.1-19	0.75	1	0.39	28	0.75	1	0.17	12	0.36	28
TR.1-20	0.80	1	0.37	28	0.80	1	0.16	12	0.36	28
TR.1-21	0.80	1	0.34	12	0.80	1	0.14	12	0.32	28
TR.1-22	0.84	1	0.32	12	0.84	1	0.14	12	0.32	28
TR.1-23	0.84	1	0.28	28	0.84	1	0.12	12	0.27	28
TR.1-24	0.87	1	0.26	28	0.87	1	0.11	12	0.27	28
TR.1-25	0.77	1	0.37	12	0.77	1	0.09	12	0.22	28
TR.1-26	0.79	1	0.34	12	0.79	1	0.09	12	0.22	28
TR.1-27	0.79	1	0.28	28	0.79	1	0.07	12	0.17	28
TR.1-28	0.80	1	0.25	28	0.80	1	0.06	4	0.17	28
TR.1-29	0.80	1	0.20	4	0.80	1	0.05	4	0.13	28

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

TASSI DI SFRUTTAMENTO DELLE VERIFICHE SLU										
Sezione	SLU - Pressoflessione		SLU - Taglio		SLU - Interazione V-M		SLU - Saldature		SLU - Pioli	
	$\eta_1[-]$	comb.	$\eta_3[-]$	comb.	$\eta_{VM}[-]$	comb.	$\eta_{sald}[-]$	comb.	$\eta_{pioli}[-]$	comb.
TR.1-30	0.81	1	0.18	4	0.81	1	0.04	4	0.13	28
TR.1-31	0.81	1	0.18	3	0.81	1	0.04	3	0.13	19
TR.1-32	0.80	1	0.20	7	0.80	1	0.05	7	0.13	31
TR.1-33	0.80	1	0.25	27	0.80	1	0.06	11	0.17	27
TR.1-34	0.79	1	0.28	27	0.79	1	0.07	11	0.17	27
TR.1-35	0.79	1	0.35	11	0.79	1	0.09	11	0.22	27
TR.1-36	0.77	1	0.37	11	0.77	1	0.09	11	0.22	27
TR.1-37	0.86	1	0.27	27	0.86	1	0.11	11	0.27	27
TR.1-38	0.83	1	0.28	27	0.83	1	0.12	11	0.27	27
TR.1-39	0.83	1	0.33	11	0.83	1	0.14	11	0.32	27
TR.1-40	0.79	1	0.34	11	0.79	1	0.15	11	0.32	27
TR.1-41	0.79	1	0.38	27	0.79	1	0.16	11	0.37	27
TR.1-42	0.74	1	0.39	27	0.74	1	0.17	11	0.37	27
TR.1-43	0.74	1	0.44	27	0.74	1	0.18	11	0.42	27
TR.1-44	0.68	1	0.45	27	0.68	1	0.19	11	0.42	27
TR.1-45	0.68	1	0.49	27	0.68	1	0.21	11	0.47	27
TR.1-46	0.61	1	0.51	27	0.61	1	0.22	11	0.47	27
TR.1-47	0.62	1	0.55	27	0.62	1	0.23	11	0.52	27
TR.1-48	0.54	1	0.57	27	0.57	27	0.24	11	0.52	27
TR.1-49	0.70	1	0.49	27	0.70	1	0.24	11	0.60	27
TR.1-50	0.59	1	0.51	27	0.59	1	0.25	11	0.60	27
TR.1-51	0.60	1	0.54	27	0.60	1	0.27	11	0.67	27
TR.1-52	0.47	1	0.56	27	0.56	27	0.27	11	0.67	27
TR.1-53	0.47	1	0.59	27	0.59	27	0.29	11	0.71	27
TR.1-54	0.34	1	0.60	27	0.60	27	0.30	11	0.60	34
TR.1-55	0.35	1	0.65	27	0.65	27	0.31	27	0.61	34
TR.1-56	0.25	5	0.67	27	0.67	27	0.32	27	0.61	34
TR.1-57	0.24	3	0.70	27	0.70	27	0.34	27	0.61	34
TR.1-58	0.16	5	0.71	27	0.71	27	0.42	27	0.61	34
TR.1-59	0.16	1	0.01	6	0.16	1	0.00	30	0.65	34
TR.1-60	0.16	1	0.00	6	0.16	1	0.00	30	0.65	33

Tabella 56 – Trave n°1. Tassi di sfruttamento SLU.

TRAVE n°2

TASSI DI SFRUTTAMENTO DELLE VERIFICHE SLU										
Sezione	SLU - Pressoflessione		SLU - Taglio		SLU - Interazione V-M		SLU - Saldature		SLU - Pioli	
	$\eta_1[-]$	comb.	$\eta_3[-]$	comb.	$\eta_{VM}[-]$	comb.	$\eta_{sald}[-]$	comb.	$\eta_{pioli}[-]$	comb.
TR.2-1	0.14	1	0.00		0.14	1	0.00		0.65	33
TR.2-2	0.14	5	0.07	3	0.14	5	0.04	27	0.65	3
TR.2-3	0.28	29	0.79	4	0.79	4	0.46	12	0.62	28
TR.2-4	0.33	5	0.74	4	0.74	4	0.37	4	0.58	28
TR.2-5	0.33	5	0.72	4	0.72	4	0.41	28	0.59	34
TR.2-6	0.43	5	0.67	4	0.67	4	0.33	4	0.59	34
TR.2-7	0.42	5	0.65	4	0.65	4	0.33	4	0.60	34
TR.2-8	0.54	5	0.61	4	0.61	4	0.31	4	0.70	20
TR.2-9	0.54	5	0.60	4	0.60	4	0.30	4	0.69	20
TR.2-10	0.65	5	0.56	4	0.65	5	0.28	4	0.64	20
TR.2-11	0.64	5	0.55	4	0.64	5	0.28	4	0.64	20
TR.2-12	0.75	1	0.51	4	0.75	1	0.26	4	0.59	20
TR.2-13	0.57	1	0.61	4	0.61	4	0.26	12	0.55	20
TR.2-14	0.64	1	0.56	4	0.64	1	0.24	12	0.50	20
TR.2-15	0.64	1	0.56	4	0.64	1	0.24	12	0.51	20

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

TASSI DI SFRUTTAMENTO DELLE VERIFICHE SLU										
Sezione	SLU - Pressoflessione		SLU - Taglio		SLU - Interazione V-M		SLU - Saldature		SLU - Pioli	
	$\eta_1[-]$	comb.	$\eta_3[-]$	comb.	$\eta_{VM}[-]$	comb.	$\eta_{sald}[-]$	comb.	$\eta_{pioli}[-]$	comb.
TR.2-16	0.70	1	0.51	4	0.70	1	0.22	12	0.47	20
TR.2-17	0.70	1	0.50	4	0.70	1	0.22	12	0.46	20
TR.2-18	0.75	1	0.46	4	0.75	1	0.20	12	0.42	20
TR.2-19	0.75	1	0.46	4	0.75	1	0.19	12	0.43	20
TR.2-20	0.79	1	0.41	4	0.79	1	0.17	12	0.38	20
TR.2-21	0.79	1	0.40	20	0.79	1	0.17	12	0.38	20
TR.2-22	0.83	1	0.35	20	0.83	1	0.15	12	0.33	20
TR.2-23	0.83	1	0.36	4	0.83	1	0.15	12	0.34	20
TR.2-24	0.86	1	0.31	4	0.86	1	0.13	12	0.30	20
TR.2-25	0.77	1	0.48	20	0.77	1	0.12	12	0.29	20
TR.2-26	0.78	1	0.41	20	0.78	1	0.10	4	0.25	20
TR.2-27	0.78	1	0.41	4	0.78	1	0.10	4	0.26	20
TR.2-28	0.79	1	0.33	4	0.79	1	0.08	4	0.22	20
TR.2-29	0.79	1	0.33	20	0.79	1	0.08	28	0.22	20
TR.2-30	0.79	1	0.26	3	0.79	1	0.06	27	0.19	11
TR.2-31	0.79	1	0.26	4	0.79	1	0.06	4	0.19	12
TR.2-32	0.79	1	0.33	23	0.79	1	0.08	31	0.21	23
TR.2-33	0.79	1	0.33	7	0.79	1	0.08	7	0.21	23
TR.2-34	0.78	1	0.41	7	0.78	1	0.10	7	0.26	23
TR.2-35	0.78	1	0.40	23	0.78	1	0.10	15	0.25	23
TR.2-36	0.76	1	0.47	23	0.76	1	0.12	15	0.28	23
TR.2-37	0.84	1	0.30	7	0.84	1	0.13	15	0.29	23
TR.2-38	0.81	1	0.35	3	0.81	1	0.15	11	0.34	19
TR.2-39	0.81	1	0.35	23	0.81	1	0.15	15	0.33	23
TR.2-40	0.78	1	0.39	23	0.78	1	0.17	15	0.37	23
TR.2-41	0.78	1	0.40	7	0.78	1	0.17	15	0.37	23
TR.2-42	0.73	1	0.45	7	0.73	1	0.19	15	0.42	23
TR.2-43	0.73	1	0.45	7	0.73	1	0.19	15	0.41	23
TR.2-44	0.68	1	0.49	3	0.68	1	0.21	11	0.45	19
TR.2-45	0.68	1	0.50	3	0.68	1	0.21	11	0.45	19
TR.2-46	0.61	1	0.55	3	0.61	1	0.24	3	0.49	19
TR.2-47	0.61	1	0.54	3	0.61	1	0.23	3	0.48	19
TR.2-48	0.54	1	0.59	3	0.59	3	0.26	3	0.52	19
TR.2-49	0.71	1	0.49	3	0.71	1	0.25	3	0.57	19
TR.2-50	0.60	1	0.53	3	0.60	1	0.27	3	0.62	19
TR.2-51	0.60	1	0.53	3	0.60	1	0.27	3	0.60	19
TR.2-52	0.48	1	0.57	3	0.57	3	0.29	3	0.65	19
TR.2-53	0.48	1	0.58	3	0.58	3	0.29	3	0.65	19
TR.2-54	0.35	1	0.62	3	0.62	3	0.31	3	0.60	34
TR.2-55	0.35	1	0.64	3	0.64	3	0.32	3	0.58	34
TR.2-56	0.23	5	0.69	3	0.69	3	0.34	3	0.58	34
TR.2-57	0.23	1	0.70	3	0.70	3	0.35	3	0.57	34
TR.2-58	0.14	5	0.76	3	0.76	3	0.43	27	0.59	27
TR.2-59	0.14	5	0.07	4	0.14	5	0.04	28	0.65	4
TR.2-60	0.14	1	0.00	4	0.14	1	0.00	28	0.65	33

Tabella 57 – Trave n°2. Tassi di sfruttamento SLU.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

B.1 Verifiche del concio "sezione tipo 1"

TRAVE n°1 – η1 MASSIMO

TR.1 - sez.12 - Combinazione n°1 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-40	-343	-280	188	-2206	-5443	0	0	-8124
Med	[kNm]	6275	8680	12008	270	1136	4705	0	0	33074
Ved	[kN]	-733	-1053	-1392	-41	1	31	0	0	-3188
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-05	3.46E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE			
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni			
σ sol,s	[Mpa]	-11.9	Tensione su lembo superiore soletta.
σ sol,i	[Mpa]	-8.4	Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: Aeff = beta^k * Ac,eff dove k = b_lorda / Le					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)				
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.				
		Anima	Pb sup	Pb inf
σ sup	[MPa]	-173.3	-177.4	244.6
σ inf	[Mpa]	239.7	-177.4	244.6
ε	[-]	0.814	0.814	0.814
ψ	[-]	-1.383	-	-
k	[-]	1.397	-	-
c int / t	[-]	127.3	14.6	19.6
c est / t	[-]	-	14.6	19.6
limite cl. 3	[-]	197.5	-	-
Classe pan.	[-]	3	1	1
Classe sezione	[-]	3		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298	
zG	[mm]	1415	711	326	326	326	697	711	326	
A	[mm ²]	103106	181633	311232	311232	311232	184433	181633	311232	
A n	[mm ²]	1.03E+20	3.14E+06	1.96E+06	1.96E+06	1.96E+06	3.08E+06	3.14E+06	1.96E+06	
J	[mm ⁴]	1.08E+11	2.27E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.93E+11	2.30E+11	2.27E+11	2.93E+11	
W sol,s	[mm ³]	-	-3.61E+09	-2.62E+09	-2.62E+09	-2.62E+09	-3.57E+09	-3.61E+09	-2.62E+09	
W arm,s	[mm ³]	-	-2.23E+08	-4.63E+08	-4.63E+08	-4.63E+08	-2.29E+08	-2.23E+08	-4.63E+08	
W pb,s	[mm ³]	-7.67E+07	-3.20E+08	-8.99E+08	-8.99E+08	-8.99E+08	-3.30E+08	-3.20E+08	-8.99E+08	
W an,s	[mm ³]	-7.81E+07	-3.31E+08	-9.74E+08	-9.74E+08	-9.74E+08	-3.42E+08	-3.31E+08	-9.74E+08	
W an,i	[mm ³]	9.39E+07	1.22E+08	1.31E+08	1.31E+08	1.31E+08	1.23E+08	1.22E+08	1.31E+08	
W pb,i	[mm ³]	9.15E+07	1.20E+08	1.29E+08	1.29E+08	1.29E+08	1.21E+08	1.20E+08	1.29E+08	
Δ baricentro	[mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	

TENSIONI NORMALI - VERIFICA												
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
σ sol,s	[MPa]	0.0	-2.5	-4.7	0.0	-0.1	1.3	0.0	0.0	-6.0	21.3	0.28
σ arm,s	[MPa]	0.0	-40.7	-26.8	0.0	-9.5	-50.1	0.0	0.0	-127.1	391.3	0.32
σ pb,s	[MPa]	-82.2	-29.0	-14.3	0.3	-8.4	-43.8	0.0	0.0	-177.4	338.1	0.52
σ an,s	[MPa]	-80.8	-28.1	-13.2	0.3	-8.3	-43.3	0.0	0.0	-173.3	338.1	0.51
σ an,i	[MPa]	66.4	69.1	91.0	2.7	1.6	8.9	0.0	0.0	239.7	338.1	0.71
σ pb,i	[MPa]	68.2	70.2	92.2	2.7	1.7	9.5	0.0	0.0	244.6	338.1	0.72

Tasso di sfruttamento η1

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

η_1 [-] **0.72**

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	1	2	
bw	[mm]	2545	531	2014	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	20	20	20	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	2700	2700	2700	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	1.20	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2009
bw / t	[-]	127.3	26.6	100.7	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κ_t	[-]	12.87	5.49	7.57	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	75.4	48.8	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	SI	NO	SI	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σ_E	[Mpa]	11.7	-	18.7	Tensione critica Euleriana
τ_{cr}	[Mpa]	150.9	-	141.6	Tensione tangenziale critica
λ_w	[-]	1.166	-	1.203	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi			Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	0.712			Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	6752			Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved	[kN]	-3188			Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	6752			Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	9936			Resistenza a taglio NTC2008 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η_3

η_3 [-] **0.47**

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = M_{ed}/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$

Mf,Rd	[kNm]	16308			Momento resistente dato dalle sole flange
Mel,Rd	[kNm]	45722			Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd	[-]	2.03			Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^*	[-]	0.47			Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO			Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^*	[-]	0.72			Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}

η_{VM} [-] **0.72**

TRAVE n°2 - η_1 MASSIMO

TR.2 - sez.12 - Combinazione n°1 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	TOT
Ned	[kN]	6	300	1262	-9	-1584	-3859	0	-3884
Med	[kNm]	6158	7721	11952	30	1038	4542	0	31441
Ved	[kN]	-715	-939	-944	-23	-1	-31	0	-2652
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0
ϵ_{sol}	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-05	3.46E-04	0.00E+00	0.00E+00

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

$\sigma_{sol,s}$	[Mpa]	-12.2	Tensione su lembo superiore soletta.
$\sigma_{sol,i}$	[Mpa]	-8.6	Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_{c,eff}$ dove $k = b_{lorda} / L_e$

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^*k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)

Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.

		Anima	Pb sup	Pb inf	
σ sup	[MPa]	-172.3	-176.4	252.1	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ inf	[Mpa]	247.2	-176.4	252.1	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ϵ	[-]	0.814	0.814	0.814	Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ	[-]	-1.435	-	-	Rapporto σ max / σ min
k	[-]	1.401	-	-	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t	[-]	127.3	14.6	19.6	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t	[-]	-	14.6	19.6	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3	[-]	206.1	-	-	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan.	[-]	3	1	1	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione	[-]	3			Classe della sezione

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)

		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E
n	[-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298
zG	[mm]	1415	848	460	460	460	835	848	460
A	[mm ²]	103106	158237	249224	249224	249224	160203	158237	249224
A n	[mm ²]	1.03E+20	2.74E+06	1.57E+06	1.57E+06	1.57E+06	2.67E+06	2.74E+06	1.57E+06
J	[mm ⁴]	1.08E+11	2.04E+11	2.70E+11	2.70E+11	2.70E+11	2.06E+11	2.04E+11	2.70E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-2.88E+09	-2.03E+09	-2.03E+09	-2.03E+09	-2.84E+09	-2.88E+09	-2.03E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-1.77E+08	-3.52E+08	-3.52E+08	-3.52E+08	-1.81E+08	-1.77E+08	-3.52E+08
W pb,s	[mm ³]	-7.67E+07	-2.41E+08	-5.87E+08	-5.87E+08	-5.87E+08	-2.47E+08	-2.41E+08	-5.87E+08
W an,s	[mm ³]	-7.81E+07	-2.48E+08	-6.21E+08	-6.21E+08	-6.21E+08	-2.55E+08	-2.48E+08	-6.21E+08
W an,i	[mm ³]	9.39E+07	1.19E+08	1.28E+08	1.28E+08	1.28E+08	1.19E+08	1.19E+08	1.28E+08
W pb,i	[mm ³]	9.15E+07	1.17E+08	1.26E+08	1.26E+08	1.26E+08	1.17E+08	1.17E+08	1.26E+08
Δ baricentro	[mm]	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA

		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	Ed	Rd	$\eta 1$
σ sol,s	[MPa]	0.0	-2.6	-5.1	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	-6.4	21.3	0.30
σ arm,s	[MPa]	0.0	-41.8	-28.9	-0.1	-9.3	-49.2	0.0	0.0	-129.2	391.3	0.33
σ pb,s	[MPa]	-80.3	-30.2	-15.3	-0.1	-8.1	-42.5	0.0	0.0	-176.4	338.1	0.52
σ an,s	[MPa]	-78.8	-29.2	-14.2	-0.1	-8.0	-41.9	0.0	0.0	-172.3	338.1	0.51
σ an,i	[MPa]	65.6	67.0	98.4	0.2	1.8	14.1	0.0	0.0	247.2	338.1	0.73
σ pb,i	[MPa]	67.3	68.2	99.8	0.2	1.9	14.8	0.0	0.0	252.1	338.1	0.75

Tasso di sfruttamento $\eta 1$

$\eta 1$ [-] **0.75**

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	1	2	
bw	[mm]	2545	531	2014	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	20	20	20	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	2700	2700	2700	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	1.20	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2009
bw / t	[-]	127.3	26.6	100.7	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
k_t	[-]	12.87	5.49	7.57	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	75.4	48.8	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	SI	NO	SI	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σE	[Mpa]	11.7	-	18.7	Tensione critica Euleriana
τ_{cr}	[Mpa]	150.9	-	141.6	Tensione tangenziale critica
λ_w	[-]	1.166	-	1.203	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi			Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	0.712			Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	6752			Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved [kN] -2652

Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

Vb,Rd [kN] 6752
Vc,Rd [kN] 9936

Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Resistenza a taglio NTC2008 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η_3

η_3 [-] **0.39**

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = M_{ed}/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$

Mf,Rd [kNm]	16308	Momento resistente dato dalle sole flange
MeI,Rd [kNm]	42163	Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd [-]	1.93	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^* [-]	0.39	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz. [-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^* [-]	0.75	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}

η_{VM} [-] **0.75**

TRAVE n°1 – η_3 MASSIMO

TR.1 - sez.3 - Combinazione n°28 (Tempo zero)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	TOT
Ned [kN]	-13	-65	-21	-2	2234	0	0	0	2132
Med [kNm]	-66	-86	-57	-12	-1152	0	0	0	-1372
Ved [kN]	-1159	-1547	-2035	-90	-2	0	0	0	-4833
Ted [kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϵ sol [-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-4.50E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

σ sol,s [Mpa]	1.6	Tensione su lembo superiore soletta.
σ sol,i [Mpa]	1.4	Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta [-]	Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$\beta \cdot k$ [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)

Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.

	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ sup [MPa]	5.2	33.5	5.2	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ inf [Mpa]	5.2	33.5	5.2	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ϵ [-]	0.814	0.814	0.814	Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ [-]	-	-	-	Rapporto $\sigma_{max} / \sigma_{min}$
k [-]	-	-	-	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t [-]	127.3	14.6	19.6	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t [-]	-	14.6	19.6	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3 [-]	-	-	-	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan. [-]	1	1	1	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione [-]	1			Classe della sezione

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E
n [-]	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15
zG [mm]	1415	1303	1303	1303	1303	1303	1303	1303
A [mm ²]	103106	110805	110805	110805	110805	110805	110805	110805
A n [mm ²]	1.03E+20	1.11E+20	1.11E+20	1.11E+20	1.11E+20	1.11E+20	1.11E+20	1.11E+20
J [mm ⁴]	1.08E+11	1.27E+11	1.27E+11	1.27E+11	1.27E+11	1.27E+11	1.27E+11	1.27E+11

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVI2105001</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

W sol,s [mm3]	-	-7.57E+22	-7.57E+22	-7.57E+22	-7.57E+22	-7.57E+22	-7.57E+22	-7.57E+22	-7.57E+22
W arm,s [mm3]	-	-7.91E+07	-7.91E+07	-7.91E+07	-7.91E+07	-7.91E+07	-7.91E+07	-7.91E+07	-7.91E+07
W pb,s [mm3]	-7.67E+07	-9.77E+07	-9.77E+07	-9.77E+07	-9.77E+07	-9.77E+07	-9.77E+07	-9.77E+07	-9.77E+07
W an,s [mm3]	-7.81E+07	-9.96E+07	-9.96E+07	-9.96E+07	-9.96E+07	-9.96E+07	-9.96E+07	-9.96E+07	-9.96E+07
W an,i [mm3]	9.39E+07	1.00E+08	1.00E+08	1.00E+08	1.00E+08	1.00E+08	1.00E+08	1.00E+08	1.00E+08
W pb,i [mm3]	9.15E+07	9.81E+07	9.81E+07	9.81E+07	9.81E+07	9.81E+07	9.81E+07	9.81E+07	9.81E+07
Δ baricentro [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA											
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
σ sol,s [MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.3	0.00
σ arm,s [MPa]	0.0	0.5	0.5	0.1	34.7	0.0	0.0	0.0	0.0	35.9	0.09
σ pb,s [MPa]	0.7	0.3	0.4	0.1	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.5	0.10
σ an,s [MPa]	0.7	0.3	0.4	0.1	31.7	0.0	0.0	0.0	0.0	33.2	0.10
σ an,i [MPa]	-0.8	-1.4	-0.8	-0.1	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	0.02
σ pb,i [MPa]	-0.9	-1.5	-0.8	-0.1	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	0.02
Tasso di sfruttamento η1											
η1 [-]	0.10										

VERIFICA SLU A TAGLIO					
Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima					
Pannello	ID	INTERO	1	2	
bw [mm]	2545	531	2014		Altezza pannello d'anima
t [mm]	20	20	20		Spessore pannello d'anima
a [mm]	2800	2800	2800		Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η [-]	1.20	1.20	1.20		Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2009
bw / t [-]	127.3	26.6	100.7		Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κt [-]	12.45	5.48	7.41		Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica [-]	74.2	48.8	48.8		Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica [-]	SI	NO	SI		È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σE [Mpa]	11.7	-	18.7		Tensione critica Euleriana
τcr [Mpa]	146.0	-	138.7		Tensione tangenziale critica
λw [-]	1.185	-	1.216		Snellezza adimensionale
end post [-]	Non rigidi				Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw [mm]	0.700				Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd [kN]	6642				Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande					
A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande					
Verifica a taglio					
Ved [kN]	-4833				Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd [kN]	6642				Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd [kN]	9936				Resistenza a taglio NTC2008 §4.2.4.1.2.4
Tasso di sfruttamento η3					
η3 [-]	0.73				

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO					
A favore di sicurezza al posto di Mpl,Rd è stato considerato Mel,Rd = Med/η1, per cui η1* = η1 .					
Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, η3* = η3					
Mf,Rd [kNm]	-16308				Momento resistente dato dalle sole flange
Mel,Rd [kNm]	-13861				Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd [-]	0.08				Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η3* [-]	0.73				Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz. [-]	NO				Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η1* [-]	0.10				Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione
Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η VM					
η VM [-]	0.73				

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

TRAVE n°2 – n3 MASSIMO

TR.2 - sez.3 - Combinazione n°4 (Tempo infinito)

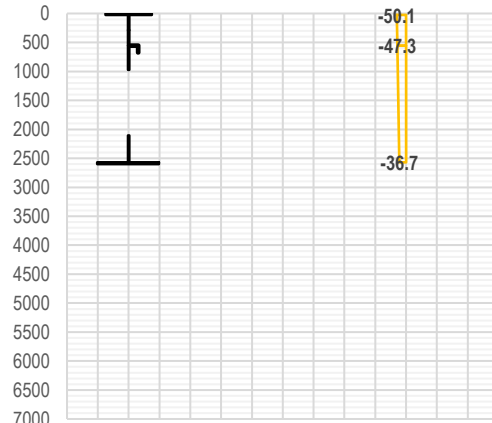
SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-12	49	-1469	-134	-1555	-3819	0	0	-6939
Med	[kNm]	-40	29	-3599	-330	840	3575	0	0	1222
Ved	[kN]	-1069	-1301	-2645	-50	-2	-206	0	0	-5273
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-05	3.46E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE			
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni			
σ sol,s	[Mpa]	-3.7	Tensione su lembo superiore soletta.
σ sol,i	[Mpa]	-4.0	Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b \cdot l_{ord} / L_e$					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)				
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.				
		Anima	Pb sup	Pb inf
σ sup	[MPa]	-46.2	-46.4	-23.9
σ inf	[Mpa]	-24.1	-46.4	-23.9
ε	[-]	0.814	0.814	0.814
ψ	[-]	0.522	-	1.000
k	[-]	2.705	-	3.765
c int / t	[-]	127.3	14.6	16.3
c est / t	[-]	-	14.6	16.3
limite cl. 3	[-]	109.7	-	42.9
Classe pan.	[-]	4	1	3
Classe sezione	[-]	4		

INSTABILITA' LOCALE DEI SOTTOPANNELLI D'ANIMA. CALCOLO DELLE PORZIONI EFFICACI			
Pannello	ID	1	2
t	[mm]	20	20
a	[mm]	2800	2800
b	[mm]	531	2014
z sup	[mm]	25	556
z inf	[mm]	556	2570
σ sup	[MPa]	-50.1	-47.3
σ inf	[MPa]	-47.3	-36.7
ψ	[-]	0.944	0.774
κσ	[-]	4.113	4.495
σ cr,p	[MPa]	1107.4	84.1
λp	[-]	0.567	2.056
ρ loc	[-]	1.000	0.437
σ cr,c	[MPa]	9.7	9.7
λc	[-]	6.055	6.055
Φ	[-]	19.445	19.445
χc	[-]	0.026	0.026
ξ	[-]	1.000	1.000
ρc loc	[-]	1.000	0.437
bt	[mm]	0	0
bc,sup	[mm]	262	953
bc,inf	[mm]	269	1061
bc,eff,sup	[mm]	262	417
bc,eff,inf	[mm]	269	464



GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

h foro [mm] **0** **1133**
z foro [mm] **287** **1539**

INSTABILITÀ DEL PANNELLO D'ANIMA IRRIGIDITO

Calcolo della tensione critica di piastra e del coefficiente di instabilità a piastra del pannello irrigidito

Irrig. $\sigma < 0$	ID	1
A sl [mm ²]		27904
J sl [mm ⁴]	50522253	
b1 [mm]		531
b2 [mm]		2014
a c [mm]		5620
$\sigma_{cr,p,sl}$ [MPa]		507.9
$\sigma_{cr,p}$ [MPa]		538.1
$\sigma_{cr,p,min}$ [MPa]		538.1
$\beta_{A,c}$ [-]		0.616
λ_p [-]		0.637
ψ [-]		0.731
ρ [-]		1.000

Calcolo della tensione critica di colonna e del coefficiente di instabilità a colonna del pannello irrigidito

Irrig. σ_{max}	ID	1
$\sigma_{cr,c,sl}$ [MPa]		478.6
$\sigma_{cr,c}$ [MPa]		507.1
α_e [-]		0.709
λ_c [-]		0.656
Φ [-]		0.877
χ_c [-]		0.685

Influenza dell'instabilità a colonna sul comportamento post-critico. Interazione tra instabilità di piastra e di colonna

ξ [-]		0.061
ρ_c [-]		0.723

INSTABILITÀ LOCALE DELLE PIATTABANDE

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est	
t [mm]	25	25	30	30		Spessore piattabanda
b [mm]	365	365	490	490		Larghezza piattabanda
λ_p [-]	-	-	-	-		Snellezza adimensionale per $\Psi=1$
ρ [-]	1.000	1.000	1.000	1.000		Coefficiente riduttivo per instabilità locale

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E
n [-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298
zG [mm]	1440	726	345	345	345	712	726	345
A [mm ²]	75677	133226	224213	224213	224213	135192	133226	224213
A n [mm ²]	7.57E+19	2.31E+06	1.41E+06	1.41E+06	1.41E+06	2.26E+06	2.31E+06	1.41E+06
J [mm ⁴]	1.05E+11	1.94E+11	2.43E+11	2.43E+11	2.43E+11	1.96E+11	1.94E+11	2.43E+11
W sol,s [mm ³]	-	-3.05E+09	-2.12E+09	-2.12E+09	-2.12E+09	-3.00E+09	-3.05E+09	-2.12E+09
W arm,s [mm ³]	-	-1.88E+08	-3.73E+08	-3.73E+08	-3.73E+08	-1.92E+08	-1.88E+08	-3.73E+08
W pb,s [mm ³]	-7.26E+07	-2.68E+08	-7.05E+08	-7.05E+08	-7.05E+08	-2.75E+08	-2.68E+08	-7.05E+08
W an,s [mm ³]	-7.39E+07	-2.77E+08	-7.60E+08	-7.60E+08	-7.60E+08	-2.85E+08	-2.77E+08	-7.60E+08
W an,i [mm ³]	9.25E+07	1.05E+08	1.09E+08	1.09E+08	1.09E+08	1.06E+08	1.05E+08	1.09E+08
W pb,i [mm ³]	9.02E+07	1.04E+08	1.08E+08	1.08E+08	1.08E+08	1.04E+08	1.04E+08	1.08E+08
Δ baricentro [mm]	25	-106	-109	-109	-109	-107	-106	-109

TENSIONI NORMALI - VERIFICA

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rd	η_1
$\sigma_{sol,s}$ [MPa]	0.0	0.0	0.7	0.1	0.0	1.5	0.0	0.0	2.2	21.3	0.10
$\sigma_{arm,s}$ [MPa]	0.0	0.2	3.1	0.3	-9.2	-46.8	0.0	0.0	-52.4	391.3	0.13
$\sigma_{pb,s}$ [MPa]	0.4	0.3	-1.4	-0.1	-8.1	-41.2	0.0	0.0	-50.3	338.1	0.15
$\sigma_{an,s}$ [MPa]	0.4	0.3	-1.8	-0.2	-8.0	-40.8	0.0	0.0	-50.2	338.1	0.15
$\sigma_{an,i}$ [MPa]	-0.6	0.6	-39.5	-3.6	0.8	5.6	0.0	0.0	-36.7	338.1	0.11
$\sigma_{pb,i}$ [MPa]	-0.6	0.7	-40.0	-3.7	0.9	6.2	0.0	0.0	-36.5	338.1	0.11

Tasso di sfruttamento η_1

η_1 [-] **0.15**

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	1	2
----------	----	--------	---	---

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

bw	[mm]	2545	531	2014	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	20	20	20	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	2800	2800	2800	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	1.20	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2009
bw / t	[-]	127.3	26.6	100.7	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
$k\tau$	[-]	12.45	5.48	7.41	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	74.2	48.8	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	SI	NO	SI	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σE	[Mpa]	11.7	-	18.7	Tensione critica Euleriana
τ_{cr}	[Mpa]	146.0	-	138.7	Tensione tangenziale critica
λ_w	[-]	1.185	-	1.216	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi			Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	0.700			Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	6642			Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved	[kN]	-5273	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	6642	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	9936	Resistenza a taglio NTC2008 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η_3

η_3 [-] **0.79**

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = M_{ed}/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$

Mf,Rd	[kNm]	16308	Momento resistente dato dalle sole flange
Mel,Rd	[kNm]	8218	Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd	[-]	0.07	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^*	[-]	0.79	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^*	[-]	0.15	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}

η_{VM} [-] **0.79**

B.2 Verifiche del concio "sezione tipo 2"

TRAVE n°1 - η_1 MASSIMO

TR.1 - sez.24 - Combinazione n°1 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE

		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	TOT
Ned	[kN]	-35	-544	-485	328	-2190	-5325	0	0	-8250
Med	[kNm]	10142	14046	18785	301	1388	5615	0	0	50277
Ved	[kN]	-242	-383	-449	-20	0	1	0	0	-1094
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϵ sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-05	3.46E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

$\sigma_{sol,s}$	[Mpa]	-14.7	Tensione su lembo superiore soletta.
$\sigma_{sol,i}$	[Mpa]	-10.6	Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
----------	----	---------	---------	---------	---------

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)

Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.

	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ sup [MPa]	-229.1	-235.0	276.3	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ inf [Mpa]	266.4	-235.0	276.3	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ϵ [-]	0.814	0.814	0.838	Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ [-]	-1.163	-	-	Rapporto $\sigma_{max} / \sigma_{min}$
k [-]	1.215	-	-	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t [-]	140.0	12.2	16.4	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t [-]	-	12.2	16.4	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3 [-]	142.9	-	-	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan. [-]	3	1	1	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione [-]	3			Classe della sezione

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E
n [-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298
zG [mm]	1563	862	437	437	437	847	862	437
A [mm ²]	121316	200504	331195	331195	331195	203328	200504	331195
A n [mm ²]	1.21E+20	3.47E+06	2.09E+06	2.09E+06	2.09E+06	3.39E+06	3.47E+06	2.09E+06
J [mm ⁴]	1.36E+11	2.88E+11	3.80E+11	3.80E+11	3.80E+11	2.91E+11	2.88E+11	3.80E+11
W sol,s [mm ³]	-	-4.02E+09	-2.94E+09	-2.94E+09	-2.94E+09	-3.96E+09	-4.02E+09	-2.94E+09
W arm,s [mm ³]	-	-2.46E+08	-5.11E+08	-5.11E+08	-5.11E+08	-2.52E+08	-2.46E+08	-5.11E+08
W pb,s [mm ³]	-8.69E+07	-3.34E+08	-8.70E+08	-8.70E+08	-8.70E+08	-3.44E+08	-3.34E+08	-8.70E+08
W an,s [mm ³]	-8.86E+07	-3.46E+08	-9.34E+08	-9.34E+08	-9.34E+08	-3.56E+08	-3.46E+08	-9.34E+08
W an,i [mm ³]	1.38E+08	1.70E+08	1.80E+08	1.80E+08	1.80E+08	1.71E+08	1.70E+08	1.80E+08
W pb,i [mm ³]	1.31E+08	1.65E+08	1.76E+08	1.76E+08	1.76E+08	1.66E+08	1.65E+08	1.76E+08
Δ baricentro [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rd	η_1
σ sol,s [MPa]	0.0	-3.7	-6.6	0.1	0.0	1.4	0.0	0.0	-8.9	21.3	0.42
σ arm,s [MPa]	0.0	-59.8	-38.2	0.4	-9.3	-48.5	0.0	0.0	-155.3	391.3	0.40
σ pb,s [MPa]	-117.1	-44.8	-23.1	0.6	-8.2	-42.5	0.0	0.0	-235.0	338.1	0.70
σ an,s [MPa]	-114.8	-43.3	-21.6	0.7	-8.1	-42.0	0.0	0.0	-229.1	338.1	0.68
σ an,i [MPa]	73.4	79.7	102.9	2.7	1.1	6.7	0.0	0.0	266.4	338.1	0.79
σ pb,i [MPa]	77.1	82.2	105.3	2.7	1.3	7.7	0.0	0.0	276.3	319.0	0.87

Tasso di sfruttamento η_1

η_1 [-]	0.87
--------------	-------------

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	1	2	
bw [mm]	2520	526	1994		Altezza pannello d'anima
t [mm]	18	18	18		Spessore pannello d'anima
a [mm]	2700	2700	2700		Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η [-]	1.20	1.20	1.20		Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2009
bw / t [-]	140.0	29.2	110.8		Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
kt [-]	13.11	5.49	7.52		Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica [-]	76.1	48.8	48.8		Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica [-]	SI	NO	SI		È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σ_E [Mpa]	9.7	-	15.5		Tensione critica Euleriana
τ_{cr} [Mpa]	127.0	-	116.3		Tensione tangenziale critica
λ_w [-]	1.271	-	1.328		Snellezza adimensionale
end post [-]	Non rigidi				Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw [mm]	0.653				Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd [kN]	5520				Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved [kN]	-1094	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd [kN]	5520	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Vc,rd [kN]	8854	Resistenza a taglio NTC2008 §4.2.4.1.2.4
Tasso di sfruttamento η_3		
η_3 [-]	0.20	

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO		
A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = M_{ed}/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.		
Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$		
Mf,Rd [kNm]	19474	Momento resistente dato dalle sole flange
MeI,Rd [kNm]	58059	Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd [-]	2.58	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^* [-]	0.20	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz. [-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^* [-]	0.87	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione
Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}		
η_{VM} [-]	0.87	

TRAVE n°2 - η_1 MASSIMO

TR.2 - sez.24 - Combinazione n°1 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	TOT
Ned [kN]		13	490	1418	81	-1599	-3981	0	0	-3578
Med [kNm]		10055	12470	17064	124	1262	5132	0	0	46107
Ved [kN]		-241	-350	-229	-5	0	-1	0	0	-825
Ted [kNm]		0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϵ_{sol} [-]		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-05	3.46E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE		
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni		
$\sigma_{sol,s}$ [Mpa]	-15.0	Tensione su lembo superiore soletta.
$\sigma_{sol,i}$ [Mpa]	-10.9	Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta [-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, dove $k = b_{lorda} / L_e$					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)				
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.				
	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ_{sup} [MPa]	-230.1	-236.0	273.3	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ_{inf} [Mpa]	263.5	-236.0	273.3	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ϵ [-]	0.814	0.814	0.838	Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ [-]	-1.145	-	-	Rapporto $\sigma_{max} / \sigma_{min}$
k [-]	1.212	-	-	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t [-]	140.0	12.2	16.4	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t [-]	-	12.2	16.4	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3 [-]	140.4	-	-	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan. [-]	3	1	1	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione [-]	3			Classe della sezione

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)									
		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E
n [-]		1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298
zG [mm]		1563	1008	593	593	593	995	1008	593
A [mm ²]		121316	176447	267434	267434	267434	178413	176447	267434
A n [mm ²]		1.21E+20	3.05E+06	1.68E+06	1.68E+06	1.68E+06	2.98E+06	3.05E+06	1.68E+06
J [mm ⁴]		1.36E+11	2.56E+11	3.46E+11	3.46E+11	3.46E+11	2.59E+11	2.56E+11	3.46E+11
W sol,s [mm ³]		-	-3.20E+09	-2.25E+09	-2.25E+09	-2.25E+09	-3.15E+09	-3.20E+09	-2.25E+09

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVI2105001</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

W arm,s [mm3]	-	-1.95E+08	-3.85E+08	-3.85E+08	-3.85E+08	-1.99E+08	-1.95E+08	-3.85E+08
W pb,s [mm3]	-8.69E+07	-2.54E+08	-5.85E+08	-5.85E+08	-5.85E+08	-2.60E+08	-2.54E+08	-5.85E+08
W an,s [mm3]	-8.86E+07	-2.62E+08	-6.16E+08	-6.16E+08	-6.16E+08	-2.68E+08	-2.62E+08	-6.16E+08
W an,i [mm3]	1.38E+08	1.66E+08	1.77E+08	1.77E+08	1.77E+08	1.66E+08	1.66E+08	1.77E+08
W pb,i [mm3]	1.31E+08	1.61E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.61E+08	1.61E+08	1.73E+08
Δ baricentro [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA												
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1	
σ sol,s [MPa]	0.0	-3.7	-6.7	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	-9.1	21.3	0.43	
σ arm,s [MPa]	0.0	-61.3	-39.0	0.0	-9.3	-48.1	0.0	0.0	-157.7	391.3	0.40	
σ pb,s [MPa]	-115.7	-46.4	-23.9	0.1	-8.1	-42.0	0.0	0.0	-236.0	338.1	0.70	
σ an,s [MPa]	-113.4	-44.9	-22.4	0.1	-8.0	-41.4	0.0	0.0	-230.1	338.1	0.68	
σ an,i [MPa]	73.2	77.9	101.7	1.0	1.2	8.5	0.0	0.0	263.5	338.1	0.78	
σ pb,i [MPa]	76.9	80.4	104.2	1.0	1.3	9.5	0.0	0.0	273.3	319.0	0.86	
Tasso di sfruttamento η1												
η1 [-]	0.86											

VERIFICA SLU A TAGLIO					
Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima					
Pannello	ID	INTERO	1	2	
bw	[mm]	2520	526	1994	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	18	18	18	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	2700	2700	2700	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	1.20	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2009
bw / t	[-]	140.0	29.2	110.8	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κt	[-]	13.11	5.49	7.52	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	76.1	48.8	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	SI	NO	SI	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σE	[Mpa]	9.7	-	15.5	Tensione critica Euleriana
τcr	[Mpa]	127.0	-	116.3	Tensione tangenziale critica
λw	[-]	1.271	-	1.328	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi			Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	0.653			Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	5520			Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande					
A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande					
Verifica a taglio					
Ved	[kN]	-825			Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	5520			Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	8854			Resistenza a taglio NTC2008 §4.2.4.1.2.4
Tasso di sfruttamento η3					
η3 [-]	0.15				

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO					
A favore di sicurezza al posto di Mpl,Rd è stato considerato Mel,Rd = Med/η1, per cui η1* = η1 .					
Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, η3* = η3					
Mf,Rd	[kNm]	19474			Momento resistente dato dalle sole flange
Mel,Rd	[kNm]	53821			Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd	[-]	2.37			Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η3*	[-]	0.15			Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO			Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η1*	[-]	0.86			Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione
Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η VM					
η VM [-]	0.86				

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

TRAVE n°1 – η3 MASSIMO

TR.1 - sez.13 - Combinazione n°28 (Tempo zero)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-40	-368	-200	225	2202	0	0	0	1820
Med	[kNm]	6281	8761	11018	222	-1392	0	0	0	24889
Ved	[kN]	-733	-933	-1393	-42	-1	0	0	0	-3102
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-4.50E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE												
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni												
σ sol,s	[Mpa]	-5.5	Tensione su lembo superiore soletta.									
σ sol,i	[Mpa]	-2.9	Tensione su lembo inferiore soletta.									
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata									
EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE												
Criterio di calcolo elastoplastico: Aeff = beta^k * Ac,eff dove k = b_lorda / Le												
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est							
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000							
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000							
CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)												
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.												
		Anima	Pb sup	Pb inf								
σ sup	[MPa]	-85.7	-88.6	159.1	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello							
σ inf	[Mpa]	154.4	-88.6	159.1	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello							
ε	[-]	0.814	0.814	0.838	Coefficiente pari a (235 / fyk)^0.5							
ψ	[-]	-1.800	-	-	Rapporto σ max / σ min							
k	[-]	1.986	-	-	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a (fyd / σc)^0.5							
c int / t	[-]	140.0	12.2	16.4	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)							
c est / t	[-]	-	12.2	16.4	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)							
limite cl. 3	[-]	376.4	-	-	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4							
Classe pan.	[-]	3	1	1	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)							
Classe sezione	[-]	3	Classe della sezione									
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)												
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E			
n	[-]	1E+15	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298			
zG	[mm]	1563	441	441	441	441	441	441	441			
A	[mm ²]	121316	329442	329442	329442	329442	329442	329442	329442			
A n	[mm ²]	1.21E+20	2.07E+06	2.07E+06	2.07E+06	2.07E+06	2.07E+06	2.07E+06	2.07E+06			
J	[mm ⁴]	1.36E+11	3.80E+11	3.80E+11	3.80E+11	3.80E+11	3.80E+11	3.80E+11	3.80E+11			
W sol,s	[mm ³]	-	-2.92E+09	-2.92E+09	-2.92E+09	-2.92E+09	-2.92E+09	-2.92E+09	-2.92E+09			
W arm,s	[mm ³]	-	-5.08E+08	-5.08E+08	-5.08E+08	-5.08E+08	-5.08E+08	-5.08E+08	-5.08E+08			
W pb,s	[mm ³]	-8.69E+07	-8.61E+08	-8.61E+08	-8.61E+08	-8.61E+08	-8.61E+08	-8.61E+08	-8.61E+08			
W an,s	[mm ³]	-8.86E+07	-9.24E+08	-9.24E+08	-9.24E+08	-9.24E+08	-9.24E+08	-9.24E+08	-9.24E+08			
W an,i	[mm ³]	1.38E+08	1.80E+08	1.80E+08	1.80E+08	1.80E+08	1.80E+08	1.80E+08	1.80E+08			
W pb,i	[mm ³]	1.31E+08	1.76E+08	1.76E+08	1.76E+08	1.76E+08	1.76E+08	1.76E+08	1.76E+08			
Δ baricentro	[mm]	0	0	0	0	0	0	0	0			
TENSIONI NORMALI - VERIFICA												
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
σ sol,s	[MPa]	0.0	-3.2	-3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.0	21.3	0.33
σ arm,s	[MPa]	0.0	-18.4	-22.3	0.2	9.4	0.0	0.0	0.0	-31.0	391.3	0.08
σ pb,s	[MPa]	-72.6	-11.3	-13.4	0.4	8.3	0.0	0.0	0.0	-88.6	338.1	0.26
σ an,s	[MPa]	-71.2	-10.6	-12.5	0.4	8.2	0.0	0.0	0.0	-85.7	338.1	0.25
σ an,i	[MPa]	45.3	47.6	60.6	1.9	-1.0	0.0	0.0	0.0	154.4	338.1	0.46
σ pb,i	[MPa]	47.6	48.7	62.1	1.9	-1.2	0.0	0.0	0.0	159.1	319.0	0.50
Tasso di sfruttamento η1												
η1	[-]	0.50										

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	1	2	
bw	[mm]	2520	526	1994	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	18	18	18	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	2700	2700	2700	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	1.20	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2009
bw / t	[-]	140.0	29.2	110.8	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
kt	[-]	13.11	5.49	7.52	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	76.1	48.8	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	SI	NO	SI	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σ_E	[Mpa]	9.7	-	15.5	Tensione critica Euleriana
τ_{cr}	[Mpa]	127.0	-	116.3	Tensione tangenziale critica
λ_w	[-]	1.271	-	1.328	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi			Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	0.653			Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	5520			Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved	[kN]	-3102			Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	5520			Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	8854			Resistenza a taglio NTC2008 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η_3

η_3 [-] **0.56**

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = M_{ed}/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$

Mf,Rd	[kNm]	19474			Momento resistente dato dalle sole flange
Mel,Rd	[kNm]	49905			Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd	[-]	1.28			Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^*	[-]	0.56			Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	SI			Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^*	[-]	0.50			Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}

η_{VM} [-] **0.56**

TRAVE n°2 – η_3 MASSIMO

TR.2 - sez.13 - Combinazione n°4 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	TOT
Ned	[kN]	6	326	-581	5	-1587	-3863	0	-5695
Med	[kNm]	6157	7638	7041	19	1258	5214	0	27289
Ved	[kN]	-715	-851	-1773	-16	-1	-20	0	-3376
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0
ϵ sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-05	3.46E-04	0.00E+00	0.00E+00

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

$\sigma_{sol,s}$	[Mpa]	-10.3			Tensione su lembo superiore soletta.
$\sigma_{sol,i}$	[Mpa]	-8.1			Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta	[-]	Non Fess			Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta^k * A_c$, dove $k = b_{lorda} / L_e$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA		
			
	Progetto	Lotto	Codifica
	IN17	12	EI2CLVI2105001
			B

β^k [-] 1.000 1.000 1.000 1.000

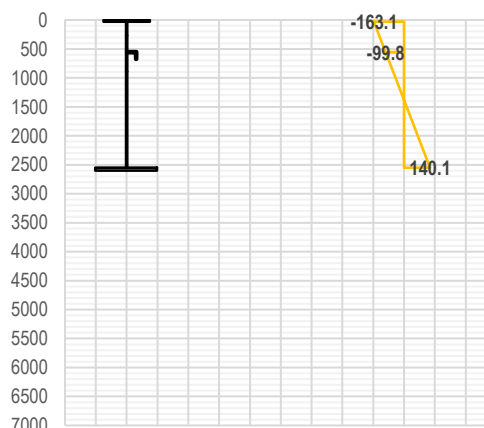
CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)

Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.

	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ sup [MPa]	-159.4	-163.0	147.0	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ inf [MPa]	141.0	-163.0	147.0	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ϵ [-]	0.814	0.814	0.838	Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ [-]	-0.885	-	-	Rapporto $\sigma_{max} / \sigma_{min}$
k [-]	1.456	-	-	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t [-]	140.0	12.2	16.4	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t [-]	-	12.2	16.4	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3 [-]	131.7	-	-	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan. [-]	4	1	1	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione [-]	4			Classe della sezione

INSTABILITÀ LOCALE DEI SOTTOPANNELLI D'ANIMA. CALCOLO DELLE PORZIONI EFFICACI

Pannello	ID	1	2
t [mm]		18	18
a [mm]		2700	2700
b [mm]		526	1994
z sup [mm]		30	556
z inf [mm]		556	2550
σ sup [MPa]		-163.1	-99.8
σ inf [MPa]		-99.8	140.1
ψ [-]		0.612	-1.403
$k\sigma$ [-]		4.934	34.529
$\sigma_{cr,p}$ [MPa]		1096.6	534.0
λ_p [-]		0.569	0.816
ρ_{loc} [-]		1.000	1.000
$\sigma_{cr,c}$ [MPa]		8.4	8.4
λ_c [-]		6.487	6.487
Φ [-]		22.202	22.202
χ_c [-]		0.023	0.023
ξ [-]		1.000	1.000
$\rho_{c,loc}$ [-]		1.000	1.000
bt [mm]		0	1164
bc,sup [mm]		240	332
bc,inf [mm]		286	498
bc,eff,sup [mm]		240	332
bc,eff,inf [mm]		286	498
h foro [mm]		0	0
z foro [mm]		270	888



INSTABILITÀ DEL PANNELLO D'ANIMA IRRIGIDITO

Calcolo della tensione critica di piastra e del coefficiente di instabilità a piastra del pannello irrigidito

Irrig. $\sigma < 0$	ID	1
A sl [mm ²]		14583
J sl [mm ⁴]		43937905
b1 [mm]		526
b2 [mm]		1994
a c [mm]		5831
$\sigma_{cr,p,sl}$ [MPa]		895.6
$\sigma_{cr,p}$ [MPa]		1463.4
$\sigma_{cr,p,min}$ [MPa]		1463.4
$\beta_{A,c}$ [-]		1.000
λ_p [-]		0.493
ψ [-]		-0.859
ρ [-]		1.000

Calcolo della tensione critica di colonna e del coefficiente di instabilità a colonna del pannello irrigidito

Irrig. σ_{max}	ID	1
$\sigma_{cr,c,sl}$ [MPa]		856.6
$\sigma_{cr,c}$ [MPa]		1399.6
α_e [-]		0.636
λ_c [-]		0.504

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA		
			
	Progetto	Lotto	Codifica
	IN17	12	EI2CLVI2105001
			B

Φ [-] 0.723
 χc [-] 0.805

Influenza dell'instabilità a colonna sul comportamento post-critico. Interazione tra instabilità di piastra e di colonna

ξ [-] 0.046
 ρc [-] **0.822**

INSTABILITÀ LOCALE DELLE PIATTABANDE

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est	
t	[mm]	30	30	50	50	Spessore piattabanda
b	[mm]	366	366	491	491	Larghezza piattabanda
λp	[-]	-	-	-	-	Snellezza adimensionale per $\Psi=1$
ρ	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000	Coefficiente riduttivo per instabilità locale

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)

	g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	
n	[-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298
zG	[mm]	1590	1018	595	595	595	1004	1018	595
A	[mm ²]	118721	173852	264839	264839	264839	175818	173852	264839
A n	[mm ²]	1.19E+20	3.01E+06	1.67E+06	1.67E+06	1.67E+06	2.93E+06	3.01E+06	1.67E+06
J	[mm ⁴]	1.33E+11	2.56E+11	3.47E+11	3.47E+11	3.47E+11	2.59E+11	2.56E+11	3.47E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-3.17E+09	-2.25E+09	-2.25E+09	-2.25E+09	-3.12E+09	-3.17E+09	-2.25E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-1.93E+08	-3.85E+08	-3.85E+08	-3.85E+08	-1.97E+08	-1.93E+08	-3.85E+08
W pb,s	[mm ³]	-8.36E+07	-2.51E+08	-5.84E+08	-5.84E+08	-5.84E+08	-2.58E+08	-2.51E+08	-5.84E+08
W an,s	[mm ³]	-8.52E+07	-2.59E+08	-6.15E+08	-6.15E+08	-6.15E+08	-2.65E+08	-2.59E+08	-6.15E+08
W an,i	[mm ³]	1.38E+08	1.67E+08	1.78E+08	1.78E+08	1.78E+08	1.67E+08	1.67E+08	1.78E+08
W pb,i	[mm ³]	1.32E+08	1.62E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.73E+08	1.62E+08	1.62E+08	1.73E+08
Δ baricentro	[mm]	27	10	2	2	2	10	10	2

TENSIONI NORMALI - VERIFICA

	g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	Ed	Rd	$\eta 1$
σ sol,s [MPa]	0.0	-2.3	-3.5	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	-4.4	21.3	0.21
σ arm,s [MPa]	0.0	-37.7	-20.5	0.0	-9.3	-48.4	0.0	0.0	-115.9	391.3	0.30
σ pb,s [MPa]	-73.6	-28.5	-14.3	0.0	-8.1	-42.2	0.0	0.0	-166.8	338.1	0.49
σ an,s [MPa]	-72.3	-27.6	-13.7	0.0	-8.0	-41.6	0.0	0.0	-163.2	338.1	0.48
σ an,i [MPa]	44.5	47.6	37.5	0.1	1.1	9.2	0.0	0.0	140.0	338.1	0.41
σ pb,i [MPa]	46.9	49.1	38.5	0.1	1.3	10.2	0.0	0.0	146.0	319.0	0.46

Tasso di sfruttamento $\eta 1$

$\eta 1$ [-] **0.49**

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	1	2	
bw	[mm]	2520	526	1994	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	18	18	18	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	2700	2700	2700	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	1.20	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2009
bw / t	[-]	140.0	29.2	110.8	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κt	[-]	13.11	5.49	7.52	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	76.1	48.8	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	SI	NO	SI	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σE	[Mpa]	9.7	-	15.5	Tensione critica Euleriana
τcr	[Mpa]	127.0	-	116.3	Tensione tangenziale critica
λw	[-]	1.271	-	1.328	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi			Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	0.653			Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	5520			Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved [kN] -3376 Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd [kN] 5520 Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd [kN] 8854 Resistenza a taglio NTC2008 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento $\eta 3$

$\eta 3$ [-] **0.61**

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = M_{ed}/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$

$M_{f,Rd}$ [kNm]	19474	Momento resistente dato dalle sole flange
$M_{el,Rd}$ [kNm]	55306	Momento resistente elastico della sezione
Med / $M_{f,Rd}$ [-]	1.40	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^* [-]	0.61	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	SI	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^* [-]	0.49	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione
Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}		
η_{VM} [-]	0.61	

B.3 Verifiche del concio "sezione tipo 3"

TRAVE n°1 - η_1 MASSIMO

TR.1 - sez.31 - Combinazione n°1 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	TOT
Ned [kN]	-29	-569	-548	356	-2188	-5310	0	0	-8288
Med [kNm]	10625	14751	19531	299	1471	5994	0	0	52641
Ved [kN]	-6	49	176	0	0	3	0	0	222
Ted [kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϵ_{sol} [-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-05	3.46E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

$\sigma_{sol,s}$ [Mpa]	-15.0	Tensione su lembo superiore soletta.
$\sigma_{sol,i}$ [Mpa]	-11.0	Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta [-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta^k \cdot A_c$, dove $k = b_{lorda} / L_e$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

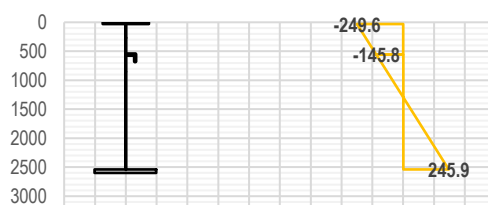
CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)

Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.

	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ_{sup} [MPa]	-245.1	-251.0	258.5	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ_{inf} [Mpa]	246.8	-251.0	258.5	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ϵ [-]	0.814	0.814	0.838	Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ [-]	-1.007	-	-	Rapporto $\sigma_{max} / \sigma_{min}$
k [-]	1.175	-	-	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t [-]	179.3	12.3	16.4	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t [-]	-	12.3	16.4	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3 [-]	119.3	-	-	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan. [-]	4	1	1	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione [-]	4			Classe della sezione

INSTABILITA' LOCALE DEI SOTTOPANNELLI D'ANIMA. CALCOLO DELLE PORZIONI EFFICACI

Pannello	ID	1	2
t	[mm]	14	14
a	[mm]	2700	2700
b	[mm]	526	1984
z sup	[mm]	30	556



GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

z inf	[mm]	556	2540
σ sup	[MPa]	-249.6	-145.8
σ inf	[MPa]	-145.8	245.9
ψ	[-]	0.584	-1.687
$\kappa\alpha$	[-]	5.018	43.168
σ cr,p	[MPa]	674.7	408.0
λp	[-]	0.726	0.933
ρ loc	[-]	1.000	0.988
σ cr,c	[MPa]	5.1	5.1
λc	[-]	8.341	8.341
Φ	[-]	36.138	36.138
χc	[-]	0.014	0.014
ξ	[-]	1.000	1.000
ρc loc	[-]	1.000	0.988
bt	[mm]	0	1246
bc,sup	[mm]	238	295
bc,inf	[mm]	288	443
bc,eff,sup	[mm]	238	292
bc,eff,inf	[mm]	288	438
h foro	[mm]	0	9
z foro	[mm]	268	852

INSTABILITÀ DEL PANNELLO D'ANIMA IRRIGIDITO

Calcolo della tensione critica di piastra e del coefficiente di instabilità a piastra del pannello irrigidito

Irrig. $\sigma < 0$	ID	1
A sl	[mm ²]	11620
J sl	[mm ⁴]	39781517
b1	[mm]	526
b2	[mm]	1984
a c	[mm]	6857
σ cr,p,sl	[MPa]	996.5
σ cr,p	[MPa]	1706.4
σ cr,p,min	[MPa]	1706.4
β A,c	[-]	0.996
λp	[-]	0.455
ψ	[-]	-0.985
ρ	[-]	1.000

Calcolo della tensione critica di colonna e del coefficiente di instabilità a colonna del pannello irrigidito

Irrig. σ_{max}	ID	1
σ cr,c,sl	[MPa]	973.3
σ cr,c	[MPa]	1666.7
αe	[-]	0.614
λc	[-]	0.461
Φ	[-]	0.686
χc	[-]	0.837

Influenza dell'instabilità a colonna sul comportamento post-critico. Interazione tra instabilità di piastra e di colonna

ξ	[-]	0.024
ρc	[-]	0.845

INSTABILITÀ LOCALE DELLE PIATTABANDE

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est	
t	[mm]	30	30	60	60	Spessore piattabanda
b	[mm]	368	368	493	493	Larghezza piattabanda
λp	[-]	-	-	-	-	Snellezza adimensionale per $\Psi=1$
ρ	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000	Coefficiente riduttivo per instabilità locale

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)

	g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	
n	[-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298
zG	[mm]	1686	928	475	475	475	912	928	475
A	[mm ²]	119179	198368	329058	329058	329058	201191	198368	329058
A n	[mm ²]	1.19E+20	3.43E+06	2.07E+06	2.07E+06	2.07E+06	3.36E+06	3.43E+06	2.07E+06
J	[mm ⁴]	1.35E+11	3.08E+11	4.12E+11	4.12E+11	4.12E+11	3.11E+11	3.08E+11	4.12E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-4.08E+09	-3.04E+09	-3.04E+09	-3.04E+09	-4.03E+09	-4.08E+09	-3.04E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-2.49E+08	-5.27E+08	-5.27E+08	-5.27E+08	-2.55E+08	-2.49E+08	-5.27E+08
W pb,s	[mm ³]	-8.02E+07	-3.31E+08	-8.67E+08	-8.67E+08	-8.67E+08	-3.41E+08	-3.31E+08	-8.67E+08

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA							
					Progetto	Lotto	Codifica					
					IN17	12	EI2CLVI2105001		B			

W an,s [mm3]	-8.17E+07	-3.43E+08	-9.26E+08	-9.26E+08	-9.26E+08	-3.53E+08	-3.43E+08	-9.26E+08				
W an,i [mm3]	1.58E+08	1.91E+08	1.99E+08	1.99E+08	1.99E+08	1.91E+08	1.91E+08	1.99E+08				
W pb,i [mm3]	1.48E+08	1.84E+08	1.94E+08	1.94E+08	1.94E+08	1.84E+08	1.84E+08	1.94E+08				
Δ baricentro [mm]	20	5	0	0	0	5	5	0				

TENSIONI NORMALI - VERIFICA												
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1	
σ sol,s [MPa]	0.0	-3.8	-6.7	0.1	0.0	1.3	0.0	0.0	-9.2	21.3	0.43	
σ arm,s [MPa]	0.0	-62.1	-38.7	0.5	-9.4	-49.9	0.0	0.0	-159.6	391.3	0.41	
σ pb,s [MPa]	-132.6	-47.4	-24.2	0.7	-8.3	-44.0	0.0	0.0	-255.8	338.1	0.76	
σ an,s [MPa]	-130.3	-45.9	-22.8	0.8	-8.2	-43.4	0.0	0.0	-249.8	338.1	0.74	
σ an,i [MPa]	66.8	74.4	96.4	2.6	0.7	5.0	0.0	0.0	245.9	338.1	0.73	
σ pb,i [MPa]	71.5	77.3	99.2	2.6	0.9	6.1	0.0	0.0	257.7	319.0	0.81	
Tasso di sfruttamento η1												
η1 [-]	0.81											

VERIFICA SLU A TAGLIO												
Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima												
Pannello	ID	INTERO	1	2								
bw [mm]	2510		526	1984	Altezza pannello d'anima							
t [mm]	14		14	14	Spessore pannello d'anima							
a [mm]	2700		2700	2700	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi							
η [-]	1.20		1.20	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2009							
bw / t [-]	179.3		37.6	141.7	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima							
κτ [-]	14.07		5.49	7.50	Coefficiente di imbozzamento a taglio							
Lim. Verifica [-]	78.8		48.8	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica							
Nec. Verifica [-]	SI		NO	SI	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?							
σE [Mpa]	5.9		-	9.5	Tensione critica Euleriana							
τcr [Mpa]	83.1		-	70.9	Tensione tangenziale critica							
λw [-]	1.571		-	1.701	Snellezza adimensionale							
end post [-]	Non rigidi				Tipologia di irrigidimenti d'appoggio							
Xw [mm]	0.528				Coefficiente di instabilità a taglio							
Vbw,Rd [kN]	3459				Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio							

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande												
A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande												
Verifica a taglio												
Ved [kN]	222	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)										
Vb,rd [kN]	3459	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6										
Vc,rd [kN]	6859	Resistenza a taglio NTC2008 §4.2.4.1.2.4										
Tasso di sfruttamento η3												
η3 [-]	0.06											

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO												
A favore di sicurezza al posto di Mpl,Rd è stato considerato Mel,Rd = Med/η1, per cui η1* = η1 .												
Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, η3* = η3												
Mf,Rd [kNm]	19436	Momento resistente dato dalle sole flange										
Mel,Rd [kNm]	65171	Momento resistente elastico della sezione										
Med / Mf,Rd [-]	2.71	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange										
η3* [-]	0.06	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima										
Nec. Interaz. [-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?										
η1* [-]	0.81	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione										
Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η VM												
η VM [-]	0.81											

TRAVE n°2 - η1 MASSIMO

TR.2 - sez.31 - Combinazione n°1 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE												
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT			

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Ned	[kN]	18	521	1407	99	-1600	-3995	0	0	-3550
Med	[kNm]	10552	13036	17473	124	1340	5436	0	0	47936
Ved	[kN]	14	55	-42	-3	0	-3	0	0	20
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-05	3.46E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

σ sol,s	[Mpa]	-15.2	Tensione su lembo superiore soletta.
σ sol,i	[Mpa]	-11.3	Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β·k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

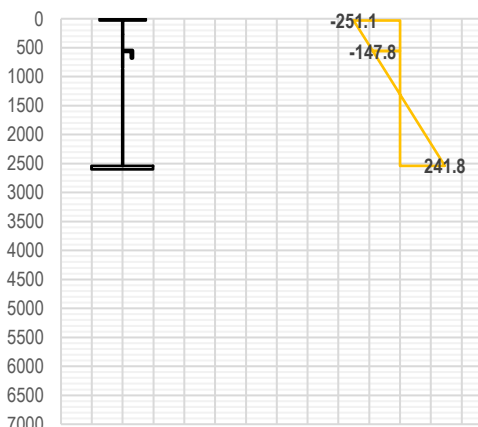
CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)

Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.

	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ sup	[MPa]	-246.2	-252.1	254.4
σ inf	[Mpa]	242.7	-252.1	254.4
ε	[-]	0.814	0.814	0.838
ψ	[-]	-0.986	-	-
k	[-]	1.172	-	-
c int / t	[-]	179.3	12.3	16.4
c est / t	[-]	-	12.3	16.4
limite cl. 3	[-]	116.2	-	-
Classe pan.	[-]	4	1	1
Classe sezione	[-]	4		Classe della sezione

INSTABILITÀ LOCALE DEI SOTTOPANNELLI D'ANIMA. CALCOLO DELLE PORZIONI EFFICACI

Pannello	ID	1	2
t	[mm]	14	14
a	[mm]	2700	2700
b	[mm]	526	1984
z sup	[mm]	30	556
z inf	[mm]	556	2540
σ sup	[MPa]	-251.1	-147.8
σ inf	[MPa]	-147.8	241.8
ψ	[-]	0.589	-1.636
kσ	[-]	5.004	41.548
σ cr,p	[MPa]	672.8	392.7
λp	[-]	0.727	0.951
ρ loc	[-]	1.000	0.968
σ cr,c	[MPa]	5.1	5.1
λc	[-]	8.341	8.341
Φ	[-]	36.138	36.138
χc	[-]	0.014	0.014
ξ	[-]	1.000	1.000
ρc loc	[-]	1.000	0.968
bt	[mm]	0	1231
bc,sup	[mm]	238	301
bc,inf	[mm]	288	452
bc,eff,sup	[mm]	238	291
bc,eff,inf	[mm]	288	437
h foro	[mm]	0	24
z foro	[mm]	268	859



INSTABILITÀ DEL PANNELLO D'ANIMA IRRIGIDITO

Calcolo della tensione critica di piastra e del coefficiente di instabilità a piastra del pannello irrigidito

Irrig. σ < 0	ID	1
A sl	[mm ²]	11696
J sl	[mm ⁴]	39871551

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

b1	[mm]	526
b2	[mm]	1984
a c	[mm]	6861
$\sigma_{cr,p,sl}$	[MPa]	992.2
$\sigma_{cr,p}$	[MPa]	1685.6
$\sigma_{cr,p,min}$	[MPa]	1685.6
$\beta_{A,c}$	[-]	0.989
λ_p	[-]	0.456
ψ	[-]	-0.963
ρ	[-]	1.000

Calcolo della tensione critica di colonna e del coefficiente di instabilità a colonna del pannello irrigidito

Irrig. σ_{max}	ID	1
$\sigma_{cr,c,sl}$	[MPa]	969.2
$\sigma_{cr,c}$	[MPa]	1646.5
α_e	[-]	0.615
λ_c	[-]	0.462
Φ	[-]	0.687
χ_c	[-]	0.836

Influenza dell'instabilità a colonna sul comportamento post-critico. Interazione tra instabilità di piastra e di colonna

ξ	[-]	0.024
ρ_c	[-]	0.844

INSTABILITÀ LOCALE DELLE PIATTABANDE

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est	
t	[mm]	30	30	60	60	Spessore piattabanda
b	[mm]	368	368	493	493	Larghezza piattabanda
λ_p	[-]	-	-	-	-	Snellezza adimensionale per $\Psi=1$
ρ	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000	Coefficiente riduttivo per instabilità locale

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	
n	[-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298
zG	[mm]	1688	1086	640	640	640	1071	1086	640
A	[mm ²]	118956	174087	265074	265074	265074	176053	174087	265074
A n	[mm ²]	1.19E+20	3.01E+06	1.67E+06	1.67E+06	1.67E+06	2.94E+06	3.01E+06	1.67E+06
J	[mm ⁴]	1.35E+11	2.72E+11	3.74E+11	3.74E+11	3.74E+11	2.75E+11	2.72E+11	3.74E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-3.22E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-3.17E+09	-3.22E+09	-2.31E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-1.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-2.00E+08	-1.95E+08	-3.95E+08
W pb,s	[mm ³]	-8.01E+07	-2.50E+08	-5.84E+08	-5.84E+08	-5.84E+08	-2.57E+08	-2.50E+08	-5.84E+08
W an,s	[mm ³]	-8.15E+07	-2.57E+08	-6.13E+08	-6.13E+08	-6.13E+08	-2.64E+08	-2.57E+08	-6.13E+08
W an,i	[mm ³]	1.59E+08	1.87E+08	1.97E+08	1.97E+08	1.97E+08	1.87E+08	1.87E+08	1.97E+08
W pb,i	[mm ³]	1.48E+08	1.79E+08	1.91E+08	1.91E+08	1.91E+08	1.80E+08	1.79E+08	1.91E+08
Δ baricentro	[mm]	22	8	2	2	2	7	8	2

TENSIONI NORMALI - VERIFICA

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rd	η_1	
$\sigma_{sol,s}$	[MPa]	0.0	-3.9	-6.7	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	-9.4	21.3	0.44
$\sigma_{arm,s}$	[MPa]	0.0	-63.8	-39.0	0.1	-9.4	-49.9	0.0	0.0	-162.1	391.3	0.41
$\sigma_{pb,s}$	[MPa]	-131.6	-49.1	-24.6	0.2	-8.3	-43.9	0.0	0.0	-257.4	338.1	0.76
$\sigma_{an,s}$	[MPa]	-129.3	-47.7	-23.2	0.2	-8.2	-43.3	0.0	0.0	-251.5	338.1	0.74
$\sigma_{an,i}$	[MPa]	66.7	72.7	94.2	1.0	0.8	6.3	0.0	0.0	241.8	338.1	0.72
$\sigma_{pb,i}$	[MPa]	71.4	75.6	97.0	1.0	1.0	7.5	0.0	0.0	253.5	319.0	0.79

Tasso di sfruttamento η_1

η_1	[-]	0.79
----------	-----	-------------

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	1	2	
bw	[mm]	2510	526	1984	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	14	14	14	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	2700	2700	2700	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	1.20	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2009
bw / t	[-]	179.3	37.6	141.7	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
k_t	[-]	14.07	5.49	7.50	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	78.8	48.8	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

Nec. Verifica	[-]	SI	NO	SI	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σ_E	[Mpa]	5.9	-	9.5	Tensione critica Euleriana
τ_{cr}	[Mpa]	83.1	-	70.9	Tensione tangenziale critica
λ_w	[-]	1.571	-	1.701	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi			Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	0.528			Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	3459			Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved	[kN]	20			Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	3459			Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	6859			Resistenza a taglio NTC2008 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η_3

η_3	[-]	0.01
----------	-------	-------------

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = M_{ed}/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$

Mf,Rd	[kNm]	19436			Momento resistente dato dalle sole flange
Mel,Rd	[kNm]	60321			Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd	[-]	2.47			Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^*	[-]	0.01			Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO			Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^*	[-]	0.79			Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}

η_{VM}	[-]	0.79
-------------	-------	-------------

TRAVE n°1 – η_3 MASSIMO

TR.1 - sez.25 - Combinazione n°12 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	TOT
Ned	[kN]	-35	-553	-868	343	2189	-5322	0	-4247
Med	[kNm]	10147	14094	11100	278	-1468	5977	0	40096
Ved	[kN]	-242	-267	-747	-17	0	-4	0	-1277
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0
ϵ_{sol}	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-4.50E-05	3.46E-04	0.00E+00	0.00E+00

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

$\sigma_{sol,s}$	[Mpa]	-9.1		Tensione su lembo superiore soletta.
$\sigma_{sol,i}$	[Mpa]	-6.6		Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta	[-]	Non Fess		Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta^k * k * A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)

Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.

	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ_{sup}	[MPa]	-212.9	-217.8	204.9
σ_{inf}	[Mpa]	195.1	-217.8	204.9
ϵ	[-]	0.814	0.814	0.838
ψ	[-]	-0.916	-	-
k	[-]	1.260	-	-
c int / t	[-]	179.3	12.3	16.4

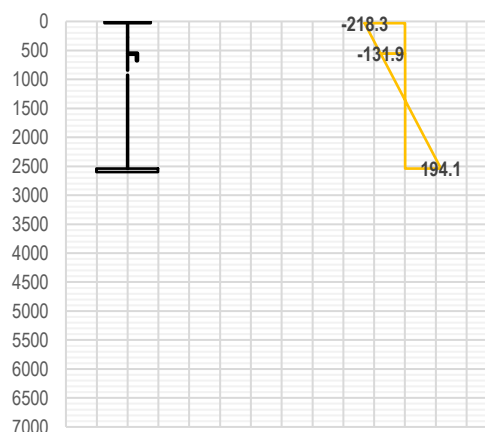
Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
Rapporto $\sigma_{max} / \sigma_{min}$
Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

c est / t	[-]	-	12.3	16.4	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3	[-]	117.1	-	-	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan.	[-]	4	1	1	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione	[-]	4			Classe della sezione

INSTABILITÀ LOCALE DEI SOTTOPANNELLI D'ANIMA. CALCOLO DELLE PORZIONI EFFICACI

Pannello	ID	1	2
t	[mm]	14	14
a	[mm]	2700	2700
b	[mm]	526	1984
z sup	[mm]	30	556
z inf	[mm]	556	2540
σ sup	[MPa]	-218.3	-131.9
σ inf	[MPa]	-131.9	194.1
ψ	[-]	0.604	-1.472
kσ	[-]	4.957	36.538
σ cr,p	[MPa]	666.5	345.3
λp	[-]	0.730	1.015
ρ loc	[-]	0.998	0.904
σ cr,c	[MPa]	5.1	5.1
λc	[-]	8.341	8.341
Φ	[-]	36.138	36.138
χc	[-]	0.014	0.014
ξ	[-]	1.000	1.000
ρc loc	[-]	0.998	0.904
bt	[mm]	0	1181
bc,sup	[mm]	239	321
bc,inf	[mm]	287	482
bc,eff,sup	[mm]	239	290
bc,eff,inf	[mm]	286	435
h foro	[mm]	1	77
z foro	[mm]	269	885



INSTABILITÀ DEL PANNELLO D'ANIMA IRRIGIDITO

Calcolo della tensione critica di piastra e del coefficiente di instabilità a piastra del pannello irrigidito

Irrig. σ < 0	ID	1
A sl	[mm ²]	11964
J sl	[mm ⁴]	40178705
b1	[mm]	526
b2	[mm]	1984
a c	[mm]	6874
σ cr,p,sl	[MPa]	977.3
σ cr,p	[MPa]	1617.8
σ cr,p,min	[MPa]	1617.8
β A,c	[-]	0.963
λp	[-]	0.460
ψ	[-]	-0.889
ρ	[-]	1.000

Calcolo della tensione critica di colonna e del coefficiente di instabilità a colonna del pannello irrigidito

Irrig. σmax	ID	1
σ cr,c,sl	[MPa]	954.8
σ cr,c	[MPa]	1580.5
α e	[-]	0.617
λc	[-]	0.465
Φ	[-]	0.690
χc	[-]	0.834

Influenza dell'instabilità a colonna sul comportamento post-critico. Interazione tra instabilità di piastra e di colonna

ξ	[-]	0.024
ρ c	[-]	0.841

INSTABILITÀ LOCALE DELLE PIATTABANDE

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est	
t	[mm]	30	30	60	60	Spessore piattabanda
b	[mm]	368	368	493	493	Larghezza piattabanda
λp	[-]	-	-	-	-	Snellezza adimensionale per Ψ=1

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVI2105001</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

ρ [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	Coefficiente riduttivo per instabilità locale						
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)											
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E			
n [-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298			
zG [mm]	1693	928	473	473	473	912	928	473			
A [mm ²]	118171	197360	328050	328050	328050	200183	197360	328050			
A n [mm ²]	1.18E+20	3.42E+06	2.07E+06	2.07E+06	2.07E+06	3.34E+06	3.42E+06	2.07E+06			
J [mm ⁴]	1.35E+11	3.08E+11	4.11E+11	4.11E+11	4.11E+11	3.11E+11	3.08E+11	4.11E+11			
W sol,s [mm ³]	-	-4.08E+09	-3.04E+09	-3.04E+09	-3.04E+09	-4.03E+09	-4.08E+09	-3.04E+09			
W arm,s [mm ³]	-	-2.49E+08	-5.28E+08	-5.28E+08	-5.28E+08	-2.55E+08	-2.49E+08	-5.28E+08			
W pb,s [mm ³]	-7.95E+07	-3.31E+08	-8.69E+08	-8.69E+08	-8.69E+08	-3.41E+08	-3.31E+08	-8.69E+08			
W an,s [mm ³]	-8.10E+07	-3.42E+08	-9.28E+08	-9.28E+08	-9.28E+08	-3.53E+08	-3.42E+08	-9.28E+08			
W an,i [mm ³]	1.59E+08	1.91E+08	1.99E+08	1.99E+08	1.99E+08	1.91E+08	1.91E+08	1.99E+08			
W pb,i [mm ³]	1.49E+08	1.84E+08	1.93E+08	1.93E+08	1.93E+08	1.84E+08	1.84E+08	1.93E+08			
Δ baricentro [mm]	27	5	-1	-1	-1	5	5	-1			
TENSIONI NORMALI - VERIFICA											
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
σ sol,s [MPa]	0.0	-3.6	-4.1	0.1	0.0	1.3	0.0	0.0	-6.3	21.3	0.30
σ arm,s [MPa]	0.0	-59.4	-23.7	0.5	9.5	-50.0	0.0	0.0	-123.1	391.3	0.31
σ pb,s [MPa]	-127.9	-45.3	-15.4	0.7	8.4	-44.1	0.0	0.0	-223.6	338.1	0.66
σ an,s [MPa]	-125.6	-44.0	-14.6	0.7	8.3	-43.5	0.0	0.0	-218.7	338.1	0.65
σ an,i [MPa]	63.5	71.0	53.1	2.4	-0.7	4.7	0.0	0.0	194.0	338.1	0.57
σ pb,i [MPa]	68.0	73.8	54.7	2.5	-0.9	5.8	0.0	0.0	203.9	319.0	0.64
Tasso di sfruttamento η1											
η1 [-]	0.66										

VERIFICA SLU A TAGLIO											
<i>Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima</i>											
Pannello	ID	INTERO	1	2							
bw [mm]	2510	526	1984	Altezza pannello d'anima							
t [mm]	14	14	14	Spessore pannello d'anima							
a [mm]	2700	2700	2700	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi							
η [-]	1.20	1.20	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2009							
bw / t [-]	179.3	37.6	141.7	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima							
kt [-]	14.07	5.49	7.50	Coefficiente di imbozzamento a taglio							
Lim. Verifica [-]	78.8	48.8	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica							
Nec. Verifica [-]	SI	NO	SI	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?							
σE [Mpa]	5.9	-	9.5	Tensione critica Euleriana							
τcr [Mpa]	83.1	-	70.9	Tensione tangenziale critica							
λw [-]	1.571	-	1.701	Snellezza adimensionale							
end post [-]	Non rigidi			Tipologia di irrigidimenti d'appoggio							
Xw [mm]	0.528			Coefficiente di instabilità a taglio							
Vbw,Rd [kN]	3459			Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio							
<i>Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande</i>											
A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande											
<i>Verifica a taglio</i>											
Ved [kN]	-1277			Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)							
Vb,rd [kN]	3459			Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6							
Vc,rd [kN]	6859			Resistenza a taglio NTC2008 §4.2.4.1.2.4							
Tasso di sfruttamento η3											
η3 [-]	0.37										

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO											
A favore di sicurezza al posto di Mpl,Rd è stato considerato Mel,Rd = Med/η1, per cui η1* = η1 .											
Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, η3* = η3											
Mf,Rd [kNm]	19436			Momento resistente dato dalle sole flange							
Mel,Rd [kNm]	60615			Momento resistente elastico della sezione							
Med / Mf,Rd [-]	2.06			Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange							
η3* [-]	0.37			Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima							
Nec. Interaz. [-]	NO			Richiesta verifica di interazione taglio-momento?							
η1* [-]	0.66			Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione							
Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η VM											

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

η_{VM} [-] **0.66**

TRAVE n°2 – n3 MASSIMO

TR.2 - sez.25 - Combinazione n°20 (Tempo zero)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	TOT
Ned	[kN]	13	500	-113	87	-1599	0	0	0	-1113
Med	[kNm]	10054	12422	10167	115	1340	0	0	0	34096
Ved	[kN]	-241	-258	-1163	-3	0	0	0	0	-1665
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϵ sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

$\sigma_{sol,s}$	[Mpa]	-11.1	Tensione su lembo superiore soletta.
$\sigma_{sol,i}$	[Mpa]	-7.7	Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
$\beta \cdot k$	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2008-§4.2.3.1)

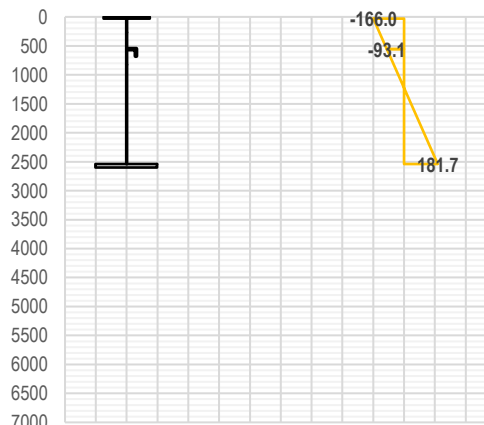
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.

	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ_{sup}	[MPa]	-162.5	-166.7	190.4
σ_{inf}	[Mpa]	182.1	-166.7	190.4
ϵ	[-]	0.814	0.814	0.838
ψ	[-]	-1.121	-	-
k	[-]	1.442	-	-
c int / t	[-]	179.3	12.3	16.4
c est / t	[-]	-	12.3	16.4
limite cl. 3	[-]	163.3	-	-
Classe pan.	[-]	4	1	1
Classe sezione	[-]	4		

Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
 Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
 Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
 Rapporto $\sigma_{max} / \sigma_{min}$
 Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
 Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
 Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
 Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
 Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
 Classe della sezione

INSTABILITA' LOCALE DEI SOTTOPANNELLI D'ANIMA. CALCOLO DELLE PORZIONI EFFICACI

Pannello	ID	1	2
t	[mm]	14	14
a	[mm]	2700	2700
b	[mm]	526	1984
z sup	[mm]	30	556
z inf	[mm]	556	2540
σ_{sup}	[MPa]	-166.0	-93.1
σ_{inf}	[MPa]	-93.1	181.7
ψ	[-]	0.561	-1.952
$k\sigma$	[-]	5.090	52.121
$\sigma_{cr,p}$	[MPa]	684.4	492.6
λ_p	[-]	0.721	0.850
ρ_{loc}	[-]	1.000	1.000
$\sigma_{cr,c}$	[MPa]	5.1	5.1
λ_c	[-]	8.341	8.341
Φ	[-]	36.138	36.138
χ_c	[-]	0.014	0.014
ξ	[-]	1.000	1.000
$\rho_{c,loc}$	[-]	1.000	1.000
bt	[mm]	0	1312
bc,sup	[mm]	237	269



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	Progetto Lotto Codifica IN17 12 EI2CLVI2105001 B

bc,inf	[mm]	289	403
bc,eff,sup	[mm]	237	269
bc,eff,inf	[mm]	289	403
h foro	[mm]	0	0
z foro	[mm]	267	825

INSTABILITÀ DEL PANNELLO D'ANIMA IRRIGIDITO
_ Calcolo della tensione critica di piastra e del coefficiente di instabilità a piastra del pannello irrigidito

Irrig. $\sigma < 0$	ID	1
A sl	[mm ²]	11266
J sl	[mm ⁴]	39347443
b1	[mm]	526
b2	[mm]	1984
a c	[mm]	6839
$\sigma_{cr,p,sl}$	[MPa]	1016.9
$\sigma_{cr,p}$	[MPa]	1812.9
$\sigma_{cr,p,min}$	[MPa]	1812.9
$\beta_{A,c}$	[-]	1.000
λ_p	[-]	0.443
ψ	[-]	-1.095
ρ	[-]	1.000

_ Calcolo della tensione critica di colonna e del coefficiente di instabilità a colonna del pannello irrigidito

Irrig. σ_{max}	ID	1
$\sigma_{cr,c,sl}$	[MPa]	993.0
$\sigma_{cr,c}$	[MPa]	1770.3
α_e	[-]	0.611
λ_c	[-]	0.448
Φ	[-]	0.676
χ_c	[-]	0.846

_ Influenza dell'instabilità a colonna sul comportamento post-critico. Interazione tra instabilità di piastra e di colonna

ξ	[-]	0.024
ρ_c	[-]	0.853

INSTABILITÀ LOCALE DELLE PIATTABANDE

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est	
t	[mm]	30	30	60	60	Spessore piattabanda
b	[mm]	368	368	493	493	Larghezza piattabanda
λ_p	[-]	-	-	-	-	Snellezza adimensionale per $\Psi=1$
ρ	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000	Coefficiente riduttivo per instabilità locale

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E
n	[-]	1E+15	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298	6.298
zG	[mm]	1684	640	640	640	640	640	640
A	[mm ²]	119440	265559	265559	265559	265559	265559	265559
A n	[mm ²]	1.19E+20	1.67E+06	1.67E+06	1.67E+06	1.67E+06	1.67E+06	1.67E+06
J	[mm ⁴]	1.36E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11	3.73E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09	-2.31E+09
W arm,s	[mm ³]	-	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08	-3.95E+08
W pb,s	[mm ³]	-8.05E+07	-5.84E+08	-5.84E+08	-5.84E+08	-5.84E+08	-5.84E+08	-5.84E+08
W an,s	[mm ³]	-8.20E+07	-6.12E+08	-6.12E+08	-6.12E+08	-6.12E+08	-6.12E+08	-6.12E+08
W an,i	[mm ³]	1.58E+08	1.97E+08	1.97E+08	1.97E+08	1.97E+08	1.97E+08	1.97E+08
W pb,i	[mm ³]	1.48E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08	1.90E+08
Δ baricentro	[mm]	18	2	2	2	2	2	2

TENSIONI NORMALI - VERIFICA

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rd	η_1
$\sigma_{sol,s}$	[MPa]	0.0	-5.1	-4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.6	21.3	0.45
$\sigma_{arm,s}$	[MPa]	0.0	-29.6	-26.2	0.0	-9.4	0.0	0.0	-65.2	391.3	0.17
$\sigma_{pb,s}$	[MPa]	-124.8	-19.4	-17.8	0.1	-8.3	0.0	0.0	-170.2	338.1	0.50
$\sigma_{an,s}$	[MPa]	-122.5	-18.4	-17.0	0.1	-8.2	0.0	0.0	-166.0	338.1	0.49
$\sigma_{an,i}$	[MPa]	63.6	65.1	51.3	0.9	0.8	0.0	0.0	181.7	338.1	0.54
$\sigma_{pb,i}$	[MPa]	68.1	67.1	52.9	0.9	1.0	0.0	0.0	190.0	319.0	0.60

Tasso di sfruttamento η_1
 η_1 [-] **0.60**

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE								
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI2105001</td> <td>B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

VERIFICA SLU A TAGLIO
Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	1	2	
bw	[mm]	2510	526	1984	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	14	14	14	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	2700	2700	2700	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	1.20	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2009
bw / t	[-]	179.3	37.6	141.7	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κt	[-]	14.07	5.49	7.50	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	78.8	48.8	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	SI	NO	SI	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σE	[Mpa]	5.9	-	9.5	Tensione critica Euleriana
τ_{cr}	[Mpa]	83.1	-	70.9	Tensione tangenziale critica
λw	[-]	1.571	-	1.701	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi			Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	0.528			Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	3459			Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved	[kN]	-1665		Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	3459		Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	6859		Resistenza a taglio NTC2008 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η_3
 η_3 [-] **0.48**
VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = M_{ed}/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$

$M_{f,Rd}$	[kNm]	19436		Momento resistente dato dalle sole flange
$M_{el,Rd}$	[kNm]	57240		Momento resistente elastico della sezione
Med / $M_{f,Rd}$	[-]	1.75		Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^*	[-]	0.48		Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO		Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^*	[-]	0.60		Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}
 η_{VM} [-] **0.60**

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

ALLEGATO C VERIFICHE SLE DELLE TRAVI DI IMPALCATO - VERIFICHE IN FORMA ESTESA E TABULATI DI VERIFICA

Si riportano, in formato tabulare, i risultati delle verifiche SLE delle travi miste di impalcato e dei pioli.

Nelle tabelle, accanto al valore del massimo della tensione o della fessura, si riporta la corrispondente combinazione per la quale si è ottenuto.

Per le armature si fa riferimento all'allineamento superiore, in quanto maggiormente sollecitato.

Si indica con $\sigma_{arm,s}$, σ_{sol} e W_k , rispettivamente, la tensione sull'armatura superiore, la tensione sulla fibra superiore della soletta in calcestruzzo e la dimensione dell'apertura delle fessure.

Con σ_{id} si indica la tensione ideale nell'acciaio utilizzata per la verifica secondo il criterio di Von Mises.

Le verifiche dei pioli sono espresse in termini di tasso di sfruttamento. La verifica è soddisfatta se tale valore risulta minore del 60%.

Per l'individuazione della sezione e per le sue caratteristiche geometriche si rimanda al capitolo 8.

Per la descrizione delle combinazioni si rimanda all'Allegato A.

Per la descrizione delle modalità di verifica e per i risultati delle verifiche in forma grafica si rimanda al capitolo 9.

TRAVE n°1

VERIFICA SLE-RARA: CONTROLLO TENSIONALE SU ANIMA E PIATTABANDE (Von Mises)								
Sezione	<i>Piattabanda sup.</i>		<i>Anima - fibra sup.</i>		<i>Anima - fibra inf.</i>		<i>Piattabanda inf</i>	
	$\sigma_{id,pb,s} / f_{yk}$	comb.	$\sigma_{id,an,s} / f_{yk}$	comb.	$\sigma_{id,an,i} / f_{yk}$	comb.	$\sigma_{id,pb,i} / f_{yk}$	comb.
TR.1-1	-0.13	69	0.13	69	0.03	69	0.04	69
TR.1-2	-0.13	69	0.13	70	0.03	70	0.04	69
TR.1-3	-0.13	70	0.33	64	0.32	64	0.04	41
TR.1-4	-0.18	40	0.35	40	0.33	56	0.14	37
TR.1-5	-0.18	41	0.34	40	0.32	56	0.14	37
TR.1-6	-0.24	37	0.37	40	0.37	40	0.24	37
TR.1-7	-0.24	41	0.35	40	0.35	40	0.24	37
TR.1-8	-0.29	41	0.38	40	0.41	37	0.33	37
TR.1-9	-0.29	41	0.37	40	0.40	37	0.33	37
TR.1-10	-0.33	41	0.40	40	0.47	37	0.41	37
TR.1-11	-0.33	41	0.39	40	0.46	37	0.41	37
TR.1-12	-0.37	41	0.42	40	0.52	37	0.48	37
TR.1-13	-0.35	41	0.41	40	0.40	37	0.37	37
TR.1-14	-0.38	41	0.43	40	0.44	37	0.42	37
TR.1-15	-0.38	41	0.42	40	0.43	37	0.42	37
TR.1-16	-0.41	41	0.44	40	0.46	37	0.46	37
TR.1-17	-0.41	41	0.44	44	0.45	37	0.46	37
TR.1-18	-0.44	41	0.46	44	0.49	37	0.50	37
TR.1-19	-0.44	41	0.45	44	0.48	37	0.50	37
TR.1-20	-0.46	41	0.47	41	0.50	37	0.53	37
TR.1-21	-0.46	41	0.46	41	0.50	37	0.53	37
TR.1-22	-0.48	41	0.48	41	0.52	37	0.56	37
TR.1-23	-0.48	41	0.47	41	0.51	37	0.56	37
TR.1-24	-0.49	41	0.48	41	0.53	37	0.58	37

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICA SLE-RARA: CONTROLLO TENSIONALE SU ANIMA E PIATTABANDE (Von Mises)									
Sezione	Piattabanda sup.		Anima - fibra sup.		Anima - fibra inf.		Piattabanda inf		comb.
	oid pb,s / fyk	comb.	oid an,s / fyk	comb.	oid an,i / fyk	comb.	oid pb,i / fyk	comb.	
TR.1-25	-0.51	41	0.50	41	0.47	37	0.52	37	
TR.1-26	-0.52	41	0.51	41	0.48	37	0.53	37	
TR.1-27	-0.52	41	0.51	41	0.48	37	0.53	37	
TR.1-28	-0.52	41	0.51	41	0.49	37	0.54	37	
TR.1-29	-0.52	41	0.51	41	0.48	37	0.54	37	
TR.1-30	-0.52	41	0.51	41	0.49	37	0.54	37	
TR.1-31	-0.52	41	0.51	41	0.49	37	0.54	37	
TR.1-32	-0.52	41	0.51	41	0.48	37	0.54	37	
TR.1-33	-0.52	41	0.51	41	0.49	37	0.54	37	
TR.1-34	-0.51	41	0.51	41	0.48	37	0.53	37	
TR.1-35	-0.52	41	0.51	41	0.48	37	0.53	37	
TR.1-36	-0.50	41	0.50	41	0.47	37	0.51	37	
TR.1-37	-0.49	41	0.49	41	0.53	37	0.57	37	
TR.1-38	-0.48	41	0.47	41	0.51	37	0.55	37	
TR.1-39	-0.48	41	0.48	41	0.52	37	0.55	37	
TR.1-40	-0.46	41	0.46	41	0.49	37	0.53	37	
TR.1-41	-0.46	41	0.47	41	0.50	37	0.53	37	
TR.1-42	-0.44	41	0.45	41	0.47	37	0.49	37	
TR.1-43	-0.44	41	0.46	43	0.48	37	0.49	37	
TR.1-44	-0.41	41	0.44	43	0.45	37	0.45	37	
TR.1-45	-0.41	41	0.44	39	0.45	37	0.45	37	
TR.1-46	-0.38	41	0.42	43	0.42	37	0.41	37	
TR.1-47	-0.38	41	0.43	39	0.43	37	0.41	37	
TR.1-48	-0.35	41	0.41	39	0.40	37	0.36	37	
TR.1-49	-0.37	41	0.42	39	0.51	37	0.47	37	
TR.1-50	-0.33	41	0.39	39	0.45	37	0.40	37	
TR.1-51	-0.33	41	0.40	39	0.46	37	0.40	37	
TR.1-52	-0.29	41	0.37	39	0.39	37	0.32	37	
TR.1-53	-0.29	41	0.38	39	0.40	37	0.32	37	
TR.1-54	-0.24	41	0.35	39	0.34	39	0.23	37	
TR.1-55	-0.24	37	0.36	39	0.36	39	0.23	37	
TR.1-56	-0.18	41	0.33	39	0.31	63	0.14	37	
TR.1-57	-0.18	69	0.34	39	0.33	63	0.14	37	
TR.1-58	-0.13	70	0.32	63	0.31	63	0.04	37	
TR.1-59	-0.13	69	0.13	70	0.03	70	0.04	69	
TR.1-60	-0.13	69	0.13	69	0.03	69	0.04	69	

Tabella 58 – Controllo tensionale sulla carpenteria metallica per SLE. Trave n°1

VERIFICHE SLE IN SOLETTA: LIMITAZIONE TENSIONALE E APERTURA DELLE FESSURE (effetti globali)										
Sezione	Tens. Acciaio armature [Mpa] - Rara				Tens. cls [Mpa] - Rara		Tens. cls [Mpa] - Q.P.		Fessure [mm] - Rara	
	σ arm,s, max	comb.	σ arm,s, min	comb.	σ sol,s	comb.	σ sol,s	comb.	wk,max	comb.
TR.1-1	23.20	61	-54.22	69	-0.06	53	-0.06	111	0.12	97
TR.1-2	23.21	66	-54.22	69	-0.06	53	-0.06	111	0.12	102
TR.1-3	25.94	62	-54.05	70	-0.09	57	-0.06	111	0.13	98
TR.1-4	9.54	66	-59.26	37	-1.38	53	-0.62	113	0.08	102
TR.1-5	8.16	66	-59.89	41	-1.41	53	-0.62	111	0.07	102
TR.1-6	-6.34	66	-70.39	37	-2.69	53	-1.46	112	0.03	102
TR.1-7	-5.10	66	-70.89	41	-2.71	53	-1.39	112	0.03	102
TR.1-8	-1.26	66	-79.05	37	-3.77	53	-1.60	113	0.00	-
TR.1-9	-1.49	62	-79.46	41	-3.80	57	-1.61	111	0.00	-
TR.1-10	-3.38	66	-86.87	37	-4.77	53	-2.00	113	0.00	-
TR.1-11	-3.43	62	-87.25	41	-4.80	57	-2.02	115	0.00	-
TR.1-12	-5.41	62	-93.85	41	-5.63	57	-2.36	115	0.00	-

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

VERIFICHE SLE IN SOLETTA: LIMITAZIONE TENSIONALE E APERTURA DELLE FESSURE (effetti globali)										
Sezione	Tens. Acciaio armature [Mpa] - Rara				Tens. cls [Mpa]- Rara		Tens. cls [Mpa] - Q.P.		Fessure [mm] - Rara	
	σ arm,s, max	comb.	σ arm,s,min	comb.	σ sol,s	comb.	σ sol,s	comb.	wk,max	comb.
TR.1-13	-4.64	62	-89.49	41	-5.13	57	-2.17	115	0.00	-
TR.1-14	-6.25	62	-94.89	41	-5.80	57	-2.44	115	0.00	-
TR.1-15	-6.30	62	-95.15	41	-5.84	57	-2.47	115	0.00	-
TR.1-16	-7.82	62	-99.70	41	-6.39	57	-2.70	115	0.00	-
TR.1-17	-7.82	62	-100.01	41	-6.44	57	-2.72	115	0.00	-
TR.1-18	-9.24	62	-104.15	41	-6.93	57	-2.94	115	0.00	-
TR.1-19	-9.32	62	-104.29	41	-6.95	57	-2.96	115	0.00	-
TR.1-20	-10.41	62	-107.82	41	-7.36	57	-3.14	115	0.00	-
TR.1-21	-10.47	62	-107.98	41	-7.39	57	-3.15	115	0.00	-
TR.1-22	-11.37	62	-110.93	41	-7.74	57	-3.30	115	0.00	-
TR.1-23	-11.42	62	-111.05	41	-7.76	57	-3.31	115	0.00	-
TR.1-24	-12.15	62	-113.22	41	-8.01	57	-3.43	115	0.00	-
TR.1-25	-11.69	62	-113.00	41	-7.80	57	-3.35	115	0.00	-
TR.1-26	-12.23	62	-114.58	41	-7.98	57	-3.43	115	0.00	-
TR.1-27	-12.24	62	-114.66	41	-7.99	57	-3.44	115	0.00	-
TR.1-28	-12.59	62	-115.49	41	-8.08	57	-3.48	115	0.00	-
TR.1-29	-12.57	62	-115.55	41	-8.09	57	-3.49	115	0.00	-
TR.1-30	-12.86	62	-115.84	41	-8.12	57	-3.50	115	0.00	-
TR.1-31	-12.82	62	-115.88	41	-8.13	57	-3.50	115	0.00	-
TR.1-32	-12.85	62	-115.40	41	-8.07	57	-3.49	115	0.00	-
TR.1-33	-12.78	62	-115.41	41	-8.07	57	-3.48	115	0.00	-
TR.1-34	-12.62	62	-114.39	41	-7.95	57	-3.43	115	0.00	-
TR.1-35	-12.51	62	-114.39	41	-7.95	57	-3.43	115	0.00	-
TR.1-36	-12.18	62	-112.63	41	-7.73	57	-3.35	115	0.00	-
TR.1-37	-12.55	62	-112.90	41	-7.95	57	-3.43	115	0.00	-
TR.1-38	-12.01	62	-110.55	41	-7.67	57	-3.31	115	0.00	-
TR.1-39	-11.87	62	-110.49	41	-7.66	57	-3.30	115	0.00	-
TR.1-40	-11.14	62	-107.38	41	-7.28	57	-3.15	115	0.00	-
TR.1-41	-11.11	62	-107.28	41	-7.27	57	-3.14	115	0.00	-
TR.1-42	-10.19	62	-103.60	41	-6.82	57	-2.95	115	0.00	-
TR.1-43	-9.98	62	-103.51	41	-6.81	57	-2.93	115	0.00	-
TR.1-44	-8.69	62	-99.16	41	-6.28	57	-2.72	115	0.00	-
TR.1-45	-8.69	62	-98.91	41	-6.25	57	-2.70	115	0.00	-
TR.1-46	-7.07	62	-94.31	41	-5.68	57	-2.46	115	0.00	-
TR.1-47	-6.91	62	-94.10	41	-5.66	57	-2.44	115	0.00	-
TR.1-48	-5.37	62	-88.64	41	-4.98	57	-2.17	115	0.00	-
TR.1-49	-6.16	62	-92.90	41	-5.45	57	-2.36	115	0.00	-
TR.1-50	-4.21	62	-86.26	41	-4.62	57	-2.02	115	0.00	100
TR.1-51	-4.01	66	-86.00	37	-4.62	53	-2.01	113	0.00	-
TR.1-52	-2.02	62	-78.59	41	-3.65	57	-1.61	111	0.00	-
TR.1-53	-1.71	66	-78.26	37	-3.63	53	-1.60	113	0.00	-
TR.1-54	-1.52	68	-70.21	41	-2.59	53	-1.39	112	0.02	102
TR.1-55	-7.56	67	-69.83	37	-2.59	53	-1.46	112	0.02	102
TR.1-56	6.87	66	-59.56	41	-1.35	53	-0.62	111	0.07	102
TR.1-57	8.83	66	-59.03	37	-1.33	53	-0.62	113	0.07	102
TR.1-58	25.40	62	-54.05	70	-0.09	57	-0.06	111	0.13	98
TR.1-59	23.21	66	-54.22	69	-0.06	53	-0.06	111	0.12	102
TR.1-60	23.20	61	-54.22	69	-0.06	53	-0.06	111	0.12	97

Tabella 59 – Verifiche SLE in soletta. Trave n°1

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE SLE PIOLI		
Scorrimento sui pioli [Mpa] - Rara		
Sezione	$\eta_{pioli,sle}$	comb.
TR.1-1	0.55	69
TR.1-2	0.55	70
TR.1-3	0.51	70
TR.1-4	0.51	70
TR.1-5	0.51	70
TR.1-6	0.51	70
TR.1-7	0.51	70
TR.1-8	0.49	64
TR.1-9	0.46	64
TR.1-10	0.46	64
TR.1-11	0.41	64
TR.1-12	0.41	64
TR.1-13	0.35	64
TR.1-14	0.35	64
TR.1-15	0.31	64
TR.1-16	0.31	64
TR.1-17	0.28	64
TR.1-18	0.28	64
TR.1-19	0.25	64
TR.1-20	0.25	64
TR.1-21	0.22	64
TR.1-22	0.22	64
TR.1-23	0.18	64
TR.1-24	0.18	64
TR.1-25	0.15	64
TR.1-26	0.15	64
TR.1-27	0.12	64
TR.1-28	0.12	64
TR.1-29	0.09	56
TR.1-30	0.09	56
TR.1-31	0.09	55
TR.1-32	0.09	59
TR.1-33	0.12	63
TR.1-34	0.12	63
TR.1-35	0.15	63
TR.1-36	0.15	63
TR.1-37	0.18	63
TR.1-38	0.18	63
TR.1-39	0.22	63
TR.1-40	0.22	63
TR.1-41	0.25	63
TR.1-42	0.25	63
TR.1-43	0.29	63
TR.1-44	0.29	63
TR.1-45	0.32	63
TR.1-46	0.32	63
TR.1-47	0.36	63
TR.1-48	0.36	63
TR.1-49	0.41	63
TR.1-50	0.41	63
TR.1-51	0.45	63
TR.1-52	0.45	63
TR.1-53	0.48	63
TR.1-54	0.51	70

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE SLE PIOLI		
Scorrimento sui pioli [Mpa] - Rara		
Sezione	$\eta_{pioli,sle}$	comb.
TR.1-55	0.51	70
TR.1-56	0.51	70
TR.1-57	0.51	70
TR.1-58	0.51	70
TR.1-59	0.55	70
TR.1-60	0.55	69

Tabella 60 – Verifiche SLE dei pioli. Trave n°1

TRAVE n°2

VERIFICA SLE-RARA: CONTROLLO TENSIONALE SU ANIMA E PIATTABANDE (Von Mises)									
Sezione	Piattabanda sup.		Anima - fibra sup.		Anima - fibra inf.		Piattabanda inf		comb.
	$\sigma_{id,pb,s} / f_{yk}$	comb.	$\sigma_{id,an,s} / f_{yk}$	comb.	$\sigma_{id,an,i} / f_{yk}$	comb.	$\sigma_{id,pb,i} / f_{yk}$	comb.	
TR.2-1	-0.12	69	0.12	69	0.03	69	0.03	69	
TR.2-2	-0.12	70	0.12	69	0.04	39	0.03	70	
TR.2-3	0.14	62	0.37	40	0.36	48	0.19	65	
TR.2-4	-0.17	40	0.37	40	0.34	40	0.22	41	
TR.2-5	-0.17	44	0.36	40	0.33	40	0.22	41	
TR.2-6	-0.23	40	0.38	40	0.36	41	0.29	41	
TR.2-7	-0.23	44	0.37	40	0.37	37	0.28	41	
TR.2-8	-0.28	40	0.39	40	0.42	37	0.36	41	
TR.2-9	-0.28	44	0.38	40	0.42	37	0.36	41	
TR.2-10	-0.33	40	0.41	40	0.47	37	0.44	41	
TR.2-11	-0.33	41	0.40	40	0.47	37	0.43	41	
TR.2-12	-0.37	37	0.43	40	0.52	37	0.50	37	
TR.2-13	-0.34	41	0.42	40	0.40	37	0.38	37	
TR.2-14	-0.38	41	0.44	40	0.42	37	0.43	37	
TR.2-15	-0.38	41	0.43	40	0.43	37	0.43	37	
TR.2-16	-0.41	41	0.45	40	0.45	37	0.47	37	
TR.2-17	-0.41	41	0.45	40	0.45	37	0.47	37	
TR.2-18	-0.43	41	0.46	40	0.47	37	0.50	37	
TR.2-19	-0.43	41	0.46	40	0.47	37	0.50	37	
TR.2-20	-0.46	41	0.47	44	0.49	37	0.53	37	
TR.2-21	-0.46	41	0.47	44	0.49	37	0.53	37	
TR.2-22	-0.48	41	0.48	44	0.51	37	0.55	37	
TR.2-23	-0.47	41	0.48	44	0.51	37	0.55	37	
TR.2-24	-0.49	41	0.49	44	0.52	37	0.57	37	
TR.2-25	-0.50	41	0.51	44	0.47	37	0.51	37	
TR.2-26	-0.51	41	0.51	44	0.47	37	0.52	37	
TR.2-27	-0.51	41	0.51	44	0.48	37	0.52	37	
TR.2-28	-0.52	41	0.51	41	0.48	37	0.53	37	
TR.2-29	-0.52	41	0.51	41	0.48	37	0.53	37	
TR.2-30	-0.52	41	0.51	41	0.48	37	0.53	37	
TR.2-31	-0.52	41	0.51	41	0.48	37	0.53	37	
TR.2-32	-0.52	41	0.51	41	0.48	37	0.53	37	
TR.2-33	-0.52	41	0.51	41	0.48	37	0.53	37	
TR.2-34	-0.51	41	0.51	41	0.47	37	0.52	37	
TR.2-35	-0.51	41	0.51	43	0.47	37	0.52	37	
TR.2-36	-0.50	41	0.51	43	0.47	37	0.51	37	
TR.2-37	-0.49	41	0.48	43	0.52	37	0.57	37	
TR.2-38	-0.48	41	0.48	43	0.51	37	0.55	37	
TR.2-39	-0.48	41	0.48	43	0.50	37	0.55	37	
TR.2-40	-0.46	41	0.47	43	0.49	37	0.52	37	

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICA SLE-RARA: CONTROLLO TENSIONALE SU ANIMA E PIATTABANDE (Von Mises)									
Sezione	Piattabanda sup.		Anima - fibra sup.		Anima - fibra inf.		Piattabanda inf		comb.
	σ id,pb,s / fyk	comb.	σ id an,s / fyk	comb.	σ id an,i / fyk	comb.	σ id,pb,i / fyk	comb.	
TR.2-41	-0.46	41	0.47	43	0.49	37	0.52	37	
TR.2-42	-0.43	41	0.46	43	0.47	37	0.49	37	
TR.2-43	-0.44	41	0.46	43	0.46	37	0.49	37	
TR.2-44	-0.41	41	0.44	43	0.44	37	0.45	37	
TR.2-45	-0.41	41	0.44	43	0.44	37	0.45	37	
TR.2-46	-0.38	41	0.43	43	0.42	37	0.41	37	
TR.2-47	-0.38	41	0.43	43	0.42	39	0.41	37	
TR.2-48	-0.34	41	0.41	43	0.40	39	0.36	37	
TR.2-49	-0.37	41	0.42	43	0.50	37	0.47	37	
TR.2-50	-0.33	41	0.40	43	0.45	37	0.40	37	
TR.2-51	-0.33	41	0.40	39	0.45	39	0.40	37	
TR.2-52	-0.28	41	0.37	39	0.40	39	0.32	37	
TR.2-53	-0.28	41	0.38	39	0.41	39	0.32	37	
TR.2-54	-0.23	41	0.36	39	0.36	37	0.24	37	
TR.2-55	-0.23	41	0.36	43	0.36	39	0.24	37	
TR.2-56	-0.17	41	0.35	39	0.33	39	0.14	37	
TR.2-57	-0.17	37	0.35	39	0.34	39	0.14	37	
TR.2-58	-0.12	70	0.35	39	0.34	39	0.03	37	
TR.2-59	-0.12	70	0.12	69	0.04	40	0.03	70	
TR.2-60	-0.12	69	0.12	69	0.03	69	0.03	69	

Tabella 61 – Controllo tensionale sulla carpenteria metallica per SLE. Trave n°2

VERIFICHE SLE IN SOLETTA: LIMITAZIONE TENSIONALE E APERTURA DELLE FESSURE (effetti globali)										
Sezione	Tens. Acciaio armature [Mpa] - Rara				Tens. cls [Mpa]- Rara		Tens. cls [Mpa] - Q.P.		Fessure [mm] - Rara	
	σ arm,s, max	comb.	σ arm,s,min	comb.	σ sol,s	comb.	σ sol,s	comb.	wk,max	comb.
TR.2-1	18.69	61	-48.46	69	0.00	-	0.00	-	0.10	97
TR.2-2	21.79	62	-48.47	70	-0.01	57	0.00	-	0.10	98
TR.2-3	61.34	62	-48.17	41	-0.92	57	0.00	-	0.17	98
TR.2-4	28.10	62	-57.85	41	-1.91	65	-0.58	115	0.09	98
TR.2-5	30.15	62	-57.05	41	-1.87	65	-0.56	115	0.10	98
TR.2-6	6.81	62	-68.96	41	-2.90	65	-1.30	112	0.05	98
TR.2-7	7.25	62	-69.14	41	-2.94	57	-1.36	112	0.05	98
TR.2-8	-1.42	66	-79.15	37	-4.09	57	-1.59	115	0.00	-
TR.2-9	-1.07	62	-78.47	41	-4.01	57	-1.58	115	0.00	-
TR.2-10	-4.15	66	-87.34	37	-5.02	53	-2.03	113	0.00	-
TR.2-11	-3.92	62	-86.86	41	-4.97	57	-2.01	115	0.00	-
TR.2-12	-6.54	66	-95.03	37	-5.94	53	-2.43	113	0.00	-
TR.2-13	-5.54	62	-88.35	41	-5.18	65	-2.14	116	0.00	-
TR.2-14	-7.71	66	-94.82	37	-5.94	53	-2.49	113	0.00	-
TR.2-15	-7.49	62	-94.36	41	-5.87	57	-2.46	115	0.00	-
TR.2-16	-9.35	66	-100.17	37	-6.56	53	-2.77	113	0.00	-
TR.2-17	-9.19	62	-99.78	41	-6.50	57	-2.75	115	0.00	-
TR.2-18	-10.84	66	-104.66	37	-7.08	53	-3.01	113	0.00	-
TR.2-19	-10.66	62	-104.28	41	-7.02	57	-3.00	115	0.00	-
TR.2-20	-12.03	62	-108.52	41	-7.53	53	-3.22	113	0.00	-
TR.2-21	-11.91	62	-108.23	41	-7.48	57	-3.21	115	0.00	-
TR.2-22	-13.02	62	-111.60	41	-7.88	57	-3.39	115	0.00	-
TR.2-23	-12.91	62	-111.33	41	-7.84	57	-3.38	115	0.00	-
TR.2-24	-13.75	62	-114.10	41	-8.17	57	-3.52	115	0.00	-
TR.2-25	-13.12	62	-113.54	41	-7.87	57	-3.41	115	0.00	-
TR.2-26	-13.72	62	-115.40	41	-8.09	57	-3.51	115	0.00	-
TR.2-27	-13.66	62	-115.21	41	-8.06	57	-3.50	115	0.00	-
TR.2-28	-14.01	62	-116.48	41	-8.22	57	-3.56	115	0.00	-

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE SLE IN SOLETTA: LIMITAZIONE TENSIONALE E APERTURA DELLE FESSURE (effetti globali)										
Sezione	Tens. Acciaio armature [Mpa] - Rara				Tens. cls [Mpa]- Rara		Tens. cls [Mpa] - Q.P.		Fessure [mm] - Rara	
	$\sigma_{arm,s, max}$	comb.	$\sigma_{arm,s,min}$	comb.	$\sigma_{sol,s}$	comb.	$\sigma_{sol,s}$	comb.	wk,max	comb.
TR.2-29	-14.02	62	-116.32	41	-8.19	57	-3.56	115	0.00	-
TR.2-30	-14.12	62	-116.72	41	-8.24	57	-3.58	115	0.00	-
TR.2-31	-14.14	62	-116.60	41	-8.22	57	-3.58	115	0.00	-
TR.2-32	-14.00	62	-116.41	41	-8.20	57	-3.56	115	0.00	-
TR.2-33	-14.05	62	-116.34	41	-8.19	57	-3.56	115	0.00	-
TR.2-34	-13.67	62	-115.27	41	-8.06	57	-3.50	115	0.00	-
TR.2-35	-13.77	62	-115.23	41	-8.06	57	-3.51	115	0.00	-
TR.2-36	-13.15	62	-113.57	41	-7.87	57	-3.41	115	0.00	-
TR.2-37	-13.85	62	-113.87	41	-8.13	57	-3.52	115	0.00	-
TR.2-38	-13.00	62	-111.28	41	-7.82	57	-3.38	115	0.00	-
TR.2-39	-13.14	62	-111.33	41	-7.82	57	-3.39	115	0.00	-
TR.2-40	-12.04	62	-108.13	41	-7.45	57	-3.21	115	0.00	-
TR.2-41	-12.17	62	-108.21	41	-7.46	57	-3.22	115	0.00	-
TR.2-42	-10.85	62	-104.11	41	-6.97	57	-3.00	115	0.00	-
TR.2-43	-11.04	62	-104.27	41	-6.99	57	-3.01	115	0.00	-
TR.2-44	-9.43	62	-99.54	41	-6.44	57	-2.75	115	0.00	-
TR.2-45	-9.60	62	-99.71	41	-6.47	57	-2.76	115	0.00	-
TR.2-46	-7.81	62	-94.05	41	-5.80	57	-2.46	115	0.00	-
TR.2-47	-8.02	62	-94.28	41	-5.83	57	-2.48	115	0.00	-
TR.2-48	-5.99	62	-87.90	41	-5.08	65	-2.15	116	0.00	-
TR.2-49	-7.31	66	-94.04	37	-5.74	53	-2.43	113	0.00	-
TR.2-50	-4.85	62	-85.97	41	-4.78	53	-2.01	113	0.00	-
TR.2-51	-5.10	62	-86.59	41	-4.85	53	-2.03	113	0.00	-
TR.2-52	-2.37	62	-77.44	41	-3.79	57	-1.57	115	0.00	-
TR.2-53	-2.62	62	-78.11	41	-3.87	53	-1.59	113	0.00	-
TR.2-54	-1.79	64	-67.79	41	-2.66	57	-1.36	112	0.01	102
TR.2-55	-1.52	66	-68.84	41	-2.80	65	-1.30	112	0.01	98
TR.2-56	5.52	62	-55.62	41	-1.43	65	-0.54	115	0.06	98
TR.2-57	5.77	66	-57.11	37	-1.60	61	-0.56	113	0.05	102
TR.2-58	22.83	62	-47.31	70	0.00	-	0.00	-	0.11	98
TR.2-59	21.72	62	-48.47	70	0.00	57	0.00	-	0.10	98
TR.2-60	18.69	61	-48.46	69	0.00	-	0.00	-	0.10	97

Tabella 62 – Verifiche SLE in soletta. Trave n°2

VERIFICHE SLE PIOLI		
Scorrimento sui pioli [Mpa] - Rara		
Sezione	$\eta_{pioli,sle}$	comb.
TR.2-1	0.55	69
TR.2-2	0.55	69
TR.2-3	0.48	70
TR.2-4	0.48	70
TR.2-5	0.49	70
TR.2-6	0.49	70
TR.2-7	0.50	70
TR.2-8	0.48	56
TR.2-9	0.47	56
TR.2-10	0.44	56
TR.2-11	0.44	56
TR.2-12	0.40	56
TR.2-13	0.37	56
TR.2-14	0.34	56
TR.2-15	0.35	56
TR.2-16	0.32	56

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE SLE PIOLI		
Scorrimento sui pioli [Mpa] - Rara		
Sezione	$\eta_{pioli,sle}$	comb.
TR.2-17	0.31	56
TR.2-18	0.29	56
TR.2-19	0.29	56
TR.2-20	0.26	56
TR.2-21	0.26	56
TR.2-22	0.23	56
TR.2-23	0.24	56
TR.2-24	0.21	56
TR.2-25	0.20	56
TR.2-26	0.17	56
TR.2-27	0.18	56
TR.2-28	0.15	56
TR.2-29	0.15	56
TR.2-30	0.13	39
TR.2-31	0.13	40
TR.2-32	0.15	59
TR.2-33	0.15	59
TR.2-34	0.18	59
TR.2-35	0.17	59
TR.2-36	0.19	59
TR.2-37	0.20	59
TR.2-38	0.23	55
TR.2-39	0.22	59
TR.2-40	0.25	59
TR.2-41	0.25	59
TR.2-42	0.28	59
TR.2-43	0.28	59
TR.2-44	0.30	55
TR.2-45	0.31	55
TR.2-46	0.34	55
TR.2-47	0.33	55
TR.2-48	0.36	55
TR.2-49	0.39	55
TR.2-50	0.42	55
TR.2-51	0.41	55
TR.2-52	0.44	55
TR.2-53	0.45	55
TR.2-54	0.50	70
TR.2-55	0.49	70
TR.2-56	0.49	70
TR.2-57	0.48	70
TR.2-58	0.48	70
TR.2-59	0.55	69
TR.2-60	0.55	69

Tabella 63 – Verifiche SLE dei pioli. Trave n°2

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

ALLEGATO D VERIFICHE A FATICA DELLE TRAVI DI IMPALCATO - TABULATI DI VERIFICA

Si riportano, in formato tabulare:

- le massime escursioni causate dal treno di carico LM71 corrispondente ai due binari;
- le massime escursioni di calcolo $\Delta\sigma_{Ed}$ e $\Delta\tau_{Ed}$ utilizzate per le verifiche a fatica delle travi miste di impalcato e dei pioli. Nelle stesse tabelle si riportano i valori dei coefficienti λ_1 e λ_4 assunti nel calcolo. Per i valori dei coefficienti λ_2 e λ_3 si rimanda al §9.6 della presente relazione.

Per l'individuazione della sezione e per le sue caratteristiche geometriche si rimanda al capitolo 8.

Per la descrizione delle combinazioni si rimanda all'Allegato A .

Per la descrizione delle modalità di verifica e per i risultati delle verifiche in forma grafica si rimanda al capitolo 9.

TRAVE n°1

VERIFICHE A FATICA																
Sezione	MASSIME ESCURSIONI DI TENSIONI PER LM71 SU BINARIO PARI								MASSIME ESCURSIONI DI TENSIONI PER LM71 SU BINARIO DISPARI							
	$\Delta\sigma_{pb,s}$	$\Delta\sigma_{an,s}$	$\Delta\sigma_{an,i}$	$\Delta\sigma_{pb,i}$	$\Delta\tau_{m,an}$	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$	$\Delta\tau_{pioli}$	$\Delta\sigma_{pb,s}$	$\Delta\sigma_{an,s}$	$\Delta\sigma_{an,i}$	$\Delta\sigma_{pb,i}$	$\Delta\tau_{m,an}$	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$	$\Delta\tau_{pioli}$
TR.1-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
TR.1-2	0.00	0.00	0.01	0.01	0.08	-	0.07	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
TR.1-3	0.09	0.11	2.40	2.43	19.80	-	16.65	33.84	0.06	0.08	1.74	1.76	4.23	-	3.56	7.24
TR.1-4	1.65	1.55	8.77	8.90	19.64	-	16.51	33.58	0.29	0.25	3.58	3.62	4.23	-	3.56	7.24
TR.1-5	1.38	1.28	8.53	8.64	18.81	-	15.81	32.16	0.66	0.62	3.82	3.87	3.98	-	3.34	6.80
TR.1-6	2.90	2.69	18.74	18.99	18.65	-	15.69	31.84	0.98	0.92	5.97	6.05	3.98	-	3.35	6.79
TR.1-7	2.83	2.67	13.97	14.17	17.40	-	14.63	29.71	1.23	1.12	9.73	9.86	3.34	-	2.81	5.71
TR.1-8	4.11	3.85	22.92	23.23	17.24	-	14.50	58.92	1.46	1.34	11.42	11.57	3.34	-	2.81	11.42
TR.1-9	3.90	3.65	22.74	23.05	16.57	-	13.94	56.63	1.79	1.67	11.60	11.76	3.19	-	2.68	10.89
TR.1-10	5.08	4.73	31.34	31.77	16.42	-	13.80	56.13	2.00	1.85	13.25	13.42	3.19	-	2.68	10.89
TR.1-11	5.08	4.78	26.64	27.01	15.28	-	12.84	52.22	2.21	2.04	16.67	16.89	2.58	-	2.17	8.84
TR.1-12	6.13	5.74	34.40	34.87	15.12	-	12.71	51.72	2.35	2.17	17.96	18.20	2.58	-	2.17	8.84
TR.1-13	6.18	5.83	24.82	25.42	16.30	-	12.99	46.54	2.77	2.60	13.14	13.45	2.72	-	2.17	7.77
TR.1-14	7.19	6.75	30.10	30.83	16.13	-	12.85	46.08	2.90	2.72	14.02	14.35	2.72	-	2.17	7.78
TR.1-15	7.13	6.73	27.25	27.93	15.14	-	12.06	43.25	3.13	2.92	16.02	16.39	2.22	-	1.77	6.34
TR.1-16	7.98	7.53	31.88	32.66	14.97	-	11.92	42.78	3.22	3.00	16.65	17.04	2.22	-	1.77	6.34
TR.1-17	7.85	7.40	31.80	32.57	14.40	-	11.47	41.16	3.48	3.26	16.73	17.12	2.09	-	1.66	5.96
TR.1-18	8.68	8.17	35.96	36.84	14.23	-	11.33	40.67	3.58	3.35	17.34	17.75	2.09	-	1.66	5.96
TR.1-19	8.61	8.13	33.78	34.61	13.58	-	10.82	38.81	3.78	3.53	18.81	19.25	1.73	-	1.38	4.95
TR.1-20	9.28	8.75	37.15	38.06	13.41	-	10.68	38.32	3.84	3.58	19.23	19.68	1.73	-	1.38	4.95
TR.1-21	9.16	8.63	37.08	37.99	13.00	-	10.35	37.15	4.04	3.79	19.29	19.75	1.61	-	1.28	4.59
TR.1-22	9.74	9.17	40.14	41.12	12.82	-	10.22	36.65	4.10	3.84	19.68	20.14	1.61	-	1.28	4.59
TR.1-23	9.68	9.13	38.62	39.57	12.51	-	9.96	35.75	4.25	3.97	20.72	21.21	1.35	-	1.07	3.85
TR.1-24	10.11	9.52	40.81	41.80	12.34	-	9.83	35.26	4.27	3.99	20.91	21.40	1.35	-	1.07	3.85
TR.1-25	10.07	9.53	36.84	37.95	15.67	-	9.36	33.93	4.43	4.17	18.95	19.50	1.56	-	0.93	3.39
TR.1-26	10.41	9.85	38.53	39.69	15.45	-	9.23	33.44	4.45	4.19	19.12	19.67	1.56	-	0.93	3.39
TR.1-27	10.37	9.82	37.80	38.93	15.39	-	9.19	33.32	4.54	4.27	19.62	20.19	1.37	-	0.82	2.96
TR.1-28	10.54	9.98	38.68	39.84	15.17	-	9.06	32.84	4.53	4.26	19.63	20.20	1.37	-	0.82	2.96
TR.1-29	10.50	9.94	38.66	39.82	15.13	-	9.03	32.75	4.59	4.32	19.64	20.21	1.20	-	0.71	2.59
TR.1-30	10.59	10.02	39.25	40.43	14.98	-	8.95	32.44	4.59	4.32	19.65	20.22	1.20	-	0.71	2.59
TR.1-31	10.57	10.00	39.20	40.38	14.93	-	8.91	32.31	4.62	4.35	19.68	20.25	1.21	-	0.72	2.62
TR.1-32	10.52	9.95	38.86	40.02	15.00	-	8.96	32.47	4.58	4.31	19.49	20.06	1.21	-	0.72	2.62
TR.1-33	10.51	9.94	38.86	40.03	14.98	-	8.95	32.43	4.56	4.29	19.49	20.05	1.32	-	0.79	2.86
TR.1-34	10.38	9.82	38.23	39.37	15.20	-	9.08	32.90	4.53	4.26	19.31	19.88	1.32	-	0.79	2.86
TR.1-35	10.37	9.81	38.88	40.05	15.16	-	9.05	32.82	4.48	4.22	18.86	19.41	1.74	-	1.04	3.77

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		
Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE A FATICA																
Sezione	MASSIME ESCURSIONI DI TENSIONI PER LM71 SU BINARIO PARI								MASSIME ESCURSIONI DI TENSIONI PER LM71 SU BINARIO DISPARI							
	$\Delta\sigma_{pb,s}$	$\Delta\sigma_{an,s}$	$\Delta\sigma_{an,i}$	$\Delta\sigma_{pb,i}$	$\Delta\tau_{m,an}$	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$	$\Delta\tau_{pioli}$	$\Delta\sigma_{pb,s}$	$\Delta\sigma_{an,s}$	$\Delta\sigma_{an,i}$	$\Delta\sigma_{pb,i}$	$\Delta\tau_{m,an}$	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$	$\Delta\tau_{pioli}$
TR.1-36	10.07	9.53	37.44	38.56	15.38	-	9.19	33.30	4.42	4.17	18.54	19.09	1.74	-	1.04	3.77
TR.1-37	10.06	9.47	41.45	42.46	12.07	-	9.62	34.50	4.30	4.03	20.47	20.95	1.47	-	1.17	4.21
TR.1-38	9.68	9.12	39.50	40.47	12.24	-	9.75	34.99	4.25	3.98	20.13	20.60	1.47	-	1.17	4.21
TR.1-39	9.70	9.12	40.94	41.93	12.50	-	9.96	35.72	4.14	3.88	19.13	19.58	1.87	-	1.49	5.34
TR.1-40	9.15	8.61	38.10	39.02	12.67	-	10.09	36.21	4.05	3.80	18.60	19.04	1.87	-	1.49	5.34
TR.1-41	9.23	8.69	38.16	39.09	13.06	-	10.40	37.33	3.87	3.63	18.54	18.98	1.96	-	1.56	5.60
TR.1-42	8.60	8.11	34.99	35.84	13.23	-	10.54	37.82	3.78	3.54	17.99	18.41	1.96	-	1.56	5.60
TR.1-43	8.64	8.12	37.12	38.01	13.87	-	11.05	39.66	3.61	3.39	16.55	16.95	2.34	-	1.87	6.69
TR.1-44	7.84	7.37	33.10	33.90	14.05	-	11.19	40.15	3.49	3.28	15.84	16.21	2.34	-	1.87	6.69
TR.1-45	7.95	7.49	33.18	33.98	14.64	-	11.66	41.84	3.24	3.03	15.76	16.13	2.42	-	1.93	6.92
TR.1-46	7.12	6.71	28.71	29.41	14.81	-	11.80	42.32	3.13	2.93	15.04	15.39	2.42	-	1.93	6.92
TR.1-47	7.17	6.73	31.45	32.21	15.95	-	12.71	45.57	2.92	2.74	13.09	13.40	2.87	-	2.29	8.20
TR.1-48	6.18	5.81	26.25	26.89	16.12	-	12.85	46.03	2.77	2.61	12.17	12.46	2.87	-	2.29	8.20
TR.1-49	6.12	5.71	36.32	36.81	15.10	-	12.69	51.65	2.37	2.19	16.64	16.86	2.63	-	2.21	8.99
TR.1-50	5.07	4.75	28.52	28.91	15.26	-	12.83	52.15	2.22	2.06	15.34	15.54	2.63	-	2.21	8.99
TR.1-51	5.08	4.71	33.22	33.67	16.71	-	14.05	57.13	2.00	1.87	11.93	12.09	3.03	-	2.55	10.37
TR.1-52	3.88	3.61	24.43	24.76	16.87	-	14.18	57.63	1.80	1.70	10.40	10.54	3.03	-	2.55	10.36
TR.1-53	4.09	3.81	24.59	24.93	17.68	-	14.86	60.40	1.47	1.36	10.23	10.37	3.10	-	2.61	10.60
TR.1-54	2.79	2.62	15.39	15.60	17.83	-	15.00	30.45	1.25	1.16	8.69	8.81	3.10	-	2.61	5.30
TR.1-55	2.91	2.70	19.65	19.91	19.09	-	16.06	32.60	0.97	0.91	5.36	5.43	3.72	-	3.12	6.34
TR.1-56	1.36	1.26	9.19	9.31	19.25	-	16.18	32.92	0.67	0.63	3.36	3.41	3.72	-	3.12	6.35
TR.1-57	1.66	1.55	9.37	9.50	20.15	-	16.94	34.46	0.29	0.26	3.16	3.20	3.98	-	3.34	6.80
TR.1-58	0.06	0.08	2.04	2.07	20.31	-	17.08	34.71	0.03	0.05	1.41	1.43	3.98	-	3.34	6.80
TR.1-59	0.00	0.00	0.01	0.01	0.08	-	0.07	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
TR.1-60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00

Tabella 64 – Massime escursioni di tensione corrispondenti al treno di carico LM71. Trave n°1

VERIFICHE A FATICA															
Sezione	ESCURSIONI TENSIONALI EQUIVALENTI $\Delta\sigma$ ed (MPa) \ $\Delta\tau$ ed (Mpa) PER VERIFICHE A DANNEGGIAMENTO														
	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{1,v}$	$\lambda_{4,\sigma}$	$\lambda_{4,\tau}$	$\lambda_{4,v}$	$\Delta\sigma_{pb,s}$	$\Delta\sigma_{an,s}$	$\Delta\sigma_{an,i}$	$\Delta\sigma_{pb,i}$	$\Delta\tau_{m,an}$	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$	$\Delta\tau_{pioli}$	
TR.1-1	0.64	0.64	0.75	0.80	0.80	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	
TR.1-2	0.64	0.64	0.75	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05	-	0.04	0.10	
TR.1-3	0.64	0.64	0.75	0.83	0.90	0.91	0.08	0.10	2.19	2.21	13.82	-	11.62	28.07	
TR.1-4	0.64	0.64	0.75	0.91	0.90	0.91	1.13	1.05	7.21	7.30	13.72	-	11.54	27.88	
TR.1-5	0.64	0.64	0.75	0.84	0.90	0.91	1.10	1.03	6.67	6.76	13.12	-	11.03	26.64	
TR.1-6	0.64	0.64	0.75	0.87	0.90	0.91	2.15	2.00	13.70	13.89	13.02	-	10.95	26.40	
TR.1-7	0.64	0.64	0.75	0.85	0.91	0.92	2.21	2.06	12.90	13.08	12.03	-	10.11	24.34	
TR.1-8	0.64	0.64	0.75	0.86	0.91	0.92	3.08	2.86	18.97	19.23	11.93	-	10.03	48.31	
TR.1-9	0.64	0.64	0.75	0.85	0.91	0.92	3.08	2.89	18.62	18.88	11.46	-	9.63	46.39	
TR.1-10	0.64	0.64	0.75	0.86	0.91	0.92	3.88	3.60	24.44	24.77	11.36	-	9.55	46.03	
TR.1-11	0.64	0.64	0.75	0.85	0.91	0.92	3.97	3.71	23.57	23.89	10.45	-	8.78	42.24	
TR.1-12	0.64	0.64	0.75	0.86	0.91	0.92	4.66	4.35	28.76	29.15	10.35	-	8.70	41.87	
TR.1-13	0.64	0.64	0.75	0.85	0.91	0.92	4.86	4.57	20.61	21.11	11.14	-	8.88	37.60	
TR.1-14	0.64	0.64	0.75	0.85	0.91	0.92	5.52	5.18	24.14	24.72	11.03	-	8.79	37.26	
TR.1-15	0.64	0.64	0.75	0.85	0.92	0.93	5.58	5.25	23.53	24.10	10.25	-	8.17	34.57	
TR.1-16	0.64	0.64	0.75	0.86	0.92	0.93	6.13	5.76	26.56	27.20	10.14	-	8.08	34.22	
TR.1-17	0.64	0.64	0.75	0.85	0.92	0.93	6.16	5.79	26.37	27.00	9.75	-	7.76	32.87	
TR.1-18	0.64	0.64	0.75	0.85	0.92	0.93	6.70	6.29	29.12	29.82	9.64	-	7.68	32.50	
TR.1-19	0.64	0.64	0.75	0.85	0.93	0.94	6.74	6.34	28.60	29.29	9.12	-	7.27	30.71	
TR.1-20	0.64	0.64	0.75	0.85	0.93	0.94	7.16	6.73	30.79	31.53	9.01	-	7.18	30.35	
TR.1-21	0.64	0.64	0.75	0.85	0.93	0.94	7.18	6.75	30.64	31.38	8.72	-	6.94	29.34	
TR.1-22	0.64	0.64	0.75	0.85	0.93	0.94	7.55	7.10	32.63	33.42	8.61	-	6.86	28.97	
TR.1-23	0.64	0.64	0.75	0.85	0.94	0.94	7.58	7.13	32.27	33.05	8.33	-	6.64	28.02	
TR.1-24	0.64	0.64	0.75	0.85	0.94	0.94	7.84	7.37	33.65	34.47	8.22	-	6.55	27.65	
TR.1-25	0.64	0.64	0.75	0.85	0.94	0.95	7.88	7.45	30.34	31.24	10.41	-	6.22	26.49	
TR.1-26	0.64	0.64	0.75	0.85	0.94	0.95	8.10	7.65	31.41	32.34	10.27	-	6.13	26.13	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE A FATICA														
ESCURSIONI TENSIONALI EQUIVALENTI $\Delta\sigma$ ed (MPa) \ $\Delta\tau$ ed (Mpa) PER VERIFICHE A DANNEGGIAMENTO														
Sezione	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{1,v}$	$\lambda_{4,\sigma}$	$\lambda_{4,\tau}$	$\lambda_{4,v}$	$\Delta\sigma_{pb,s}$	$\Delta\sigma_{an,s}$	$\Delta\sigma_{an,i}$	$\Delta\sigma_{pb,i}$	$\Delta\tau_{m,an}$	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$	$\Delta\tau_{pioli}$
TR.1-27	0.64	0.64	0.75	0.85	0.95	0.95	8.11	7.66	31.23	32.16	10.18	-	6.08	25.89
TR.1-28	0.64	0.64	0.75	0.85	0.95	0.95	8.21	7.76	31.76	32.70	10.04	-	5.99	25.53
TR.1-29	0.64	0.64	0.75	0.85	0.95	0.96	8.21	7.76	31.71	32.66	9.96	-	5.95	25.33
TR.1-30	0.64	0.64	0.75	0.85	0.95	0.96	8.27	7.81	32.06	33.01	9.87	-	5.90	25.10
TR.1-31	0.64	0.64	0.75	0.85	0.95	0.95	8.26	7.80	32.03	32.98	9.84	-	5.88	25.01
TR.1-32	0.64	0.64	0.75	0.85	0.95	0.95	8.21	7.76	31.75	32.69	9.88	-	5.90	25.13
TR.1-33	0.64	0.64	0.75	0.85	0.95	0.95	8.20	7.75	31.76	32.70	9.90	-	5.91	25.18
TR.1-34	0.64	0.64	0.75	0.85	0.95	0.95	8.11	7.66	31.31	32.23	10.04	-	6.00	25.54
TR.1-35	0.64	0.64	0.75	0.85	0.94	0.94	8.09	7.64	31.43	32.36	10.13	-	6.05	25.81
TR.1-36	0.64	0.64	0.75	0.85	0.94	0.94	7.88	7.45	30.44	31.35	10.27	-	6.13	26.17
TR.1-37	0.64	0.64	0.75	0.85	0.93	0.94	7.83	7.36	33.73	34.55	8.09	-	6.44	27.23
TR.1-38	0.64	0.64	0.75	0.85	0.93	0.94	7.57	7.12	32.43	33.21	8.20	-	6.53	27.59
TR.1-39	0.64	0.64	0.75	0.85	0.92	0.93	7.54	7.08	32.73	33.52	8.47	-	6.75	28.59
TR.1-40	0.64	0.64	0.75	0.85	0.92	0.93	7.17	6.74	30.82	31.56	8.58	-	6.84	28.95
TR.1-41	0.64	0.64	0.75	0.85	0.92	0.93	7.15	6.72	30.94	31.68	8.86	-	7.06	29.89
TR.1-42	0.64	0.64	0.75	0.85	0.92	0.93	6.73	6.33	28.81	29.50	8.97	-	7.14	30.25
TR.1-43	0.64	0.64	0.75	0.85	0.91	0.92	6.69	6.28	29.29	29.99	9.49	-	7.56	32.07
TR.1-44	0.64	0.64	0.75	0.85	0.92	0.92	6.16	5.79	26.59	27.23	9.60	-	7.65	32.43
TR.1-45	0.64	0.64	0.75	0.85	0.92	0.92	6.12	5.75	26.76	27.40	10.00	-	7.96	33.78
TR.1-46	0.64	0.64	0.75	0.85	0.92	0.92	5.58	5.25	23.78	24.36	10.11	-	8.05	34.12
TR.1-47	0.64	0.64	0.75	0.85	0.91	0.92	5.52	5.18	24.36	24.95	10.96	-	8.74	37.08
TR.1-48	0.64	0.64	0.75	0.85	0.91	0.92	4.86	4.57	20.86	21.37	11.07	-	8.82	37.42
TR.1-49	0.64	0.64	0.75	0.86	0.91	0.92	4.66	4.34	29.07	29.46	10.35	-	8.70	41.89
TR.1-50	0.64	0.64	0.75	0.85	0.91	0.92	3.96	3.71	23.85	24.18	10.45	-	8.79	42.26
TR.1-51	0.64	0.64	0.75	0.86	0.91	0.92	3.88	3.60	24.75	25.08	11.49	-	9.66	46.52
TR.1-52	0.64	0.64	0.75	0.85	0.91	0.92	3.08	2.88	18.86	19.11	11.59	-	9.75	46.88
TR.1-53	0.64	0.64	0.75	0.86	0.91	0.92	3.07	2.85	19.23	19.49	12.13	-	10.20	49.02
TR.1-54	0.64	0.64	0.75	0.85	0.91	0.92	2.20	2.05	13.07	13.25	12.22	-	10.28	24.69
TR.1-55	0.64	0.64	0.75	0.87	0.91	0.92	2.16	2.00	13.89	14.07	13.21	-	11.11	26.74
TR.1-56	0.64	0.64	0.75	0.84	0.91	0.92	1.10	1.02	6.77	6.86	13.31	-	11.19	26.98
TR.1-57	0.64	0.64	0.75	0.91	0.90	0.91	1.14	1.06	7.31	7.41	13.96	-	11.74	28.31
TR.1-58	0.64	0.64	0.75	0.84	0.90	0.92	0.05	0.07	1.85	1.87	14.06	-	11.82	28.49
TR.1-59	0.64	0.64	0.75	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05	-	0.04	0.10
TR.1-60	0.64	0.64	0.75	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00

Tabella 65 – Coefficienti λ e massime escursioni di progetto. Trave n°1

TRAVE n°2

VERIFICHE A FATICA																
Sezione	MASSIME ESCURSIONI DI TENSIONI PER LM71 SU BINARIO PARI								MASSIME ESCURSIONI DI TENSIONI PER LM71 SU BINARIO DISPARI							
	$\Delta\sigma_{pb,s}$	$\Delta\sigma_{an,s}$	$\Delta\sigma_{an,i}$	$\Delta\sigma_{pb,i}$	$\Delta\tau_{m,an}$	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$	$\Delta\tau_{pioli}$	$\Delta\sigma_{pb,s}$	$\Delta\sigma_{an,s}$	$\Delta\sigma_{an,i}$	$\Delta\sigma_{pb,i}$	$\Delta\tau_{m,an}$	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$	$\Delta\tau_{pioli}$
TR.2-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
TR.2-2	2.24	2.20	2.08	2.13	5.81	-	6.49	9.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
TR.2-3	12.61	12.39	26.75	27.21	25.01	-	27.93	40.81	0.48	0.46	17.78	18.00	6.27	-	5.38	10.23
TR.2-4	2.51	2.54	12.72	12.86	22.29	-	19.11	36.37	0.67	0.52	19.89	20.13	6.27	-	5.38	10.23
TR.2-5	2.00	2.03	12.65	12.80	22.34	-	19.16	36.46	0.65	0.50	19.80	20.04	6.39	-	5.47	10.42
TR.2-6	3.80	3.73	10.61	10.76	21.00	-	18.02	34.18	1.46	1.26	22.51	22.79	6.39	-	5.48	10.39
TR.2-7	3.34	3.23	8.74	8.88	21.31	-	18.29	34.68	1.49	1.31	19.24	19.48	6.70	-	5.75	10.90
TR.2-8	5.10	4.90	15.13	15.37	20.25	-	17.38	65.92	2.27	2.05	22.03	22.31	6.70	-	5.75	21.80
TR.2-9	4.71	4.52	14.99	15.22	20.09	-	17.24	65.38	2.26	2.04	22.07	22.35	6.67	-	5.73	21.72
TR.2-10	5.88	5.63	20.28	20.58	19.77	-	16.96	64.34	3.03	2.78	25.02	25.35	6.67	-	5.73	21.72
TR.2-11	5.59	5.31	22.67	23.00	19.31	-	16.57	62.87	3.17	2.94	21.02	21.30	6.53	-	5.60	21.26
TR.2-12	6.73	6.39	27.82	28.22	18.62	-	15.98	60.61	3.87	3.60	24.27	24.59	6.53	-	5.60	21.26
TR.2-13	6.44	6.13	20.02	20.54	20.68	-	16.78	55.97	3.89	3.64	17.61	18.03	7.22	-	5.86	19.55
TR.2-14	7.33	6.97	22.87	23.46	20.47	-	16.61	55.41	4.56	4.28	19.87	20.34	7.22	-	5.86	19.55

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE A FATICA																
Sezione	MASSIME ESCURSIONI DI TENSIONI PER LM71 SU BINARIO PARI								MASSIME ESCURSIONI DI TENSIONI PER LM71 SU BINARIO DISPARI							
	$\Delta\sigma_{pb,s}$	$\Delta\sigma_{an,s}$	$\Delta\sigma_{an,i}$	$\Delta\sigma_{pb,i}$	$\Delta\tau_{m,an}$	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$	$\Delta\tau_{pioli}$	$\Delta\sigma_{pb,s}$	$\Delta\sigma_{an,s}$	$\Delta\sigma_{an,i}$	$\Delta\sigma_{pb,i}$	$\Delta\tau_{m,an}$	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$	$\Delta\tau_{pioli}$
TR.2-15	7.02	6.64	25.18	25.82	20.26	-	16.44	54.84	4.56	4.30	18.05	18.50	7.24	-	5.87	19.59
TR.2-16	7.80	7.38	27.79	28.49	19.79	-	16.05	53.55	5.21	4.91	20.26	20.76	7.24	-	5.87	19.59
TR.2-17	7.59	7.17	27.70	28.39	19.67	-	15.96	53.24	5.16	4.86	20.30	20.80	6.93	-	5.62	18.75
TR.2-18	8.13	7.69	29.49	30.23	19.83	-	16.09	53.67	5.77	5.44	22.35	22.91	6.93	-	5.62	18.75
TR.2-19	7.93	7.47	31.25	32.02	19.85	-	16.10	53.71	5.74	5.43	20.97	21.50	6.32	-	5.13	17.11
TR.2-20	8.51	8.02	33.20	34.02	19.25	-	15.62	52.09	6.19	5.85	22.48	23.04	6.32	-	5.13	17.11
TR.2-21	8.37	7.89	33.13	33.94	19.28	-	15.65	52.19	6.15	5.81	22.51	23.07	6.10	-	4.95	16.50
TR.2-22	8.74	8.24	34.35	35.19	19.31	-	15.67	52.26	6.53	6.18	23.83	24.43	6.10	-	4.95	16.50
TR.2-23	8.61	8.09	35.62	36.48	19.31	-	15.67	52.26	6.51	6.16	22.91	23.48	5.87	-	4.76	15.88
TR.2-24	8.96	8.42	36.75	37.65	18.89	-	15.33	51.12	6.85	6.49	24.05	24.66	5.87	-	4.76	15.88
TR.2-25	8.83	8.34	33.16	34.16	24.32	-	14.75	50.01	6.82	6.48	21.71	22.39	7.27	-	4.41	14.96
TR.2-26	8.97	8.47	33.56	34.57	24.61	-	14.92	50.61	7.09	6.74	22.55	23.25	7.27	-	4.41	14.96
TR.2-27	8.88	8.37	34.21	35.22	24.76	-	15.02	50.93	7.09	6.74	22.12	22.81	6.90	-	4.18	14.19
TR.2-28	9.11	8.59	34.85	35.89	24.07	-	14.60	49.50	7.17	6.82	22.36	23.05	6.90	-	4.18	14.19
TR.2-29	9.02	8.51	34.85	35.89	24.24	-	14.70	49.84	7.19	6.84	22.36	23.06	6.88	-	4.17	14.15
TR.2-30	9.06	8.54	34.92	35.96	24.35	-	14.77	50.08	7.19	6.85	22.40	23.10	6.88	-	4.17	14.15
TR.2-31	9.00	8.48	34.95	35.99	24.41	-	14.80	50.21	7.23	6.88	22.38	23.07	6.92	-	4.20	14.24
TR.2-32	9.02	8.51	35.05	36.09	24.26	-	14.71	49.89	7.20	6.85	22.21	22.90	6.92	-	4.20	14.24
TR.2-33	8.98	8.47	35.06	36.10	24.08	-	14.60	49.53	7.26	6.91	22.20	22.90	6.92	-	4.20	14.23
TR.2-34	8.80	8.29	34.59	35.61	24.77	-	15.02	50.94	7.15	6.80	21.85	22.54	6.92	-	4.20	14.23
TR.2-35	8.77	8.26	34.00	35.01	24.54	-	14.88	50.47	7.23	6.88	22.24	22.94	7.33	-	4.44	15.07
TR.2-36	8.69	8.19	33.80	34.81	24.33	-	14.75	50.03	6.92	6.58	21.27	21.94	7.33	-	4.44	15.07
TR.2-37	8.68	8.14	37.44	38.34	18.80	-	15.26	50.89	7.04	6.68	23.58	24.18	5.93	-	4.81	16.05
TR.2-38	8.41	7.88	36.56	37.44	19.28	-	15.65	52.19	6.65	6.31	22.25	22.82	5.93	-	4.81	16.05
TR.2-39	8.39	7.88	35.32	36.18	19.21	-	15.58	51.98	6.78	6.42	23.16	23.75	6.30	-	5.11	17.04
TR.2-40	8.11	7.61	34.41	35.24	19.21	-	15.59	51.99	6.33	6.00	21.63	22.17	6.30	-	5.11	17.04
TR.2-41	8.07	7.57	34.46	35.29	19.03	-	15.44	51.51	6.50	6.17	21.61	22.16	6.60	-	5.35	17.85
TR.2-42	7.59	7.11	32.87	33.66	19.70	-	15.98	53.31	5.98	5.67	19.85	20.36	6.60	-	5.35	17.85
TR.2-43	7.59	7.13	31.12	31.88	19.41	-	15.75	52.54	6.15	5.82	21.23	21.77	7.55	-	6.13	20.44
TR.2-44	7.20	6.76	29.83	30.55	19.32	-	15.67	52.28	5.43	5.14	18.83	19.31	7.55	-	6.13	20.44
TR.2-45	7.17	6.73	29.90	30.63	19.17	-	15.56	51.88	5.65	5.36	18.81	19.29	8.03	-	6.51	21.72
TR.2-46	6.57	6.16	27.88	28.55	19.73	-	16.01	53.39	4.87	4.62	16.19	16.60	8.03	-	6.51	21.72
TR.2-47	6.60	6.23	25.56	26.19	19.54	-	15.85	52.88	5.05	4.78	18.00	18.45	8.45	-	6.86	22.87
TR.2-48	5.96	5.62	23.40	23.98	19.74	-	16.01	53.41	4.23	4.00	15.21	15.59	8.45	-	6.86	22.87
TR.2-49	5.94	5.56	32.45	32.90	17.35	-	14.89	56.47	4.44	4.19	20.99	21.28	7.96	-	6.83	25.92
TR.2-50	5.07	4.75	28.37	28.76	18.12	-	15.55	58.99	3.56	3.36	16.85	17.09	7.96	-	6.83	25.92
TR.2-51	5.18	4.89	24.87	25.22	17.49	-	15.01	56.95	3.74	3.51	19.94	20.22	8.92	-	7.65	29.02
TR.2-52	4.32	4.07	20.80	21.09	17.65	-	15.14	57.44	2.72	2.54	15.18	15.39	8.92	-	7.65	29.02
TR.2-53	4.40	4.15	20.96	21.25	17.22	-	14.78	56.06	2.95	2.77	15.16	15.37	9.34	-	8.02	30.40
TR.2-54	3.23	3.05	15.58	15.80	18.25	-	15.67	29.71	1.87	1.76	10.16	10.30	9.34	-	8.02	15.20
TR.2-55	3.51	3.32	15.53	15.76	17.33	-	14.88	28.21	2.08	1.95	11.06	11.21	9.44	-	8.10	15.37
TR.2-56	2.05	1.94	9.02	9.15	18.82	-	16.13	30.71	0.91	0.85	5.85	5.93	9.44	-	8.10	15.41
TR.2-57	2.37	2.25	9.24	9.38	18.26	-	15.66	29.80	1.09	1.03	5.81	5.89	9.59	-	8.22	15.65
TR.2-58	3.03	2.98	3.85	3.93	21.30	-	23.80	34.75	0.39	0.38	1.15	1.17	9.59	-	10.72	15.65
TR.2-59	2.24	2.20	2.08	2.13	5.81	-	6.49	9.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
TR.2-60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00

Tabella 66 – Massime escursioni di tensione corrispondenti al treno di carico LM71. Trave n°2

VERIFICHE A FATICA																
ESCURSIONI TENSIONALI EQUIVALENTI $\Delta\sigma$ ed (MPa) \ $\Delta\tau$ ed (Mpa) PER VERIFICHE A DANNEGGIAMENTO																
Sezione	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{1,v}$	$\lambda_{4,\sigma}$	$\lambda_{4,\tau}$	$\lambda_{4,v}$	$\Delta\sigma_{pb,s}$	$\Delta\sigma_{an,s}$	$\Delta\sigma_{an,i}$	$\Delta\sigma_{pb,i}$	$\Delta\tau_{m,an}$	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$	$\Delta\tau_{pioli}$		
TR.2-1	0.64	0.64	0.75	0.80	0.80	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00		
TR.2-2	0.64	0.64	0.75	1.00	1.00	1.00	1.43	1.41	1.33	1.36	3.72	-	4.15	7.11		
TR.2-3	0.64	0.64	0.75	0.98	0.89	0.90	8.18	8.03	27.82	28.23	17.77	-	18.92	34.59		
TR.2-4	0.64	0.64	0.75	0.88	0.88	0.90	1.80	1.73	18.43	18.64	16.08	-	13.78	31.40		
TR.2-5	0.64	0.64	0.75	0.87	0.88	0.90	1.48	1.41	18.06	18.27	16.15	-	13.85	31.57		
TR.2-6	0.64	0.64	0.75	0.86	0.87	0.90	2.88	2.74	18.19	18.43	15.32	-	13.15	29.93		
TR.2-7	0.64	0.64	0.75	0.85	0.87	0.89	2.62	2.47	15.19	15.40	15.62	-	13.41	30.56		
TR.2-8	0.64	0.64	0.75	0.85	0.87	0.89	4.00	3.78	20.19	20.47	14.98	-	12.85	58.69		

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	Progetto: IN17 Lotto: 12 Codifica: EI2CLVI2105001 B

VERIFICHE A FATICA															
ESCURSIONI TENSIONALI EQUIVALENTI $\Delta\sigma$ ed (MPa) \ $\Delta\tau$ ed (Mpa) PER VERIFICHE A DANNEGGIAMENTO															
Sezione	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{1,v}$	$\lambda_{4,\sigma}$	$\lambda_{4,\tau}$	$\lambda_{4,v}$	$\Delta\sigma$ pb,s	$\Delta\sigma$ an,s	$\Delta\sigma$ an,i	$\Delta\sigma$ pb,i	$\Delta\tau$ m,an	$\Delta\tau$ sald,s	$\Delta\tau$ sald,i	$\Delta\tau$ pioli	
TR.2-9	0.64	0.64	0.75	0.84	0.87	0.89	3.77	3.54	20.03	20.31	14.86	-	12.76	58.26	
TR.2-10	0.64	0.64	0.75	0.84	0.87	0.89	4.80	4.52	24.37	24.71	14.67	-	12.59	57.52	
TR.2-11	0.64	0.64	0.75	0.84	0.87	0.89	4.68	4.41	23.37	23.69	14.34	-	12.30	56.23	
TR.2-12	0.64	0.64	0.75	0.84	0.86	0.89	5.66	5.34	27.84	28.23	13.91	-	11.94	54.64	
TR.2-13	0.64	0.64	0.75	0.83	0.86	0.89	5.51	5.21	20.06	20.56	15.44	-	12.53	50.41	
TR.2-14	0.64	0.64	0.75	0.83	0.86	0.89	6.33	5.99	22.75	23.32	15.31	-	12.42	50.01	
TR.2-15	0.64	0.64	0.75	0.83	0.86	0.89	6.15	5.81	22.97	23.54	15.19	-	12.32	49.64	
TR.2-16	0.64	0.64	0.75	0.83	0.86	0.89	6.90	6.52	25.50	26.13	14.90	-	12.09	48.73	
TR.2-17	0.64	0.64	0.75	0.83	0.86	0.89	6.76	6.38	25.45	26.08	14.71	-	11.93	48.04	
TR.2-18	0.64	0.64	0.75	0.83	0.86	0.89	7.36	6.95	27.44	28.12	14.81	-	12.01	48.34	
TR.2-19	0.64	0.64	0.75	0.83	0.87	0.89	7.23	6.82	27.62	28.31	14.58	-	11.83	47.45	
TR.2-20	0.64	0.64	0.75	0.83	0.87	0.89	7.78	7.34	29.45	30.18	14.22	-	11.53	46.31	
TR.2-21	0.64	0.64	0.75	0.83	0.87	0.89	7.68	7.24	29.41	30.14	14.15	-	11.48	46.04	
TR.2-22	0.64	0.64	0.75	0.83	0.87	0.89	8.07	7.61	30.74	31.50	14.17	-	11.50	46.09	
TR.2-23	0.64	0.64	0.75	0.83	0.87	0.90	7.99	7.53	30.91	31.67	14.09	-	11.43	45.75	
TR.2-24	0.64	0.64	0.75	0.82	0.87	0.89	8.35	7.87	32.10	32.90	13.83	-	11.22	44.94	
TR.2-25	0.64	0.64	0.75	0.82	0.88	0.90	8.26	7.82	28.97	29.85	17.70	-	10.73	43.66	
TR.2-26	0.64	0.64	0.75	0.82	0.88	0.90	8.47	8.02	29.60	30.50	17.88	-	10.84	44.08	
TR.2-27	0.64	0.64	0.75	0.82	0.88	0.90	8.42	7.97	29.71	30.61	17.84	-	10.82	43.90	
TR.2-28	0.64	0.64	0.75	0.82	0.88	0.90	8.59	8.13	30.18	31.10	17.41	-	10.56	42.88	
TR.2-29	0.64	0.64	0.75	0.82	0.88	0.90	8.55	8.10	30.18	31.09	17.50	-	10.61	43.10	
TR.2-30	0.64	0.64	0.75	0.82	0.88	0.90	8.57	8.12	30.23	31.15	17.58	-	10.66	43.27	
TR.2-31	0.64	0.64	0.75	0.82	0.88	0.90	8.56	8.10	30.23	31.15	17.63	-	10.69	43.41	
TR.2-32	0.64	0.64	0.75	0.82	0.88	0.90	8.55	8.10	30.20	31.11	17.53	-	10.63	43.19	
TR.2-33	0.64	0.64	0.75	0.82	0.88	0.90	8.56	8.11	30.19	31.11	17.42	-	10.57	42.92	
TR.2-34	0.64	0.64	0.75	0.82	0.88	0.90	8.41	7.95	29.75	30.65	17.85	-	10.82	43.93	
TR.2-35	0.64	0.64	0.75	0.82	0.88	0.90	8.43	7.98	29.64	30.54	17.86	-	10.83	44.05	
TR.2-36	0.64	0.64	0.75	0.82	0.87	0.90	8.23	7.79	29.05	29.93	17.72	-	10.75	43.73	
TR.2-37	0.64	0.64	0.75	0.82	0.87	0.89	8.29	7.82	32.17	32.96	13.80	-	11.19	44.87	
TR.2-38	0.64	0.64	0.75	0.82	0.87	0.89	7.95	7.49	31.02	31.79	14.09	-	11.44	45.80	
TR.2-39	0.64	0.64	0.75	0.82	0.87	0.89	8.00	7.54	30.83	31.59	14.18	-	11.51	46.19	
TR.2-40	0.64	0.64	0.75	0.82	0.87	0.89	7.62	7.18	29.57	30.30	14.18	-	11.51	46.20	
TR.2-41	0.64	0.64	0.75	0.82	0.87	0.89	7.68	7.24	29.56	30.30	14.19	-	11.51	46.31	
TR.2-42	0.64	0.64	0.75	0.82	0.87	0.89	7.16	6.75	27.82	28.50	14.60	-	11.84	47.58	
TR.2-43	0.64	0.64	0.75	0.82	0.86	0.89	7.24	6.83	27.60	28.28	14.80	-	12.01	48.52	
TR.2-44	0.64	0.64	0.75	0.83	0.86	0.89	6.67	6.29	25.70	26.34	14.74	-	11.96	48.33	
TR.2-45	0.64	0.64	0.75	0.82	0.85	0.88	6.76	6.38	25.69	26.33	14.84	-	12.04	48.81	
TR.2-46	0.64	0.64	0.75	0.83	0.85	0.89	6.04	5.70	23.29	23.86	15.18	-	12.31	49.86	
TR.2-47	0.64	0.64	0.75	0.82	0.85	0.88	6.16	5.81	23.00	23.57	15.24	-	12.36	50.18	
TR.2-48	0.64	0.64	0.75	0.83	0.85	0.88	5.40	5.09	20.44	20.94	15.36	-	12.46	50.55	
TR.2-49	0.64	0.64	0.75	0.83	0.85	0.88	5.48	5.16	28.23	28.63	13.72	-	11.77	54.49	
TR.2-50	0.64	0.64	0.75	0.83	0.85	0.88	4.57	4.29	23.95	24.28	14.18	-	12.17	56.22	
TR.2-51	0.64	0.64	0.75	0.83	0.84	0.88	4.72	4.44	23.71	24.04	14.22	-	12.20	56.70	
TR.2-52	0.64	0.64	0.75	0.83	0.84	0.88	3.74	3.52	19.14	19.41	14.31	-	12.28	57.04	
TR.2-53	0.64	0.64	0.75	0.83	0.84	0.88	3.90	3.67	19.16	19.43	14.24	-	12.22	56.96	
TR.2-54	0.64	0.64	0.75	0.83	0.84	0.88	2.73	2.57	13.75	13.95	14.85	-	12.74	29.62	
TR.2-55	0.64	0.64	0.75	0.83	0.84	0.88	2.98	2.81	14.19	14.39	14.36	-	12.32	28.70	
TR.2-56	0.64	0.64	0.75	0.85	0.84	0.88	1.61	1.51	8.08	8.19	15.23	-	13.06	30.43	
TR.2-57	0.64	0.64	0.75	0.85	0.84	0.88	1.87	1.78	8.15	8.27	14.97	-	12.83	29.96	
TR.2-58	0.64	0.64	0.75	0.93	0.85	0.88	2.04	2.00	2.98	3.04	16.77	-	18.74	33.36	
TR.2-59	0.64	0.64	0.75	1.00	1.00	1.00	1.43	1.41	1.33	1.36	3.72	-	4.15	7.11	
TR.2-60	0.64	0.64	0.75	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	

Tabella 67 – Coefficienti λ e massime escursioni di progetto. Trave n°1

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

ALLEGATO E VERIFICHE DEI DIAFRAMMI E DEI CONTROVENTI INFERIORI – TABULATI DI VERIFICA

Si riportano, in formato tabulare, i risultati delle verifiche SLU e a fatica delle aste componenti i diaframmi e i controventi inferiori.

In tali tabelle si riportano, per ogni elemento:

- i valori massimo e minimo dello sforzo normale per le combinazioni elencate nel §A.2 . Vieni inoltre indicata la combinazione corrispondente a tale condizione;
- Le resistenze nei confronti dei vari meccanismi di collasso, col il corrispondente tasso di sfruttamento;

In giallo vengono evidenziati i tassi di sfruttamento maggiori all'80%.

Per la descrizione delle combinazioni si rimanda all'Allegato A .

Per la descrizione delle modalità di verifica si rimanda al capitolo11.

Si indica con:

TR-DG le aste diagonali dei traversi;

TR-BS le briglie superiori dei traversi;

TR-BI le briglie inferiori dei traversi;

CV-INF le aste dei controventi inferiori.

Nelle immagini seguenti viene riportata la numerazione dei vari elementi assunta nel modello di calcolo. Tale numerazione rispecchia quella indicata nelle tabelle.



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

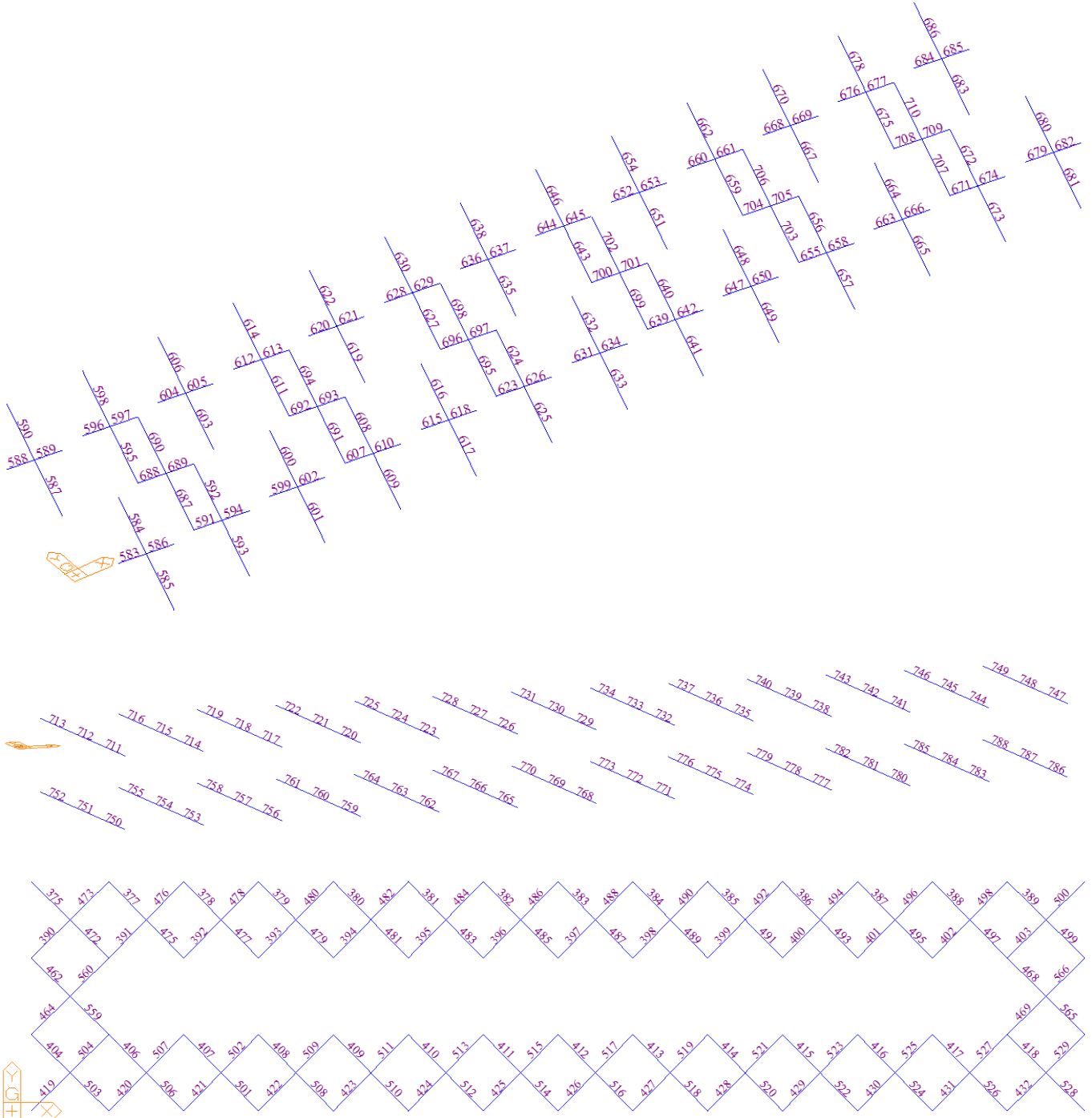


Figura 247- Numerazione delle aste nel modello



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE SLU DELLE ASTE E DEI COLLEGAMENTI																
ASTA	Nmax		Nmin		Verifica a instabilità		Verifica a trazione		Verifica taglio bulloni		Rifollamento piastra		Rifollamento profilo		Block tearing	
	Nmax [kN]	Comb	Nmin [kN]	comb	Nb,rd [kN]	η [-]	Nt,rd [kN]	η [-]	Nv,rd [kN]	η [-]	Nv,rd [kN]	η [-]	Nv,rd [kN]	η [-]	V,rd [kN]	η [-]
TR-DG-583	197	104	-224	25	330	0.68	517.2	0.38	102.5	0.36	299.0	0.12	80	0.47	222	0.45
TR-DG-584	117	52	-201	77	330	0.61	517.2	0.23	102.5	0.33	299.0	0.11	80	0.42	222	0.26
TR-DG-585	117	52	-202	77	330	0.61	517.2	0.23	102.5	0.33	299.0	0.11	80	0.42	222	0.26
TR-DG-586	198	104	-223	25	330	0.68	517.2	0.38	102.5	0.36	299.0	0.12	80	0.47	222	0.45
TR-DG-587	194	100	-225	29	330	0.68	517.2	0.37	102.5	0.37	299.0	0.13	80	0.47	222	0.44
TR-DG-588	116	56	-198	73	330	0.60	517.2	0.22	102.5	0.32	299.0	0.11	80	0.41	222	0.26
TR-DG-589	116	56	-197	73	330	0.60	517.2	0.23	102.5	0.32	299.0	0.11	80	0.41	222	0.26
TR-DG-590	194	100	-225	29	330	0.68	517.2	0.38	102.5	0.37	299.0	0.13	80	0.47	222	0.44
TR-DG-591	186	100	-210	29	330	0.64	517.2	0.36	102.5	0.34	299.0	0.12	80	0.44	222	0.42
TR-DG-592	83	116	-231	13	330	0.70	517.2	0.16	102.5	0.38	299.0	0.13	80	0.48	222	0.19
TR-DG-593	82	116	-232	13	330	0.70	517.2	0.16	102.5	0.38	299.0	0.13	80	0.49	222	0.18
TR-DG-594	187	100	-209	29	330	0.63	517.2	0.36	102.5	0.34	299.0	0.12	80	0.44	222	0.42
TR-DG-595	186	100	-209	29	330	0.63	517.2	0.36	102.5	0.34	299.0	0.12	80	0.44	222	0.42
TR-DG-596	82	120	-230	9	330	0.70	517.2	0.16	102.5	0.37	299.0	0.13	80	0.48	222	0.18
TR-DG-597	83	120	-229	9	330	0.69	517.2	0.16	102.5	0.37	299.0	0.13	80	0.48	222	0.19
TR-DG-598	187	100	-208	29	330	0.63	517.2	0.36	102.5	0.34	299.0	0.12	80	0.44	222	0.42
TR-DG-599	171	100	-189	29	330	0.57	517.2	0.33	102.5	0.31	299.0	0.11	80	0.40	222	0.39
TR-DG-600	74	116	-230	13	330	0.70	517.2	0.14	102.5	0.37	299.0	0.13	80	0.48	222	0.17
TR-DG-601	73	116	-231	13	330	0.70	517.2	0.14	102.5	0.38	299.0	0.13	80	0.48	222	0.16
TR-DG-602	172	100	-188	29	330	0.57	517.2	0.33	102.5	0.31	299.0	0.10	80	0.39	222	0.39
TR-DG-603	178	100	-187	29	330	0.57	517.2	0.34	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.40
TR-DG-604	73	120	-233	9	330	0.71	517.2	0.14	102.5	0.38	299.0	0.13	80	0.49	222	0.16
TR-DG-605	74	120	-232	9	330	0.70	517.2	0.14	102.5	0.38	299.0	0.13	80	0.48	222	0.17
TR-DG-606	179	100	-187	29	330	0.57	517.2	0.35	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.40
TR-DG-607	164	100	-189	29	330	0.57	517.2	0.32	102.5	0.31	299.0	0.11	80	0.39	222	0.37
TR-DG-608	71	84	-232	45	330	0.70	517.2	0.14	102.5	0.38	299.0	0.13	80	0.48	222	0.16
TR-DG-609	70	84	-232	45	330	0.70	517.2	0.14	102.5	0.38	299.0	0.13	80	0.49	222	0.16
TR-DG-610	165	100	-187	29	330	0.57	517.2	0.32	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.37
TR-DG-611	174	100	-186	29	330	0.56	517.2	0.34	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.39
TR-DG-612	70	88	-237	41	330	0.72	517.2	0.14	102.5	0.38	299.0	0.13	80	0.49	222	0.16
TR-DG-613	71	88	-236	41	330	0.72	517.2	0.14	102.5	0.38	299.0	0.13	80	0.49	222	0.16
TR-DG-614	175	100	-185	29	330	0.56	517.2	0.34	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.39
TR-DG-615	155	100	-178	29	330	0.54	517.2	0.30	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.37	222	0.35
TR-DG-616	70	84	-233	45	330	0.71	517.2	0.14	102.5	0.38	299.0	0.13	80	0.49	222	0.16
TR-DG-617	69	84	-234	45	330	0.71	517.2	0.13	102.5	0.38	299.0	0.13	80	0.49	222	0.16
TR-DG-618	156	100	-177	29	330	0.54	517.2	0.30	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.37	222	0.35
TR-DG-619	167	100	-177	29	330	0.54	517.2	0.32	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.37	222	0.38
TR-DG-620	69	88	-241	41	330	0.73	517.2	0.13	102.5	0.39	299.0	0.13	80	0.50	222	0.16
TR-DG-621	70	88	-240	41	330	0.73	517.2	0.14	102.5	0.39	299.0	0.13	80	0.50	222	0.16
TR-DG-622	168	100	-176	29	330	0.53	517.2	0.32	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.37	222	0.38
TR-DG-623	159	100	-181	29	330	0.55	517.2	0.31	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.38	222	0.36
TR-DG-624	73	84	-230	45	330	0.70	517.2	0.14	102.5	0.37	299.0	0.13	80	0.48	222	0.16
TR-DG-625	71	84	-230	45	330	0.70	517.2	0.14	102.5	0.37	299.0	0.13	80	0.48	222	0.16
TR-DG-626	160	100	-180	29	330	0.55	517.2	0.31	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.38	222	0.36
TR-DG-627	169	100	-180	29	330	0.55	517.2	0.33	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.38	222	0.38
TR-DG-628	72	88	-239	41	330	0.72	517.2	0.14	102.5	0.39	299.0	0.13	80	0.50	222	0.16
TR-DG-629	73	88	-238	41	330	0.72	517.2	0.14	102.5	0.39	299.0	0.13	80	0.50	222	0.17
TR-DG-630	170	100	-179	29	330	0.54	517.2	0.33	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.37	222	0.38
TR-DG-631	167	100	-180	29	330	0.54	517.2	0.32	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.38	222	0.38
TR-DG-632	80	84	-239	45	330	0.72	517.2	0.15	102.5	0.39	299.0	0.13	80	0.50	222	0.18
TR-DG-633	79	84	-239	45	330	0.73	517.2	0.15	102.5	0.39	299.0	0.13	80	0.50	222	0.18
TR-DG-634	168	100	-179	29	330	0.54	517.2	0.32	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.37	222	0.38
TR-DG-635	176	100	-182	29	330	0.55	517.2	0.34	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.38	222	0.40
TR-DG-636	80	88	-248	41	330	0.75	517.2	0.16	102.5	0.40	299.0	0.14	80	0.52	222	0.18
TR-DG-637	82	88	-247	41	330	0.75	517.2	0.16	102.5	0.40	299.0	0.14	80	0.52	222	0.18
TR-DG-638	177	100	-181	29	330	0.55	517.2	0.34	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.38	222	0.40
TR-DG-639	160	100	-182	29	330	0.55	517.2	0.31	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.38	222	0.36
TR-DG-640	72	84	-227	45	330	0.69	517.2	0.14	102.5	0.37	299.0	0.13	80	0.47	222	0.16
TR-DG-641	70	84	-228	45	330	0.69	517.2	0.14	102.5	0.37	299.0	0.13	80	0.48	222	0.16



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE SLU DELLE ASTE E DEI COLLEGAMENTI

ASTA	Nmax		Nmin		Verifica a instabilità		Verifica a trazione		Verifica taglio bulloni		Rifollamento piastra		Rifollamento profilo		Block tearing	
	Nmax [kN]	Comb	Nmin [kN]	comb	Nb,rd [kN]	$\eta[-]$	Nt,rd [kN]	$\eta[-]$	Nv,rd [kN]	$\eta[-]$	Nv,rd [kN]	$\eta[-]$	Nv,rd [kN]	$\eta[-]$	V,rd [kN]	$\eta[-]$
TR-DG-642	161	100	-180	29	330	0.55	517.2	0.31	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.38	222	0.36
TR-DG-643	170	100	-181	29	330	0.55	517.2	0.33	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.38	222	0.38
TR-DG-644	72	88	-237	41	330	0.72	517.2	0.14	102.5	0.39	299.0	0.13	80	0.50	222	0.16
TR-DG-645	73	88	-237	41	330	0.72	517.2	0.14	102.5	0.38	299.0	0.13	80	0.49	222	0.17
TR-DG-646	171	100	-180	29	330	0.54	517.2	0.33	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.38	222	0.39
TR-DG-647	155	100	-178	29	330	0.54	517.2	0.30	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.37	222	0.35
TR-DG-648	68	84	-226	45	330	0.69	517.2	0.13	102.5	0.37	299.0	0.13	80	0.47	222	0.15
TR-DG-649	67	84	-227	45	330	0.69	517.2	0.13	102.5	0.37	299.0	0.13	80	0.47	222	0.15
TR-DG-650	156	100	-177	29	330	0.54	517.2	0.30	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.37	222	0.35
TR-DG-651	166	100	-177	29	330	0.54	517.2	0.32	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.37	222	0.38
TR-DG-652	68	88	-237	41	330	0.72	517.2	0.13	102.5	0.39	299.0	0.13	80	0.50	222	0.15
TR-DG-653	69	88	-237	41	330	0.72	517.2	0.13	102.5	0.38	299.0	0.13	80	0.49	222	0.16
TR-DG-654	167	100	-176	29	330	0.53	517.2	0.32	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.37	222	0.38
TR-DG-655	160	100	-187	29	330	0.57	517.2	0.31	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.36
TR-DG-656	67	84	-219	45	330	0.66	517.2	0.13	102.5	0.36	299.0	0.12	80	0.46	222	0.15
TR-DG-657	66	84	-220	45	330	0.67	517.2	0.13	102.5	0.36	299.0	0.12	80	0.46	222	0.15
TR-DG-658	161	100	-186	29	330	0.56	517.2	0.31	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.36
TR-DG-659	171	100	-185	29	330	0.56	517.2	0.33	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.38
TR-DG-660	67	88	-230	41	330	0.70	517.2	0.13	102.5	0.37	299.0	0.13	80	0.48	222	0.15
TR-DG-661	68	88	-229	41	330	0.69	517.2	0.13	102.5	0.37	299.0	0.13	80	0.48	222	0.15
TR-DG-662	172	100	-184	29	330	0.56	517.2	0.33	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.39
TR-DG-663	158	100	-183	29	330	0.56	517.2	0.30	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.38	222	0.36
TR-DG-664	65	116	-208	13	330	0.63	517.2	0.12	102.5	0.34	299.0	0.12	80	0.44	222	0.15
TR-DG-665	64	116	-209	13	330	0.63	517.2	0.12	102.5	0.34	299.0	0.12	80	0.44	222	0.14
TR-DG-666	159	100	-182	29	330	0.55	517.2	0.31	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.38	222	0.36
TR-DG-667	169	100	-182	29	330	0.55	517.2	0.33	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.38	222	0.38
TR-DG-668	65	120	-219	9	330	0.66	517.2	0.13	102.5	0.36	299.0	0.12	80	0.46	222	0.15
TR-DG-669	66	120	-218	9	330	0.66	517.2	0.13	102.5	0.35	299.0	0.12	80	0.46	222	0.15
TR-DG-670	170	100	-181	29	330	0.55	517.2	0.33	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.38	222	0.38
TR-DG-671	158	100	-196	29	330	0.60	517.2	0.31	102.5	0.32	299.0	0.11	80	0.41	222	0.36
TR-DG-672	65	116	-196	13	330	0.59	517.2	0.12	102.5	0.32	299.0	0.11	80	0.41	222	0.15
TR-DG-673	64	116	-197	13	330	0.60	517.2	0.12	102.5	0.32	299.0	0.11	80	0.41	222	0.14
TR-DG-674	159	100	-195	29	330	0.59	517.2	0.31	102.5	0.32	299.0	0.11	80	0.41	222	0.36
TR-DG-675	169	100	-199	29	330	0.60	517.2	0.33	102.5	0.32	299.0	0.11	80	0.42	222	0.38
TR-DG-676	66	120	-205	9	330	0.62	517.2	0.13	102.5	0.33	299.0	0.11	80	0.43	222	0.15
TR-DG-677	67	120	-204	9	330	0.62	517.2	0.13	102.5	0.33	299.0	0.11	80	0.43	222	0.15
TR-DG-678	170	100	-198	29	330	0.60	517.2	0.33	102.5	0.32	299.0	0.11	80	0.41	222	0.38
TR-DG-679	182	104	-211	25	330	0.64	517.2	0.35	102.5	0.34	299.0	0.12	80	0.44	222	0.41
TR-DG-680	101	52	-195	77	330	0.59	517.2	0.19	102.5	0.32	299.0	0.11	80	0.41	222	0.23
TR-DG-681	100	52	-196	77	330	0.59	517.2	0.19	102.5	0.32	299.0	0.11	80	0.41	222	0.23
TR-DG-682	182	104	-210	25	330	0.64	517.2	0.35	102.5	0.34	299.0	0.12	80	0.44	222	0.41
TR-DG-683	187	100	-222	29	330	0.67	517.2	0.36	102.5	0.36	299.0	0.12	80	0.46	222	0.42
TR-DG-684	93	56	-169	73	330	0.51	517.2	0.18	102.5	0.27	299.0	0.09	80	0.35	222	0.21
TR-DG-685	94	56	-168	73	330	0.51	517.2	0.18	102.5	0.27	299.0	0.09	80	0.35	222	0.21
TR-DG-686	187	100	-222	29	330	0.67	517.2	0.36	102.5	0.36	299.0	0.12	80	0.46	222	0.42
TR-DG-687	142	100	-183	29	330	0.55	517.2	0.27	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.38	222	0.32
TR-DG-688	140	104	-179	25	330	0.54	517.2	0.27	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.37	222	0.32
TR-DG-689	141	104	-178	25	330	0.54	517.2	0.27	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.37	222	0.32
TR-DG-690	143	100	-182	29	330	0.55	517.2	0.28	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.38	222	0.32
TR-DG-691	161	116	-182	29	330	0.55	517.2	0.31	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.38	222	0.36
TR-DG-692	151	120	-182	25	330	0.55	517.2	0.29	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.38	222	0.34
TR-DG-693	151	120	-181	25	330	0.55	517.2	0.29	102.5	0.29	299.0	0.10	80	0.38	222	0.34
TR-DG-694	162	116	-182	29	330	0.55	517.2	0.31	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.38	222	0.36
TR-DG-695	170	116	-187	29	330	0.57	517.2	0.33	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.38
TR-DG-696	160	120	-184	25	330	0.56	517.2	0.31	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.36
TR-DG-697	161	120	-183	25	330	0.56	517.2	0.31	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.38	222	0.36
TR-DG-698	171	116	-186	29	330	0.56	517.2	0.33	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.38
TR-DG-699	172	116	-189	29	330	0.57	517.2	0.33	102.5	0.31	299.0	0.11	80	0.39	222	0.39
TR-DG-700	161	120	-186	25	330	0.56	517.2	0.31	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.36



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE SLU DELLE ASTE E DEI COLLEGAMENTI																
ASTA	Nmax		Nmin		Verifica a instabilità		Verifica a trazione		Verifica taglio bulloni		Rifollamento piastra		Rifollamento profilo		Block tearing	
	Nmax [kN]	Comb	Nmin [kN]	comb	Nb,rd [kN]	η [-]	Nt,rd [kN]	η [-]	Nv,rd [kN]	η [-]	Nv,rd [kN]	η [-]	Nv,rd [kN]	η [-]	V,rd [kN]	η [-]
TR-DG-701	162	120	-185	25	330	0.56	517.2	0.31	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.37
TR-DG-702	172	116	-188	29	330	0.57	517.2	0.33	102.5	0.31	299.0	0.10	80	0.39	222	0.39
TR-DG-703	167	116	-190	29	330	0.58	517.2	0.32	102.5	0.31	299.0	0.11	80	0.40	222	0.38
TR-DG-704	155	120	-187	25	330	0.57	517.2	0.30	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.35
TR-DG-705	155	120	-186	25	330	0.56	517.2	0.30	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.35
TR-DG-706	168	116	-189	29	330	0.57	517.2	0.32	102.5	0.31	299.0	0.11	80	0.40	222	0.38
TR-DG-707	150	116	-188	29	330	0.57	517.2	0.29	102.5	0.31	299.0	0.10	80	0.39	222	0.34
TR-DG-708	141	120	-183	25	330	0.56	517.2	0.27	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.38	222	0.32
TR-DG-709	142	120	-183	25	330	0.55	517.2	0.27	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.38	222	0.32
TR-DG-710	150	116	-188	29	330	0.57	517.2	0.29	102.5	0.30	299.0	0.10	80	0.39	222	0.34
TR-BS-711	50	83	-155	62	377	0.41	517.2	0.10	102.5	0.29	299.0	0.20	80	0.37	222	0.11
TR-BS-712	36	115	-181	30	377	0.48	517.2	0.07	102.5	0.33	299.0	0.23	80	0.43	222	0.08
TR-BS-713	51	87	-155	58	377	0.41	517.2	0.10	102.5	0.29	299.0	0.20	80	0.37	222	0.11
TR-BS-714	71	83	-149	62	377	0.40	517.2	0.14	102.5	0.28	299.0	0.19	80	0.36	222	0.16
TR-BS-715	34	116	-191	29	377	0.51	517.2	0.07	102.5	0.35	299.0	0.24	80	0.46	222	0.08
TR-BS-716	72	87	-149	58	377	0.40	517.2	0.14	102.5	0.28	299.0	0.19	80	0.36	222	0.16
TR-BS-717	84	83	-139	62	377	0.37	517.2	0.16	102.5	0.26	299.0	0.18	80	0.33	222	0.19
TR-BS-718	40	116	-189	29	377	0.50	517.2	0.08	102.5	0.35	299.0	0.24	80	0.45	222	0.09
TR-BS-719	85	87	-139	58	377	0.37	517.2	0.16	102.5	0.26	299.0	0.18	80	0.33	222	0.19
TR-BS-720	94	83	-131	62	377	0.35	517.2	0.18	102.5	0.24	299.0	0.17	80	0.31	222	0.21
TR-BS-721	42	116	-182	29	377	0.48	517.2	0.08	102.5	0.34	299.0	0.23	80	0.43	222	0.09
TR-BS-722	95	87	-131	58	377	0.35	517.2	0.18	102.5	0.24	299.0	0.17	80	0.31	222	0.21
TR-BS-723	105	83	-123	62	377	0.33	517.2	0.20	102.5	0.23	299.0	0.16	80	0.29	222	0.24
TR-BS-724	44	116	-181	29	377	0.48	517.2	0.09	102.5	0.33	299.0	0.23	80	0.43	222	0.10
TR-BS-725	105	87	-122	58	377	0.32	517.2	0.20	102.5	0.23	299.0	0.16	80	0.29	222	0.24
TR-BS-726	111	83	-117	62	377	0.31	517.2	0.21	102.5	0.22	299.0	0.15	80	0.28	222	0.25
TR-BS-727	44	116	-178	29	377	0.47	517.2	0.08	102.5	0.33	299.0	0.23	80	0.42	222	0.10
TR-BS-728	112	87	-117	58	377	0.31	517.2	0.22	102.5	0.22	299.0	0.15	80	0.28	222	0.25
TR-BS-729	115	83	-118	62	377	0.31	517.2	0.22	102.5	0.22	299.0	0.15	80	0.28	222	0.26
TR-BS-730	46	116	-180	29	377	0.48	517.2	0.09	102.5	0.33	299.0	0.23	80	0.43	222	0.10
TR-BS-731	116	87	-117	58	377	0.31	517.2	0.22	102.5	0.22	299.0	0.15	80	0.28	222	0.26
TR-BS-732	111	83	-117	62	377	0.31	517.2	0.21	102.5	0.22	299.0	0.15	80	0.28	222	0.25
TR-BS-733	44	116	-178	29	377	0.47	517.2	0.08	102.5	0.33	299.0	0.23	80	0.42	222	0.10
TR-BS-734	112	87	-117	58	377	0.31	517.2	0.22	102.5	0.22	299.0	0.15	80	0.28	222	0.25
TR-BS-735	104	83	-123	62	377	0.33	517.2	0.20	102.5	0.23	299.0	0.16	80	0.29	222	0.24
TR-BS-736	44	116	-181	29	377	0.48	517.2	0.09	102.5	0.33	299.0	0.23	80	0.43	222	0.10
TR-BS-737	105	87	-122	58	377	0.32	517.2	0.20	102.5	0.23	299.0	0.16	80	0.29	222	0.24
TR-BS-738	94	83	-130	62	377	0.35	517.2	0.18	102.5	0.24	299.0	0.17	80	0.31	222	0.21
TR-BS-739	42	116	-181	29	377	0.48	517.2	0.08	102.5	0.34	299.0	0.23	80	0.43	222	0.09
TR-BS-740	95	87	-130	58	377	0.35	517.2	0.18	102.5	0.24	299.0	0.17	80	0.31	222	0.21
TR-BS-741	83	83	-139	62	377	0.37	517.2	0.16	102.5	0.26	299.0	0.18	80	0.33	222	0.19
TR-BS-742	40	116	-188	29	377	0.50	517.2	0.08	102.5	0.35	299.0	0.24	80	0.45	222	0.09
TR-BS-743	84	87	-138	58	377	0.37	517.2	0.16	102.5	0.26	299.0	0.18	80	0.33	222	0.19
TR-BS-744	70	83	-149	62	377	0.39	517.2	0.14	102.5	0.28	299.0	0.19	80	0.35	222	0.16
TR-BS-745	34	116	-191	29	377	0.51	517.2	0.06	102.5	0.35	299.0	0.24	80	0.45	222	0.08
TR-BS-746	70	87	-148	58	377	0.39	517.2	0.14	102.5	0.27	299.0	0.19	80	0.35	222	0.16
TR-BS-747	50	83	-156	62	377	0.41	517.2	0.10	102.5	0.29	299.0	0.20	80	0.37	222	0.11
TR-BS-748	35	115	-181	30	377	0.48	517.2	0.07	102.5	0.34	299.0	0.23	80	0.43	222	0.08
TR-BS-749	50	83	-155	62	377	0.41	517.2	0.10	102.5	0.29	299.0	0.20	80	0.37	222	0.11
TR-BI-750	69	34	-184	79	460	0.40	732.4	0.09	102.5	0.23	427.1	0.11	142	0.17	459	0.08
TR-BI-751	75	100	-190	13	460	0.41	732.4	0.10	102.5	0.24	427.1	0.12	142	0.17	459	0.08
TR-BI-752	79	38	-193	75	460	0.42	732.4	0.11	102.5	0.25	427.1	0.12	142	0.18	459	0.09
TR-BI-753	14	98	-296	15	460	0.64	732.4	0.02	102.5	0.38	427.1	0.18	142	0.27	459	0.01
TR-BI-754	151	98	-151	15	460	0.33	732.4	0.21	102.5	0.19	427.1	0.09	142	0.14	459	0.16
TR-BI-755	24	102	-297	11	460	0.64	732.4	0.03	102.5	0.38	427.1	0.18	142	0.27	459	0.03
TR-BI-756	8	34	-327	79	460	0.71	732.4	0.01	102.5	0.42	427.1	0.20	142	0.30	459	0.01
TR-BI-757	192	98	-177	15	460	0.39	732.4	0.26	102.5	0.25	427.1	0.12	142	0.18	459	0.21
TR-BI-758	19	38	-327	75	460	0.71	732.4	0.03	102.5	0.42	427.1	0.20	142	0.30	459	0.02
TR-BI-759	0	-	-355	79	460	0.77	732.4	0.00	102.5	0.45	427.1	0.22	142	0.33	459	0.00



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE SLU DELLE ASTE E DEI COLLEGAMENTI																
ASTA	Nmax		Nmin		Verifica a instabilità		Verifica a trazione		Verifica taglio bulloni		Rifollamento piastra		Rifollamento profilo		Block tearing	
	Nmax [kN]	Comb	Nmin [kN]	comb	Nb,rd [kN]	$\eta[-]$	Nt,rd [kN]	$\eta[-]$	Nv,rd [kN]	$\eta[-]$	Nv,rd [kN]	$\eta[-]$	Nv,rd [kN]	$\eta[-]$	V,rd [kN]	$\eta[-]$
TR-BI-760	218	34	-166	79	460	0.36	732.4	0.30	102.5	0.28	427.1	0.13	142	0.20	459	0.24
TR-BI-761	0	-	-352	75	460	0.77	732.4	0.00	102.5	0.45	427.1	0.22	142	0.32	459	0.00
TR-BI-762	0	-	-378	79	460	0.82	732.4	0.00	102.5	0.48	427.1	0.23	142	0.35	459	0.00
TR-BI-763	233	34	-166	79	460	0.36	732.4	0.32	102.5	0.30	427.1	0.14	142	0.21	459	0.25
TR-BI-764	0	-	-377	75	460	0.82	732.4	0.00	102.5	0.48	427.1	0.23	142	0.35	459	0.00
TR-BI-765	0	-	-384	79	460	0.83	732.4	0.00	102.5	0.49	427.1	0.24	142	0.35	459	0.00
TR-BI-766	244	34	-174	79	460	0.38	732.4	0.33	102.5	0.31	427.1	0.15	142	0.22	459	0.27
TR-BI-767	0	-	-381	75	460	0.83	732.4	0.00	102.5	0.49	427.1	0.23	142	0.35	459	0.00
TR-BI-768	0	-	-379	79	460	0.82	732.4	0.00	102.5	0.48	427.1	0.23	142	0.35	459	0.00
TR-BI-769	266	34	-205	79	460	0.44	732.4	0.36	102.5	0.34	427.1	0.16	142	0.24	459	0.29
TR-BI-770	0	-	-380	75	460	0.83	732.4	0.00	102.5	0.49	427.1	0.23	142	0.35	459	0.00
TR-BI-771	0	-	-383	79	460	0.83	732.4	0.00	102.5	0.49	427.1	0.23	142	0.35	459	0.00
TR-BI-772	242	34	-172	79	460	0.37	732.4	0.33	102.5	0.31	427.1	0.15	142	0.22	459	0.26
TR-BI-773	0	-	-378	75	460	0.82	732.4	0.00	102.5	0.48	427.1	0.23	142	0.35	459	0.00
TR-BI-774	0	-	-374	79	460	0.81	732.4	0.00	102.5	0.48	427.1	0.23	142	0.34	459	0.00
TR-BI-775	228	34	-162	79	460	0.35	732.4	0.31	102.5	0.29	427.1	0.14	142	0.21	459	0.25
TR-BI-776	0	-	-373	75	460	0.81	732.4	0.00	102.5	0.48	427.1	0.23	142	0.34	459	0.00
TR-BI-777	0	-	-351	79	460	0.76	732.4	0.00	102.5	0.45	427.1	0.21	142	0.32	459	0.00
TR-BI-778	210	34	-159	79	460	0.34	732.4	0.29	102.5	0.27	427.1	0.13	142	0.19	459	0.23
TR-BI-779	0	-	-346	75	460	0.75	732.4	0.00	102.5	0.44	427.1	0.21	142	0.32	459	0.00
TR-BI-780	1	34	-320	79	460	0.70	732.4	0.00	102.5	0.41	427.1	0.20	142	0.29	459	0.00
TR-BI-781	181	98	-169	15	460	0.37	732.4	0.25	102.5	0.23	427.1	0.11	142	0.17	459	0.20
TR-BI-782	10	38	-316	75	460	0.69	732.4	0.01	102.5	0.40	427.1	0.19	142	0.29	459	0.01
TR-BI-783	4	98	-288	15	460	0.63	732.4	0.01	102.5	0.37	427.1	0.18	142	0.26	459	0.00
TR-BI-784	143	98	-150	15	460	0.32	732.4	0.20	102.5	0.19	427.1	0.09	142	0.14	459	0.16
TR-BI-785	8	102	-280	11	460	0.61	732.4	0.01	102.5	0.36	427.1	0.17	142	0.26	459	0.01
TR-BI-786	106	34	-242	79	460	0.53	732.4	0.14	102.5	0.31	427.1	0.15	142	0.22	459	0.12
TR-BI-787	77	100	-203	13	460	0.44	732.4	0.11	102.5	0.26	427.1	0.12	142	0.19	459	0.08
TR-BI-788	92	34	-227	79	460	0.49	732.4	0.13	102.5	0.29	427.1	0.14	142	0.21	459	0.10
CV-INF-375	400	67	-225	46	589	0.38	866.5	0.46	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.39	422	0.47
CV-INF-377	496	67	-162	46	589	0.27	866.5	0.57	147.7	0.42	318.5	0.19	127	0.49	422	0.59
CV-INF-378	489	65	-125	48	589	0.21	866.5	0.56	147.7	0.41	318.5	0.19	127	0.48	422	0.58
CV-INF-379	456	65	-88	48	589	0.15	866.5	0.53	147.7	0.39	318.5	0.18	127	0.45	422	0.54
CV-INF-380	464	1	-23	112	589	0.04	866.5	0.54	147.7	0.39	318.5	0.18	127	0.45	422	0.55
CV-INF-381	439	1	0	-	589	0.00	866.5	0.51	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.43	422	0.52
CV-INF-382	409	1	0	-	589	0.00	866.5	0.47	147.7	0.35	318.5	0.16	127	0.40	422	0.49
CV-INF-383	385	1	0	-	589	0.00	866.5	0.44	147.7	0.33	318.5	0.15	127	0.38	422	0.46
CV-INF-384	395	5	0	-	589	0.00	866.5	0.46	147.7	0.33	318.5	0.15	127	0.39	422	0.47
CV-INF-385	405	5	0	-	589	0.00	866.5	0.47	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.40	422	0.48
CV-INF-386	406	5	-60	108	589	0.10	866.5	0.47	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.40	422	0.48
CV-INF-387	437	37	-109	76	589	0.18	866.5	0.50	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.43	422	0.52
CV-INF-388	476	37	-219	76	589	0.37	866.5	0.55	147.7	0.40	318.5	0.19	127	0.47	422	0.56
CV-INF-389	350	33	-252	80	589	0.43	866.5	0.40	147.7	0.30	318.5	0.14	127	0.34	422	0.41
CV-INF-390	544	33	-491	80	589	0.83	866.5	0.63	147.7	0.46	318.5	0.21	127	0.53	422	0.65
CV-INF-391	536	37	-284	76	589	0.48	866.5	0.62	147.7	0.45	318.5	0.21	127	0.53	422	0.64
CV-INF-392	473	37	-157	76	589	0.27	866.5	0.55	147.7	0.40	318.5	0.19	127	0.46	422	0.56
CV-INF-393	425	5	-84	108	589	0.14	866.5	0.49	147.7	0.36	318.5	0.17	127	0.42	422	0.50
CV-INF-394	417	5	0	-	589	0.00	866.5	0.48	147.7	0.35	318.5	0.16	127	0.41	422	0.49
CV-INF-395	400	5	0	-	589	0.00	866.5	0.46	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.39	422	0.47
CV-INF-396	383	5	0	-	589	0.00	866.5	0.44	147.7	0.32	318.5	0.15	127	0.38	422	0.45
CV-INF-397	401	1	0	-	589	0.00	866.5	0.46	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.39	422	0.48
CV-INF-398	427	1	0	-	589	0.00	866.5	0.49	147.7	0.36	318.5	0.17	127	0.42	422	0.51
CV-INF-399	452	1	-15	112	589	0.03	866.5	0.52	147.7	0.38	318.5	0.18	127	0.44	422	0.54
CV-INF-400	454	65	-87	48	589	0.15	866.5	0.52	147.7	0.38	318.5	0.18	127	0.45	422	0.54
CV-INF-401	495	65	-130	48	589	0.22	866.5	0.57	147.7	0.42	318.5	0.19	127	0.49	422	0.59
CV-INF-402	488	65	-168	48	589	0.29	866.5	0.56	147.7	0.41	318.5	0.19	127	0.48	422	0.58
CV-INF-403	323	67	-182	46	589	0.31	866.5	0.37	147.7	0.27	318.5	0.13	127	0.32	422	0.38
CV-INF-404	605	37	-482	76	589	0.82	866.5	0.70	147.7	0.51	318.5	0.24	127	0.59	422	0.72
CV-INF-406	590	33	-265	80	589	0.45	866.5	0.68	147.7	0.50	318.5	0.23	127	0.58	422	0.70

Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE SLU DELLE ASTE E DEI COLLEGAMENTI																
ASTA	Nmax		Nmin		Verifica a instabilità		Verifica a trazione		Verifica taglio bulloni		Rifollamento piastra		Rifollamento profilo		Block tearing	
	Nmax [kN]	Comb	Nmin [kN]	comb	Nb,rd [kN]	$\eta[-]$	Nt,rd [kN]	$\eta[-]$	Nv,rd [kN]	$\eta[-]$	Nv,rd [kN]	$\eta[-]$	Nv,rd [kN]	$\eta[-]$	V,rd [kN]	$\eta[-]$
CV-INF-407	506	33	-136	80	589	0.23	866.5	0.58	147.7	0.43	318.5	0.20	127	0.50	422	0.60
CV-INF-408	443	1	-64	112	589	0.11	866.5	0.51	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.43	422	0.53
CV-INF-409	428	1	0	-	589	0.00	866.5	0.49	147.7	0.36	318.5	0.17	127	0.42	422	0.51
CV-INF-410	402	1	0	-	589	0.00	866.5	0.46	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.39	422	0.48
CV-INF-411	381	1	0	-	589	0.00	866.5	0.44	147.7	0.32	318.5	0.15	127	0.37	422	0.45
CV-INF-412	396	5	0	-	589	0.00	866.5	0.46	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.39	422	0.47
CV-INF-413	413	5	0	-	589	0.00	866.5	0.48	147.7	0.35	318.5	0.16	127	0.41	422	0.49
CV-INF-414	435	5	-26	108	589	0.04	866.5	0.50	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.43	422	0.52
CV-INF-415	435	69	-103	44	589	0.18	866.5	0.50	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.43	422	0.52
CV-INF-416	469	69	-150	44	589	0.26	866.5	0.54	147.7	0.40	318.5	0.18	127	0.46	422	0.56
CV-INF-417	442	69	-187	44	589	0.32	866.5	0.51	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.43	422	0.52
CV-INF-418	304	67	-210	46	589	0.36	866.5	0.35	147.7	0.26	318.5	0.12	127	0.30	422	0.36
CV-INF-419	376	71	-264	42	589	0.45	866.5	0.43	147.7	0.32	318.5	0.15	127	0.37	422	0.45
CV-INF-420	460	71	-201	42	589	0.34	866.5	0.53	147.7	0.39	318.5	0.18	127	0.45	422	0.55
CV-INF-421	462	69	-146	44	589	0.25	866.5	0.53	147.7	0.39	318.5	0.18	127	0.45	422	0.55
CV-INF-422	433	69	-105	44	589	0.18	866.5	0.50	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.43	422	0.51
CV-INF-423	441	5	-36	108	589	0.06	866.5	0.51	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.43	422	0.52
CV-INF-424	420	5	-3	108	589	0.00	866.5	0.48	147.7	0.36	318.5	0.16	127	0.41	422	0.50
CV-INF-425	403	5	0	-	589	0.00	866.5	0.47	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.40	422	0.48
CV-INF-426	384	1	0	-	589	0.00	866.5	0.44	147.7	0.33	318.5	0.15	127	0.38	422	0.46
CV-INF-427	397	1	0	-	589	0.00	866.5	0.46	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.39	422	0.47
CV-INF-428	413	1	0	-	589	0.00	866.5	0.48	147.7	0.35	318.5	0.16	127	0.41	422	0.49
CV-INF-429	417	1	-50	112	589	0.09	866.5	0.48	147.7	0.35	318.5	0.16	127	0.41	422	0.49
CV-INF-430	454	33	-98	80	589	0.17	866.5	0.52	147.7	0.38	318.5	0.18	127	0.45	422	0.54
CV-INF-431	507	33	-197	80	589	0.33	866.5	0.59	147.7	0.43	318.5	0.20	127	0.50	422	0.60
CV-INF-432	508	37	-330	76	589	0.56	866.5	0.59	147.7	0.43	318.5	0.20	127	0.50	422	0.60
CV-INF-462	420	7	-249	106	589	0.42	866.5	0.49	147.7	0.36	318.5	0.17	127	0.41	422	0.50
CV-INF-464	370	3	-279	110	589	0.47	866.5	0.43	147.7	0.31	318.5	0.15	127	0.36	422	0.44
CV-INF-468	500	3	-494	110	589	0.84	866.5	0.58	147.7	0.42	318.5	0.20	127	0.49	422	0.59
CV-INF-469	389	3	-266	110	589	0.45	866.5	0.45	147.7	0.33	318.5	0.15	127	0.38	422	0.46
CV-INF-472	397	67	-223	46	589	0.38	866.5	0.46	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.39	422	0.47
CV-INF-473	542	33	-489	80	589	0.83	866.5	0.63	147.7	0.46	318.5	0.21	127	0.53	422	0.64
CV-INF-475	494	67	-161	46	589	0.27	866.5	0.57	147.7	0.42	318.5	0.19	127	0.49	422	0.59
CV-INF-476	534	37	-283	76	589	0.48	866.5	0.62	147.7	0.45	318.5	0.21	127	0.52	422	0.63
CV-INF-477	488	65	-124	48	589	0.21	866.5	0.56	147.7	0.41	318.5	0.19	127	0.48	422	0.58
CV-INF-478	473	37	-154	76	589	0.26	866.5	0.55	147.7	0.40	318.5	0.19	127	0.46	422	0.56
CV-INF-479	456	65	-88	48	589	0.15	866.5	0.53	147.7	0.39	318.5	0.18	127	0.45	422	0.54
CV-INF-480	424	5	-83	108	589	0.14	866.5	0.49	147.7	0.36	318.5	0.17	127	0.42	422	0.50
CV-INF-481	463	1	-23	112	589	0.04	866.5	0.53	147.7	0.39	318.5	0.18	127	0.45	422	0.55
CV-INF-482	416	5	0	-	589	0.00	866.5	0.48	147.7	0.35	318.5	0.16	127	0.41	422	0.49
CV-INF-483	439	1	0	-	589	0.00	866.5	0.51	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.43	422	0.52
CV-INF-484	400	5	0	-	589	0.00	866.5	0.46	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.39	422	0.47
CV-INF-485	409	1	0	-	589	0.00	866.5	0.47	147.7	0.35	318.5	0.16	127	0.40	422	0.49
CV-INF-486	383	5	0	-	589	0.00	866.5	0.44	147.7	0.32	318.5	0.15	127	0.38	422	0.45
CV-INF-487	385	1	0	-	589	0.00	866.5	0.44	147.7	0.33	318.5	0.15	127	0.38	422	0.46
CV-INF-488	401	1	0	-	589	0.00	866.5	0.46	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.39	422	0.48
CV-INF-489	395	5	0	-	589	0.00	866.5	0.46	147.7	0.33	318.5	0.16	127	0.39	422	0.47
CV-INF-490	427	1	0	-	589	0.00	866.5	0.49	147.7	0.36	318.5	0.17	127	0.42	422	0.51
CV-INF-491	405	5	0	-	589	0.00	866.5	0.47	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.40	422	0.48
CV-INF-492	452	1	-15	112	589	0.03	866.5	0.52	147.7	0.38	318.5	0.18	127	0.44	422	0.54
CV-INF-493	407	5	-60	108	589	0.10	866.5	0.47	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.40	422	0.48
CV-INF-494	454	65	-87	48	589	0.15	866.5	0.52	147.7	0.38	318.5	0.18	127	0.45	422	0.54
CV-INF-495	438	37	-109	76	589	0.19	866.5	0.51	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.43	422	0.52
CV-INF-496	496	65	-130	48	589	0.22	866.5	0.57	147.7	0.42	318.5	0.19	127	0.49	422	0.59
CV-INF-497	477	37	-220	76	589	0.37	866.5	0.55	147.7	0.40	318.5	0.19	127	0.47	422	0.57
CV-INF-498	488	65	-168	48	589	0.29	866.5	0.56	147.7	0.41	318.5	0.19	127	0.48	422	0.58
CV-INF-499	350	33	-251	80	589	0.43	866.5	0.40	147.7	0.30	318.5	0.14	127	0.34	422	0.41
CV-INF-500	325	67	-183	46	589	0.31	866.5	0.37	147.7	0.28	318.5	0.13	127	0.32	422	0.39
CV-INF-501	505	33	-136	80	589	0.23	866.5	0.58	147.7	0.43	318.5	0.20	127	0.50	422	0.60

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

VERIFICHE SLU DELLE ASTE E DEI COLLEGAMENTI																
ASTA	Nmax		Nmin		Verifica a instabilità		Verifica a trazione		Verifica taglio bulloni		Rifollamento piastra		Rifollamento profilo		Block tearing	
	Nmax [kN]	Comb	Nmin [kN]	comb	Nb,rd [kN]	η [-]	Nt,rd [kN]	η [-]	Nv,rd [kN]	η [-]	Nv,rd [kN]	η [-]	Nv,rd [kN]	η [-]	V,rd [kN]	η [-]
CV-INF-502	462	69	-145	44	589	0.25	866.5	0.53	147.7	0.39	318.5	0.18	127	0.45	422	0.55
CV-INF-503	602	37	-480	76	589	0.82	866.5	0.69	147.7	0.51	318.5	0.24	127	0.59	422	0.71
CV-INF-504	373	71	-262	42	589	0.45	866.5	0.43	147.7	0.32	318.5	0.15	127	0.37	422	0.44
CV-INF-506	587	33	-265	80	589	0.45	866.5	0.68	147.7	0.50	318.5	0.23	127	0.58	422	0.70
CV-INF-507	458	71	-201	42	589	0.34	866.5	0.53	147.7	0.39	318.5	0.18	127	0.45	422	0.54
CV-INF-508	442	1	-63	112	589	0.11	866.5	0.51	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.43	422	0.52
CV-INF-509	433	69	-104	44	589	0.18	866.5	0.50	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.42	422	0.51
CV-INF-510	428	1	0	-	589	0.00	866.5	0.49	147.7	0.36	318.5	0.17	127	0.42	422	0.51
CV-INF-511	440	5	-36	108	589	0.06	866.5	0.51	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.43	422	0.52
CV-INF-512	402	1	0	-	589	0.00	866.5	0.46	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.39	422	0.48
CV-INF-513	420	5	-3	108	589	0.00	866.5	0.48	147.7	0.36	318.5	0.16	127	0.41	422	0.50
CV-INF-514	381	1	0	-	589	0.00	866.5	0.44	147.7	0.32	318.5	0.15	127	0.37	422	0.45
CV-INF-515	403	5	0	-	589	0.00	866.5	0.47	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.40	422	0.48
CV-INF-516	396	5	0	-	589	0.00	866.5	0.46	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.39	422	0.47
CV-INF-517	384	1	0	-	589	0.00	866.5	0.44	147.7	0.33	318.5	0.15	127	0.38	422	0.46
CV-INF-518	413	5	0	-	589	0.00	866.5	0.48	147.7	0.35	318.5	0.16	127	0.41	422	0.49
CV-INF-519	397	1	0	-	589	0.00	866.5	0.46	147.7	0.34	318.5	0.16	127	0.39	422	0.47
CV-INF-520	435	5	-26	108	589	0.04	866.5	0.50	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.43	422	0.52
CV-INF-521	414	1	0	-	589	0.00	866.5	0.48	147.7	0.35	318.5	0.16	127	0.41	422	0.49
CV-INF-522	435	69	-103	44	589	0.18	866.5	0.50	147.7	0.37	318.5	0.17	127	0.43	422	0.52
CV-INF-523	418	1	-50	112	589	0.09	866.5	0.48	147.7	0.35	318.5	0.16	127	0.41	422	0.50
CV-INF-524	469	69	-151	44	589	0.26	866.5	0.54	147.7	0.40	318.5	0.18	127	0.46	422	0.56
CV-INF-525	455	33	-98	80	589	0.17	866.5	0.53	147.7	0.39	318.5	0.18	127	0.45	422	0.54
CV-INF-526	443	69	-186	44	589	0.32	866.5	0.51	147.7	0.38	318.5	0.17	127	0.43	422	0.53
CV-INF-527	509	33	-197	80	589	0.33	866.5	0.59	147.7	0.43	318.5	0.20	127	0.50	422	0.60
CV-INF-528	304	67	-208	46	589	0.35	866.5	0.35	147.7	0.26	318.5	0.12	127	0.30	422	0.36
CV-INF-529	510	37	-330	76	589	0.56	866.5	0.59	147.7	0.43	318.5	0.20	127	0.50	422	0.61
CV-INF-559	421	7	-250	106	589	0.42	866.5	0.49	147.7	0.36	318.5	0.17	127	0.41	422	0.50
CV-INF-560	370	3	-280	110	589	0.48	866.5	0.43	147.7	0.31	318.5	0.15	127	0.36	422	0.44
CV-INF-565	502	3	-497	110	589	0.85	866.5	0.58	147.7	0.42	318.5	0.20	127	0.49	422	0.60
CV-INF-566	389	3	-267	110	589	0.45	866.5	0.45	147.7	0.33	318.5	0.15	127	0.38	422	0.46

Tabella 68 – Verifiche delle aste dei diaframmi e dei controventi inferiori

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

ALLEGATO F VERIFICHE INTEGRATIVE DEL DIAFRAMMA DI APPOGGIO

Si riportano ulteriori verifiche del traverso di appoggio per completezza dei risultati.

F.1 Verifiche sezionali SLU

Al §13.2.1 è riportata la verifica a cui corrisponde il massimo tasso di sfruttamento. Di seguito si riportano le verifiche per le combinazioni a momento massimo, momento minimo e taglio massimo.

Verifica a momento massimo:

Diaframma Appoggio - Comb.SLV-Mmax (elem. 931-I) (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-19	-55	4	0	8	-1258	0	2679	1358
Med	[kNm]	-33	-20	102	0	13	492	0	6428	6981
Ved	[kN]	-24	-37	51	0	0	0	0	1860	1850
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.50E-05	2.88E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni		
σ sol,s	[Mpa]	-6.9 Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
σ sol,i	[Mpa]	-3.8 Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
Soletta	[-]	Non Fess Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b \cdot l_{ord} / L_e$					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	0.479	0.479	0.479	0.479
β^k	[-]	0.879	0.879	0.879	0.879

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-§4.2.3.1)

Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.

	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ sup	[MPa]	-33.0	-34.2	125.4 Tensione al lembo superiore del pannello
σ inf	[Mpa]	124.2	-34.2	125.4 Tensione al lembo inferiore del pannello
ε	[-]	0.814	0.814	0.814 Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ	[-]	-3.767	-	- Rapporto σ max / σ min
k	[-]	3.203	-	- Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t	[-]	142.2	12.1	12.1 Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t	[-]	-	12.1	12.1 Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3	[-]	1495.0	-	- Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan.	[-]	3	1	1 Classe del pannello
Classe sezione	[-]	3		Classe della sezione

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	1E+15	17.312	6.298	6.298	6.298	16.682	17.312	6.298
zG	[mm]	1300	986	667	667	667	977	986	667
A	[mm ²]	63660	80307	109423	109423	109423	80936	80307	109423
A n	[mm ²]	6.37E+19	1.39E+06	6.89E+05	6.89E+05	6.89E+05	1.35E+06	1.39E+06	6.89E+05
J	[mm ⁴]	5.44E+10	8.48E+10	1.16E+11	1.16E+11	1.16E+11	8.57E+10	8.48E+10	1.16E+11
W sol,s	[mm ³]	-	-1.08E+09	-6.98E+08	-6.98E+08	-6.98E+08	-1.06E+09	-1.08E+09	-6.98E+08
W arm,s	[mm ³]	-	-6.48E+07	-1.17E+08	-1.17E+08	-1.17E+08	-6.60E+07	-6.48E+07	-1.17E+08
W pb,s	[mm ³]	-4.19E+07	-8.60E+07	-1.74E+08	-1.74E+08	-1.74E+08	-8.77E+07	-8.60E+07	-1.74E+08
W an,s	[mm ³]	-4.25E+07	-8.78E+07	-1.79E+08	-1.79E+08	-1.79E+08	-8.96E+07	-8.78E+07	-1.79E+08
W an,i	[mm ³]	4.25E+07	5.32E+07	6.06E+07	6.06E+07	6.06E+07	5.35E+07	5.32E+07	6.06E+07

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	Progetto Lotto Codifica IN17 12 EI2CLVI2105001 B

W pb,i [mm ³]	4.19E+07	5.26E+07	5.99E+07	5.99E+07	5.99E+07	5.28E+07	5.26E+07	5.99E+07				
Δ baricentro [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0				
TENSIONI NORMALI - VERIFICA												
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
σ sol,s [MPa]		0.0	0.0	-0.1	0.0	0.8	2.2	0.0	-5.3	-2.4	21.3	0.11
σ arm,s [MPa]		0.0	-0.4	-0.8	0.0	0.0	-23.0	0.0	-30.4	-54.7	391.3	0.14
σ pb,s [MPa]		0.5	-0.5	-0.5	0.0	0.0	-21.1	0.0	-12.5	-34.2	338.1	0.10
σ an,s [MPa]		0.5	-0.5	-0.5	0.0	0.0	-21.0	0.0	-11.4	-33.0	338.1	0.10
σ an,i [MPa]		-1.1	-1.1	1.7	0.0	0.3	-6.3	0.0	130.6	124.2	338.1	0.37
σ pb,i [MPa]		-1.1	-1.1	1.7	0.0	0.3	-6.2	0.0	131.7	125.4	338.1	0.37
Tasso di sfruttamento η1												
η1 [-]		0.37										

VERIFICA SLU A TAGLIO		
<i>Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima</i>		
Pannello	ID	INTERO
bw [mm]		2560
t [mm]		18
a [mm]		2750
η [-]		1.20
bw / t [-]		142.2
κτ [-]		8.81
Lim. Verifica [-]		48.8
Nec. Verifica [-]		SI
σE [Mpa]		9.4
τcr [Mpa]		82.6
λw [-]		1.575
end post [-]		Non rigidi
Xw [mm]		0.527
Vbw,Rd [kN]		4524
		Altezza pannello d'anima
		Spessore pannello d'anima
		Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
		Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
		Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
		Coefficiente di imbozzamento a taglio
		Limite per il quale è richiesta la verifica
		È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
		Tensione critica Euleriana
		Tensione tangenziale critica
		Snellezza adimensionale
		Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
		Coefficiente di instabilità a taglio
		Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio
<i>Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande</i>		
A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande		
<i>Verifica a taglio</i>		
Ved [kN]		1850
Vb,rd [kN]		4524
Vc,rd [kN]		8995
		Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
		Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
		Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4
Tasso di sfruttamento η3		
η3 [-]		0.41

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO		
A favore di sicurezza al posto di Mpl,Rd è stato considerato Mel,Rd = Med/η1, per cui η1* = η1 .		
Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, η3* = η3		
Mf,Rd [kNm]		8723
Mel,Rd [kNm]		18825
Med / Mf,Rd [-]		0.80
η3* [-]		0.41
Nec. Interaz. [-]		NO
η1* [-]		0.37
		Momento resistente dato dalle sole flange
		Momento resistente elastico della sezione
		Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
		Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
		Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
		Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione
Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η VM		
η VM [-]		0.41

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Verifica a taglio massimo:

Diaframma_Appoggio - Comb.SLV-Vmax (elem. 930-J) (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-10	-28	-6	0	9	-1220	0	-1682	-2937
Med	[kNm]	-8	-18	-110	0	2	210	0	-5394	-4863
Ved	[kN]	13	38	51	0	4	341	0	2189	2635
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE										
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni										
σ sol,s	[Mpa]	3.8	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata							
σ sol,i	[Mpa]	1.5	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata							
Soletta	[-]	Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata							

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE										
Criterio di calcolo elastoplastico: Aeff = beta^k * Ac,eff dove k = b lorda / Le										
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est					
β	[-]	0.479	0.479	0.479	0.479					
β^k	[-]	0.879	0.879	0.879	0.879					

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-§4.2.3.1)										
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.										
	Anima	Pb sup	Pb inf							
σ sup	[MPa]	68.3	70.0	-162.3	Tensione al lembo superiore del pannello					
σ inf	[MPa]	-160.5	70.0	-162.3	Tensione al lembo inferiore del pannello					
ε	[-]	0.814	0.814	0.814	Coefficiente pari a (235 / fyk)^0.5					
ψ	[-]	-0.425	-	1.000	Rapporto σ max / σ min					
k	[-]	1.451	-	1.443	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a (fyd / σc)^0.5					
c int / t	[-]	142.2	12.1	12.1	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)					
c est / t	[-]	-	12.1	12.1	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)					
limite cl. 3	[-]	93.6	-	16.4	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4					
Classe pan.	[-]	4	1	3	Classe del pannello					
Classe sezione	[-]	4	Classe della sezione							

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	
zG	[mm]	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	1145	
A	[mm ²]	44449	44449	44449	44449	44449	44449	44449	44449	
A n	[mm ²]	4.44E+19	4.44E+19	4.44E+19	4.44E+19	4.44E+19	4.44E+19	4.44E+19	4.44E+19	
J	[mm ⁴]	4.91E+10	4.91E+10	4.91E+10	4.91E+10	4.91E+10	4.91E+10	4.91E+10	4.91E+10	
W sol,s	[mm ³]	-	-3.22E+22	-3.22E+22	-3.22E+22	-3.22E+22	-3.22E+22	-3.22E+22	-3.22E+22	
W arm,s	[mm ³]	-	-3.34E+07	-3.34E+07	-3.34E+07	-3.34E+07	-3.34E+07	-3.34E+07	-3.34E+07	
W pb,s	[mm ³]	-4.28E+07	-4.28E+07	-4.28E+07	-4.28E+07	-4.28E+07	-4.28E+07	-4.28E+07	-4.28E+07	
W an,s	[mm ³]	-4.36E+07	-4.36E+07	-4.36E+07	-4.36E+07	-4.36E+07	-4.36E+07	-4.36E+07	-4.36E+07	
W an,i	[mm ³]	3.42E+07	3.42E+07	3.42E+07	3.42E+07	3.42E+07	3.42E+07	3.42E+07	3.42E+07	
W pb,i	[mm ³]	3.37E+07	3.37E+07	3.37E+07	3.37E+07	3.37E+07	3.37E+07	3.37E+07	3.37E+07	
Δ baricentro	[mm]	-155	-155	-155	-155	-155	-155	-155	-155	

TENSIONI NORMALI - VERIFICA													
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1	
σ sol,s	[MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.3	0.00	
σ arm,s	[MPa]	0.0	-0.1	3.2	0.0	0.1	-33.7	0.0	123.5	93.0	391.3	0.24	
σ pb,s	[MPa]	0.0	-0.2	2.4	0.0	0.2	-32.3	0.0	88.1	58.1	338.1	0.17	
σ an,s	[MPa]	0.0	-0.2	2.4	0.0	0.2	-32.3	0.0	85.9	55.9	338.1	0.17	
σ an,i	[MPa]	-0.5	-1.2	-3.4	0.0	0.3	-21.3	0.0	-195.7	-221.7	338.1	0.66	
σ pb,i	[MPa]	-0.5	-1.2	-3.4	0.0	0.3	-21.2	0.0	-197.9	-223.9	338.1	0.66	
Tasso di sfruttamento η1													
η1	[-]	0.66											

VERIFICA SLU A TAGLIO										
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE								
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI2105001</td> <td>B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	
bw	[mm]	2560	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	18	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	2750	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
bw / t	[-]	142.2	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κ	[-]	8.81	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	SI	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σ_E	[Mpa]	9.4	Tensione critica Euleriana
τ_{cr}	[Mpa]	82.6	Tensione tangenziale critica
λ_w	[-]	1.575	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi	Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	0.527	Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	4524	Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved	[kN]	2635	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	4524	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	8995	Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4
Tasso di sfruttamento η_3			
η_3	[-]	0.58	

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = M_{ed}/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$

Mf,Rd	[kNm]	-8723	Momento resistente dato dalle sole flange
MeI,Rd	[kNm]	-7345	Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd	[-]	0.56	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^*	[-]	0.58	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^*	[-]	0.66	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione
Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}			
η_{VM}	[-]	0.66	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVI2105001</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2105001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2105001	B						

F.2 Verifica a taglio SLU nella sezione forata

Si riporta la verifica a taglio in corrispondenza della sezione forata del traverso. A favore di sicurezza si assume che il taglio agente sia pari al taglio massimo sul traverso.

Tale azione si assume divisa in parti uguali tra le due parti di anima poste al di sopra e al di sotto del foro.

L'altezza dell'anima resistente è dunque pari a 860mm.

Il taglio massimo combinato è pari a 2635N.

VERIFICA SLU A TAGLIO			
<i>Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima</i>			
Pannello	ID	INTERO	
bw	[mm]	860	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	18	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	2750	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
bw / t	[-]	47.8	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κ	[-]	5.73	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	NO	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σ_E	[Mpa]	-	Tensione critica Euleriana
τ_{cr}	[Mpa]	-	Tensione tangenziale critica
λ_w	[-]	-	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi	Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	1.200	Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	3461	Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio
<i>Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande</i>			
A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande			
<i>Verifica a taglio</i>			
Ved	[kN]	1318	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	3461	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	3022	Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4
Tasso di sfruttamento η_3			
η_3	[-]	0.44	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12105001	B

ALLEGATO G VERIFICHE FLESSIONALI DELLA SOLETTA

Nella figura seguente sono indicate le sezioni oggetto di verifica.

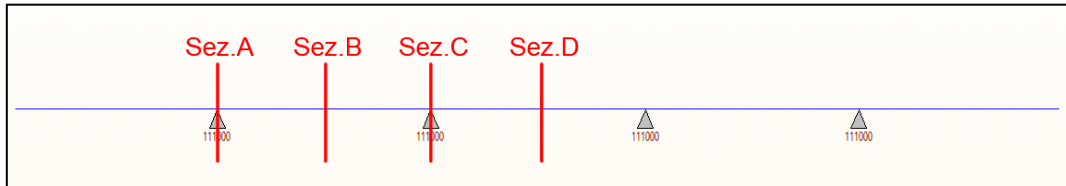


Figura 248 – Sezioni di verifica della soletta

G.1 Sezione A – sezione corrente (armatura ordinaria)

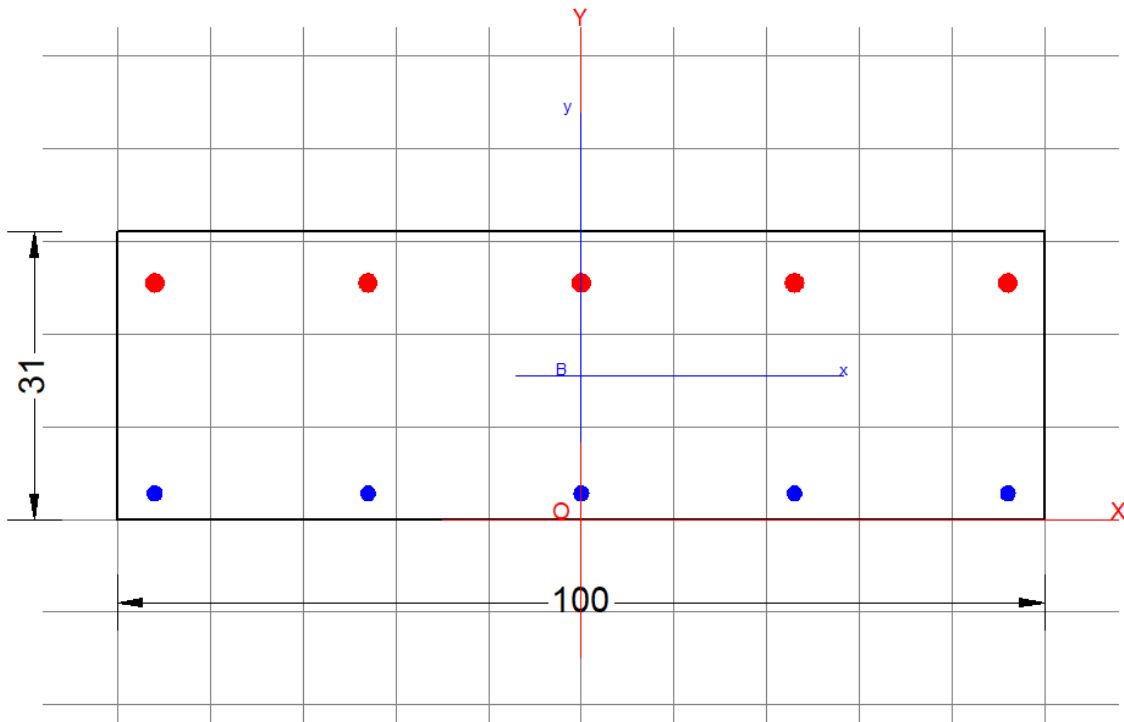


Figura 249 – Sezione A ($\Phi 20/20$ superiori + $\Phi 16/20$ inferiori; $H=31\text{cm}$)

DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Soletta_Flessione_sez.A_NB

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Forma della sezione:

Stati Limite Ultimi

N.T.C.

Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe

Rettangolare

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Ordinarie
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit : Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Rare(Fessurazione):	17.600 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare(Fessurazione):	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	31.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	2.8	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.5	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	10.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	-20.89	0.00	0.00
2	0.00	-20.89	0.00	0.00
3	0.00	-20.89	0.00	0.00
4	0.00	-20.89	0.00	0.00
5	0.00	-54.84	0.00	0.00
6	0.00	-78.91	0.00	0.00
7	0.00	-54.84	0.00	0.00
8	0.00	-38.61	0.00	0.00
9	51.67	19.66	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

10	0.00	-18.49	0.00	0.00
11	38.70	12.38	0.00	0.00
12	0.00	-4.46	0.00	0.00
13	3.04	-58.01	0.00	0.00
14	0.00	-80.45	0.00	0.00
15	5.07	-58.51	0.00	0.00
16	0.00	-36.63	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-20.89
2	0.00	-20.89
3	0.00	-20.89
4	0.00	-38.61
5	0.00	-55.21
6	0.00	-38.61
7	35.70	6.98
8	0.00	-19.30
9	26.80	1.93
10	2.03	-40.25
11	0.00	-55.76
12	3.38	-40.57

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-20.89 (-58.22)
2	0.00	-20.89 (-58.22)
3	0.00	-20.89 (-58.22)
4	0.00	-38.61 (-58.22)
5	0.00	-55.21 (-58.22)
6	0.00	-38.61 (-58.22)
7	28.16	1.31 (0.00)
8	0.00	-19.30 (-58.22)
9	26.80	1.93 (251.48)
10	2.03	-39.95 (-58.38)
11	0.00	-55.76 (-58.22)
12	3.38	-40.57 (-58.48)

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-20.89 (-58.22)
2	0.00	-38.61 (-58.22)
3	0.00	-19.22 (-58.22)
4	0.00	-37.84 (-58.22)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.0 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	-20.89	-0.02	-146.41	7.009	3.4	0.13	0.70	15.7 (4.5)
2	S	0.00	-20.89	-0.02	-146.41	7.009	3.4	0.13	0.70	15.7 (4.5)
3	S	0.00	-20.89	-0.02	-146.41	7.009	3.4	0.13	0.70	15.7 (4.5)
4	S	0.00	-20.89	-0.02	-146.41	7.009	3.4	0.13	0.70	15.7 (4.5)
5	S	0.00	-54.84	-0.02	-146.41	2.670	3.4	0.13	0.70	15.7 (4.5)
6	S	0.00	-78.91	-0.02	-146.41	1.855	3.4	0.13	0.70	15.7 (4.5)
7	S	0.00	-54.84	-0.02	-146.41	2.670	3.4	0.13	0.70	15.7 (4.5)
8	S	0.00	-38.61	-0.02	-146.41	3.792	3.4	0.13	0.70	15.7 (4.5)
9	S	51.67	19.66	51.87	118.60	6.056	26.4	0.16	0.70	25.8 (4.9)
10	S	0.00	-18.49	-0.02	-146.41	7.918	3.4	0.13	0.70	15.7 (4.5)
11	S	38.70	12.38	38.76	117.21	9.514	26.5	0.16	0.70	25.8 (4.9)
12	S	0.00	-4.46	-0.02	-146.41	32.828	3.4	0.13	0.70	15.7 (4.5)
13	S	3.04	-58.01	3.26	-146.83	2.531	3.4	0.13	0.70	15.7 (4.5)
14	S	0.00	-80.45	-0.02	-146.41	1.820	3.4	0.13	0.70	15.7 (4.5)
15	S	5.07	-58.51	5.07	-147.06	2.513	3.4	0.13	0.70	15.7 (4.5)
16	S	0.00	-36.63	-0.02	-146.41	3.997	3.4	0.13	0.70	15.7 (4.5)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02297	25.5
2	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02297	25.5
3	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02297	25.5
4	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02297	25.5
5	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02297	25.5
6	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02297	25.5
7	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02297	25.5
8	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02297	25.5
9	0.00350	31.0	-0.00072	25.5	-0.01813	2.8

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

10	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02297	25.5
11	0.00350	31.0	-0.00075	25.5	-0.01827	2.8
12	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02297	25.5
13	0.00350	0.0	0.00060	2.8	-0.02290	25.5
14	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02297	25.5
15	0.00350	0.0	0.00061	2.8	-0.02285	25.5
16	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02297	25.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci.

(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.82	0.0	0.00	8.1	-58.4	2.8	7.6	763	15.7	23.6
2	S	1.82	0.0	0.00	8.1	-58.4	2.8	7.6	763	15.7	23.6
3	S	1.82	0.0	0.00	8.1	-58.4	2.8	7.6	763	15.7	23.6
4	S	3.36	0.0	0.00	8.1	-107.9	2.8	7.6	763	15.7	23.6
5	S	4.80	0.0	0.00	8.1	-154.3	2.8	7.6	763	15.7	23.6
6	S	3.36	0.0	0.00	8.1	-107.9	2.8	7.6	763	15.7	23.6
7	S	0.65	31.0	0.00	18.7	-12.5	25.5	6.2	623	10.1	0.0
8	S	1.68	0.0	0.00	8.1	-53.9	2.8	7.6	763	15.7	23.6
9	S	0.18	31.0	0.00	3.6	-0.2	25.5	1.5	148	10.1	0.0
10	S	3.51	0.0	0.00	8.2	-111.8	2.8	7.6	761	15.7	23.6
11	S	4.85	0.0	0.00	8.1	-155.9	2.8	7.6	763	15.7	23.6
12	S	3.54	0.0	0.00	8.2	-112.3	2.8	7.6	761	15.7	23.6

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

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00038	0.00014	0.50	0.60	0.000175 (0.000175)	318	0.056 (990.00)	-58.22
2	S	-0.00038	0.00014	0.50	0.60	0.000175 (0.000175)	318	0.056 (990.00)	-58.22
3	S	-0.00038	0.00014	0.50	0.60	0.000175 (0.000175)	318	0.056 (990.00)	-58.22
4	S	-0.00071	0.00025	0.50	0.60	0.000324 (0.000324)	318	0.103 (990.00)	-58.22
5	S	-0.00102	0.00036	0.50	0.60	0.000463 (0.000463)	318	0.147 (990.00)	-58.22
6	S	-0.00071	0.00025	0.50	0.60	0.000324 (0.000324)	318	0.103 (990.00)	-58.22
7	S	-0.00007	0.00005	0.50	0.60	0.000038 (0.000038)	243	0.009 (990.00)	80.05
8	S	-0.00036	0.00013	0.50	0.60	0.000162 (0.000162)	318	0.051 (990.00)	-58.22
9	S	0.00000	0.00001	0.50	0.60	0.000000 (0.000000)	58	0.000 (990.00)	251.48
10	S	-0.00074	0.00026	0.50	0.60	0.000335 (0.000335)	318	0.107 (990.00)	-58.38

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA	
			
		Progetto	Lotto
		IN17	12
		Codifica	
		EI2CLVI2105001	
		B	

11	S	-0.00103	0.00036	0.50	0.60	0.000468 (0.000468)	318	0.149 (990.00)	-58.22
12	S	-0.00074	0.00027	0.50	0.60	0.000337 (0.000337)	318	0.107 (990.00)	-58.48

COMBINAZIONI RARE(FESSURAZIONE) IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.82	0.0	0.00	8.1	-58.4	2.8	7.6	763	15.7	23.6
2	S	1.82	0.0	0.00	8.1	-58.4	2.8	7.6	763	15.7	23.6
3	S	1.82	0.0	0.00	8.1	-58.4	2.8	7.6	763	15.7	23.6
4	S	3.36	0.0	0.00	8.1	-107.9	2.8	7.6	763	15.7	23.6
5	S	4.80	0.0	0.00	8.1	-154.3	2.8	7.6	763	15.7	23.6
6	S	3.36	0.0	0.00	8.1	-107.9	2.8	7.6	763	15.7	23.6
7	S	0.15	31.0	0.01	0.0	0.4	25.5	0.0	0	0.0	0.0
8	S	1.68	0.0	0.00	8.1	-53.9	2.8	7.6	763	15.7	23.6
9	S	0.18	31.0	0.00	3.6	-0.2	25.5	1.5	148	10.1	0.0
10	S	3.48	0.0	0.00	8.2	-111.0	2.8	7.6	761	15.7	23.6
11	S	4.85	0.0	0.00	8.1	-155.9	2.8	7.6	763	15.7	23.6
12	S	3.54	0.0	0.00	8.2	-112.3	2.8	7.6	761	15.7	23.6

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00038	0.00014	0.50	0.60	0.000175 (0.000175)	318	0.056 (0.20)	-58.22
2	S	-0.00038	0.00014	0.50	0.60	0.000175 (0.000175)	318	0.056 (0.20)	-58.22
3	S	-0.00038	0.00014	0.50	0.60	0.000175 (0.000175)	318	0.056 (0.20)	-58.22
4	S	-0.00071	0.00025	0.50	0.60	0.000324 (0.000324)	318	0.103 (0.20)	-58.22
5	S	-0.00102	0.00036	0.50	0.60	0.000463 (0.000463)	318	0.147 (0.20)	-58.22
6	S	-0.00071	0.00025	0.50	0.60	0.000324 (0.000324)	318	0.103 (0.20)	-58.22
7	S	0.00000	0.00001	----	----	----	----	----	0.00
8	S	-0.00036	0.00013	0.50	0.60	0.000162 (0.000162)	318	0.051 (0.20)	-58.22
9	S	0.00000	0.00001	0.50	0.60	0.000000 (0.000000)	58	0.000 (0.20)	251.48
10	S	-0.00073	0.00026	0.50	0.60	0.000333 (0.000333)	318	0.106 (0.20)	-58.38
11	S	-0.00103	0.00036	0.50	0.60	0.000468 (0.000468)	318	0.149 (0.20)	-58.22
12	S	-0.00074	0.00027	0.50	0.60	0.000337 (0.000337)	318	0.107 (0.20)	-58.48

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.82	0.0	0.00	8.1	-58.4	2.8	7.6	763	15.7	23.6
2	S	3.36	0.0	0.00	8.1	-107.9	2.8	7.6	763	15.7	23.6
3	S	1.67	0.0	0.00	8.1	-53.7	2.8	7.6	763	15.7	23.6
4	S	3.29	0.0	0.00	8.1	-105.8	2.8	7.6	763	15.7	23.6

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00038	0.00014	0.50	0.40	0.000175 (0.000175)	318	0.056 (0.20)	-58.22
2	S	-0.00071	0.00025	0.50	0.40	0.000324 (0.000324)	318	0.103 (0.20)	-58.22
3	S	-0.00035	0.00013	0.50	0.40	0.000161 (0.000161)	318	0.051 (0.20)	-58.22
4	S	-0.00070	0.00025	0.50	0.40	0.000317 (0.000317)	318	0.101 (0.20)	-58.22

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001 B

G.2 Sezione A – sezione al montante della barriera (con armatura aggiuntiva)

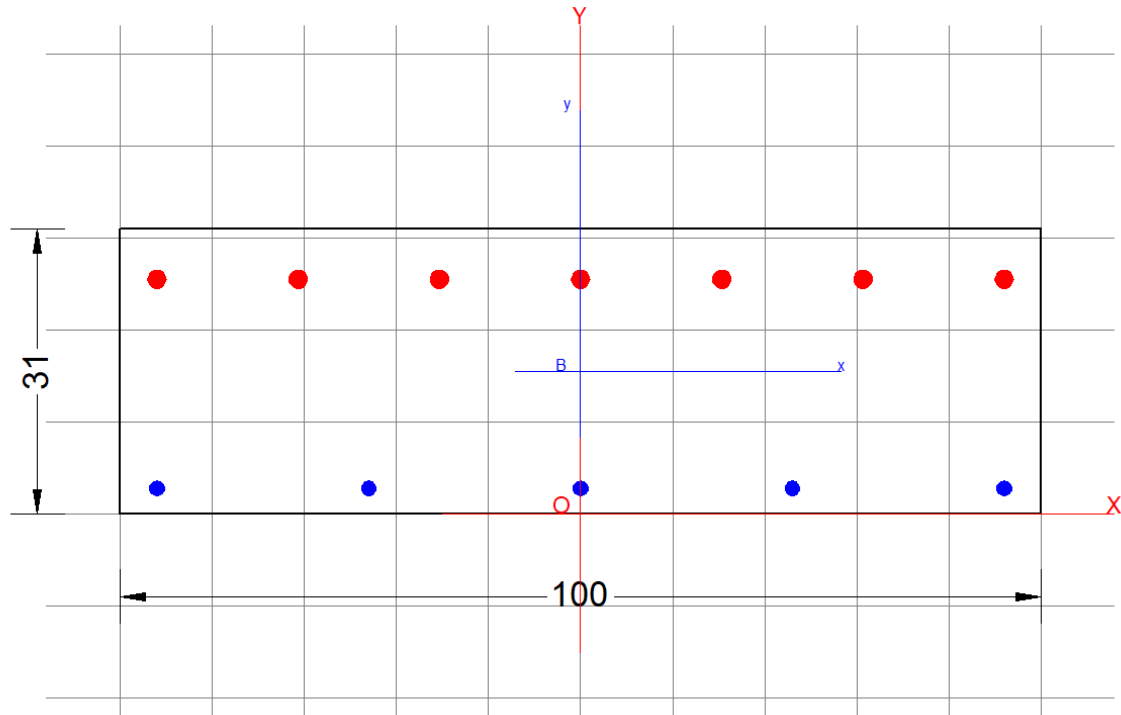


Figura 250 – Sezione A-barriera ($\Phi 20/20+3 \Phi 20$ agg. superiori + $\Phi 16/20$ inferiori; $H=31$ cm)

DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Soletta_Flessione_sez.A_SB

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Ordinarie
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Rare(Fessurazione):	17.600 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare(Fessurazione):	0.200 mm

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 12.800 MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk: 450.00 MPa
Resist. caratt. a rottura ftk: 450.00 MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd: 391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd: 391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef: 200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.: Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
Comb.Rare - Sf Limite: 337.50 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
Altezza: 31.0 cm
Barre inferiori: 5Ø16 (10.1 cm²)
Barre superiori: 7Ø20 (22.0 cm²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre): 2.8 cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre): 5.5 cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre): 10.0 cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	10.35	-37.94	0.00	0.00
2	10.35	-37.94	0.00	0.00
3	17.25	-23.84	0.00	0.00
4	17.25	-23.84	0.00	0.00
5	0.00	-59.09	0.00	0.00
6	0.00	-112.14	0.00	0.00
7	-10.35	-157.36	0.00	0.00
8	0.00	-112.14	0.00	0.00
9	-17.25	-147.39	0.00	0.00
10	0.00	-76.81	0.00	0.00
11	54.71	-0.23	0.00	0.00
12	0.00	-37.00	0.00	0.00
13	43.77	4.45	0.00	0.00
14	0.00	-23.98	0.00	0.00
15	0.00	-42.31	0.00	0.00
16	0.00	-113.30	0.00	0.00
17	0.00	-156.56	0.00	0.00
18	0.00	-112.82	0.00	0.00
19	0.00	-143.47	0.00	0.00
20	0.00	-74.48	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	6.90	-44.99
2	6.90	-44.99
3	11.50	-35.59
4	11.50	-35.59
5	0.00	-76.81
6	-6.90	-107.51
7	0.00	-76.81
8	-11.50	-100.31
9	37.73	-18.90
10	0.00	-44.25
11	30.18	-15.96
12	0.00	-35.57
13	0.00	-77.11
14	0.00	-106.50
15	0.00	-76.78
16	0.00	-97.17

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	-6.90	-44.99 (-60.52)
2	-6.90	-44.99 (-60.52)
3	-11.50	-35.59 (-59.99)
4	-11.50	-35.59 (-59.99)
5	0.00	-76.81 (-61.01)
6	6.90	-107.51 (-61.22)
7	0.00	-76.81 (-61.01)
8	11.50	-100.31 (-61.38)
9	-30.18	-24.56 (-57.31)
10	0.00	-44.25 (-61.01)
11	-30.18	-15.96 (-55.50)
12	0.00	-35.57 (-61.01)
13	0.00	-76.81 (-61.01)
14	0.00	-106.50 (-61.01)
15	0.00	-76.78 (-61.01)
16	0.00	-97.17 (-61.01)

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-59.09 (-61.01)
2	0.00	-76.81 (-61.01)
3	0.00	-57.06 (-61.01)
4	0.00	-75.68 (-61.01)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.3 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	10.35	-37.94	10.62	-203.09	5.347	4.3	0.17	0.70	22.0 (4.5)
2	S	10.35	-37.94	10.62	-203.09	5.347	4.3	0.17	0.70	22.0 (4.5)
3	S	17.25	-23.84	17.47	-203.92	8.525	4.3	0.17	0.70	22.0 (4.5)
4	S	17.25	-23.84	17.47	-203.92	8.525	4.3	0.17	0.70	22.0 (4.5)
5	S	0.00	-59.09	-0.14	-201.78	3.415	4.2	0.17	0.70	22.0 (4.5)
6	S	0.00	-112.14	-0.14	-201.78	1.799	4.2	0.17	0.70	22.0 (4.5)
7	S	-10.35	-157.36	-10.60	-200.48	1.275	4.2	0.16	0.70	22.0 (4.5)
8	S	0.00	-112.14	-0.14	-201.78	1.799	4.2	0.17	0.70	22.0 (4.5)
9	S	-17.25	-147.39	-17.40	-199.64	1.356	4.2	0.16	0.70	22.0 (4.5)
10	S	0.00	-76.81	-0.14	-201.78	2.627	4.2	0.17	0.70	22.0 (4.5)
11	S	54.71	-0.23	54.66	-208.43	403.521	4.4	0.17	0.70	22.0 (4.5)
12	S	0.00	-37.00	-0.14	-201.78	5.454	4.2	0.17	0.70	22.0 (4.5)
13	S	43.77	4.45	43.93	118.16	27.945	26.3	0.17	0.70	32.0 (4.9)
14	S	0.00	-23.98	-0.14	-201.78	8.415	4.2	0.17	0.70	22.0 (4.5)
15	S	0.00	-42.31	-0.14	-201.78	4.769	4.2	0.17	0.70	22.0 (4.5)
16	S	0.00	-113.30	-0.14	-201.78	1.781	4.2	0.17	0.70	22.0 (4.5)
17	S	0.00	-156.56	-0.14	-201.78	1.289	4.2	0.17	0.70	22.0 (4.5)
18	S	0.00	-112.82	-0.14	-201.78	1.789	4.2	0.17	0.70	22.0 (4.5)
19	S	0.00	-143.47	-0.14	-201.78	1.406	4.2	0.17	0.70	22.0 (4.5)
20	S	0.00	-74.48	-0.14	-201.78	2.709	4.2	0.17	0.70	22.0 (4.5)
21	S	0.00	0.00	-0.14	-201.78	9999.000	4.2	0.17	0.70	22.0 (4.5)
22	S	0.00	0.00	-0.14	-201.78	9999.000	4.2	0.17	0.70	22.0 (4.5)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	0.0	0.00121	2.8	-0.01732	25.5
2	0.00350	0.0	0.00121	2.8	-0.01732	25.5
3	0.00350	0.0	0.00123	2.8	-0.01721	25.5
4	0.00350	0.0	0.00123	2.8	-0.01721	25.5
5	0.00350	0.0	0.00119	2.8	-0.01751	25.5
6	0.00350	0.0	0.00119	2.8	-0.01751	25.5
7	0.00350	0.0	0.00117	2.8	-0.01774	25.5

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

8	0.00350	0.0	0.00119	2.8	-0.01751	25.5
9	0.00350	0.0	0.00115	2.8	-0.01789	25.5
10	0.00350	0.0	0.00119	2.8	-0.01751	25.5
11	0.00350	0.0	0.00130	2.8	-0.01656	25.5
12	0.00350	0.0	0.00119	2.8	-0.01751	25.5
13	0.00350	31.0	-0.00058	25.5	-0.01740	2.8
14	0.00350	0.0	0.00119	2.8	-0.01751	25.5
15	0.00350	0.0	0.00119	2.8	-0.01751	25.5
16	0.00350	0.0	0.00119	2.8	-0.01751	25.5
17	0.00350	0.0	0.00119	2.8	-0.01751	25.5
18	0.00350	0.0	0.00119	2.8	-0.01751	25.5
19	0.00350	0.0	0.00119	2.8	-0.01751	25.5
20	0.00350	0.0	0.00119	2.8	-0.01751	25.5
21	0.00350	0.0	0.00119	2.8	-0.01751	25.5
22	0.00350	0.0	0.00119	2.8	-0.01751	25.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.53	0.0	0.00	9.5	-89.5	2.8	7.2	718	22.0	15.7
2	S	3.53	0.0	0.00	9.5	-89.5	2.8	7.2	718	22.0	15.7
3	S	2.81	0.0	0.00	9.6	-69.4	2.8	7.1	713	22.0	15.7
4	S	2.81	0.0	0.00	9.6	-69.4	2.8	7.1	713	22.0	15.7
5	S	5.98	0.0	0.00	9.3	-155.6	2.8	7.2	722	22.0	15.7
6	S	8.36	0.0	0.00	9.3	-219.4	2.8	7.2	724	22.0	15.7
7	S	5.98	0.0	0.00	9.3	-155.6	2.8	7.2	722	22.0	15.7
8	S	7.79	0.0	0.00	9.2	-205.9	2.8	7.3	726	22.0	15.7
9	S	1.55	0.0	0.00	11.2	-29.8	2.8	6.6	662	22.0	15.7
10	S	3.46	0.0	0.00	9.4	-89.6	2.8	7.2	722	22.0	15.7
11	S	1.30	0.0	0.00	11.1	-25.6	2.8	6.7	665	22.0	15.7
12	S	2.78	0.0	0.00	9.4	-72.1	2.8	7.2	722	22.0	15.7
13	S	6.01	0.0	0.00	9.3	-156.2	2.8	7.2	722	22.0	15.7
14	S	8.30	0.0	0.00	9.3	-215.7	2.8	7.2	722	22.0	15.7
15	S	5.98	0.0	0.00	9.3	-155.5	2.8	7.2	722	22.0	15.7
16	S	7.57	0.0	0.00	9.3	-196.8	2.8	7.2	722	22.0	15.7

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

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

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA	
			
		Progetto	Lotto
		IN17	12
		Codifica	
		EI2CLVI2105001	
		B	

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00060	0.00026	0.50	0.60	0.000269 (0.000269)	264	0.071 (990.00)	-61.51
2	S	-0.00060	0.00026	0.50	0.60	0.000269 (0.000269)	264	0.071 (990.00)	-61.51
3	S	-0.00047	0.00021	0.50	0.60	0.000208 (0.000208)	263	0.055 (990.00)	-62.07
4	S	-0.00047	0.00021	0.50	0.60	0.000208 (0.000208)	263	0.055 (990.00)	-62.07
5	S	-0.00104	0.00045	0.50	0.60	0.000467 (0.000467)	265	0.124 (990.00)	-61.01
6	S	-0.00147	0.00063	0.50	0.60	0.000744 (0.000658)	265	0.197 (990.00)	-60.81
7	S	-0.00104	0.00045	0.50	0.60	0.000467 (0.000467)	265	0.124 (990.00)	-61.01
8	S	-0.00138	0.00058	0.50	0.60	0.000676 (0.000618)	265	0.179 (990.00)	-60.65
9	S	-0.00021	0.00012	0.50	0.60	0.000089 (0.000089)	255	0.023 (990.00)	-68.16
10	S	-0.00060	0.00026	0.50	0.60	0.000269 (0.000269)	265	0.071 (990.00)	-61.01
11	S	-0.00018	0.00010	0.50	0.60	0.000077 (0.000077)	256	0.020 (990.00)	-67.74
12	S	-0.00048	0.00021	0.50	0.60	0.000216 (0.000216)	265	0.057 (990.00)	-61.01
13	S	-0.00105	0.00045	0.50	0.60	0.000469 (0.000469)	265	0.124 (990.00)	-61.01
14	S	-0.00145	0.00062	0.50	0.60	0.000726 (0.000647)	265	0.192 (990.00)	-61.01
15	S	-0.00104	0.00045	0.50	0.60	0.000467 (0.000467)	265	0.124 (990.00)	-61.01
16	S	-0.00132	0.00057	0.50	0.60	0.000632 (0.000591)	265	0.167 (990.00)	-61.01

COMBINAZIONI RARE(FESSURAZIONE) IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.50	0.0	0.00	9.2	-92.7	2.8	7.3	727	22.0	15.7
2	S	3.50	0.0	0.00	9.2	-92.7	2.8	7.3	727	22.0	15.7
3	S	2.76	0.0	0.00	9.1	-74.8	2.8	7.3	731	22.0	15.7
4	S	2.76	0.0	0.00	9.1	-74.8	2.8	7.3	731	22.0	15.7
5	S	5.98	0.0	0.00	9.3	-155.6	2.8	7.2	722	22.0	15.7
6	S	8.39	0.0	0.00	9.4	-216.2	2.8	7.2	721	22.0	15.7
7	S	5.98	0.0	0.00	9.3	-155.6	2.8	7.2	722	22.0	15.7
8	S	7.84	0.0	0.00	9.4	-200.5	2.8	7.2	719	22.0	15.7
9	S	1.85	0.0	0.00	8.4	-56.8	2.8	7.6	756	22.0	15.7
10	S	3.46	0.0	0.00	9.4	-89.6	2.8	7.2	722	22.0	15.7
11	S	1.17	0.0	0.00	7.9	-39.5	2.8	7.7	773	22.0	15.7
12	S	2.78	0.0	0.00	9.4	-72.1	2.8	7.2	722	22.0	15.7
13	S	5.98	0.0	0.00	9.3	-155.6	2.8	7.2	722	22.0	15.7
14	S	8.30	0.0	0.00	9.3	-215.7	2.8	7.2	722	22.0	15.7
15	S	5.98	0.0	0.00	9.3	-155.5	2.8	7.2	722	22.0	15.7
16	S	7.57	0.0	0.00	9.3	-196.8	2.8	7.2	722	22.0	15.7

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00062	0.00026	0.50	0.60	0.000278 (0.000278)	265	0.074 (0.20)	-60.52
2	S	-0.00062	0.00026	0.50	0.60	0.000278 (0.000278)	265	0.074 (0.20)	-60.52
3	S	-0.00050	0.00021	0.50	0.60	0.000224 (0.000224)	266	0.060 (0.20)	-59.99
4	S	-0.00050	0.00021	0.50	0.60	0.000224 (0.000224)	266	0.060 (0.20)	-59.99
5	S	-0.00104	0.00045	0.50	0.60	0.000467 (0.000467)	265	0.124 (0.20)	-61.01
6	S	-0.00145	0.00063	0.50	0.60	0.000729 (0.000649)	264	0.193 (0.20)	-61.22
7	S	-0.00104	0.00045	0.50	0.60	0.000467 (0.000467)	265	0.124 (0.20)	-61.01
8	S	-0.00135	0.00059	0.50	0.60	0.000652 (0.000602)	264	0.172 (0.20)	-61.38
9	S	-0.00038	0.00014	0.50	0.60	0.000171 (0.000171)	270	0.046 (0.20)	-57.31
10	S	-0.00060	0.00026	0.50	0.60	0.000269 (0.000269)	265	0.071 (0.20)	-61.01
11	S	-0.00026	0.00009	0.50	0.60	0.000118 (0.000118)	273	0.032 (0.20)	-55.50
12	S	-0.00048	0.00021	0.50	0.60	0.000216 (0.000216)	265	0.057 (0.20)	-61.01
13	S	-0.00104	0.00045	0.50	0.60	0.000467 (0.000467)	265	0.124 (0.20)	-61.01
14	S	-0.00145	0.00062	0.50	0.60	0.000726 (0.000647)	265	0.192 (0.20)	-61.01
15	S	-0.00104	0.00045	0.50	0.60	0.000467 (0.000467)	265	0.124 (0.20)	-61.01
16	S	-0.00132	0.00057	0.50	0.60	0.000632 (0.000591)	265	0.167 (0.20)	-61.01

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.60	0.0	0.00	9.3	-119.7	2.8	7.2	722	22.0	15.7
2	S	5.98	0.0	0.00	9.3	-155.6	2.8	7.2	722	22.0	15.7
3	S	4.44	0.0	0.00	9.3	-115.6	2.8	7.2	722	22.0	15.7
4	S	5.89	0.0	0.00	9.3	-153.3	2.8	7.2	722	22.0	15.7

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00080	0.00035	0.50	0.40	0.000364 (0.000359)	265	0.096 (0.20)	-61.01
2	S	-0.00104	0.00045	0.50	0.40	0.000543 (0.000467)	265	0.144 (0.20)	-61.01
3	S	-0.00077	0.00033	0.50	0.40	0.000347 (0.000347)	265	0.092 (0.20)	-61.01
4	S	-0.00103	0.00044	0.50	0.40	0.000532 (0.000460)	265	0.141 (0.20)	-61.01

G.3 Sezione B

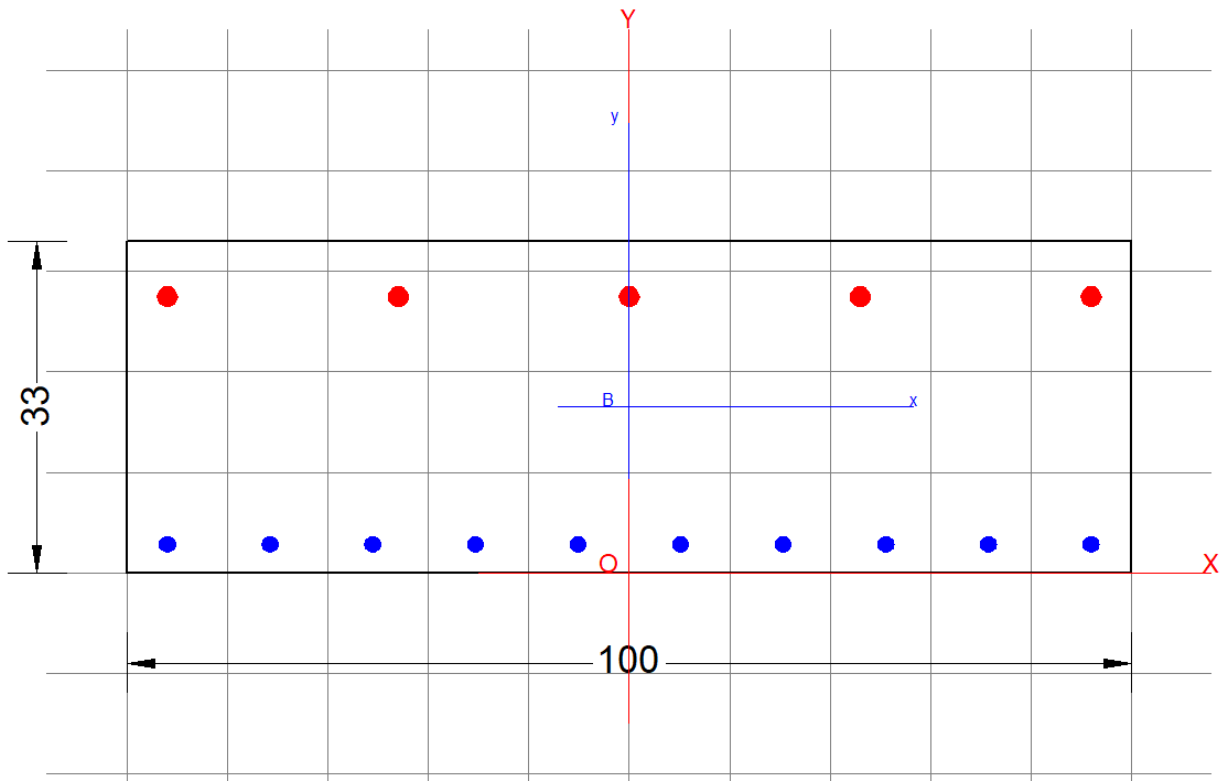


Figura 251 – Sezione C ($\Phi 20/20$ superiori + 1+1 $\Phi 16/20$ inferiori; H=33cm)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Soletta_Flessione_sez.B

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Ordinarie
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Rare(Fessurazione):	17.600 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare(Fessurazione):	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	33.0	cm
Barre inferiori:	10Ø16	(20.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	2.8	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.5	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	10.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	10.32	145.37	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

2	0.00	1.52	0.00	0.00
3	7.73	114.80	0.00	0.00
4	0.00	48.54	0.00	0.00
5	0.61	-38.61	0.00	0.00
6	0.00	-34.20	0.00	0.00
7	1.01	-38.71	0.00	0.00
8	0.00	-4.59	0.00	0.00
9	10.92	130.88	0.00	0.00
10	0.00	-8.87	0.00	0.00
11	8.74	104.12	0.00	0.00
12	0.00	-1.58	0.00	0.00
13	0.00	28.34	0.00	0.00
14	0.00	-64.24	0.00	0.00
15	0.00	-74.30	0.00	0.00
16	0.00	-61.24	0.00	0.00
17	0.00	-67.66	0.00	0.00
18	0.00	-24.79	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	7.13	96.39
2	0.00	-2.73
3	5.35	75.24
4	0.40	-24.18
5	0.00	-21.24
6	0.67	-24.19
7	7.53	80.00
8	0.00	-16.38
9	6.03	61.39
10	0.00	-11.50
11	0.00	-41.27
12	0.00	-47.97
13	0.00	-39.21
14	0.00	-43.24

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	5.62	73.39 (72.42)
2	0.00	-2.73 (-68.68)
3	5.35	75.24 (72.40)
4	0.40	-22.33 (-68.76)
5	0.00	-21.24 (-68.68)
6	0.67	-24.19 (-68.80)
7	-6.03	57.00 (71.66)
8	0.00	-16.38 (-68.68)
9	-6.03	61.39 (71.69)
10	0.00	-11.50 (-68.68)
11	0.00	-39.42 (-68.68)
12	0.00	-47.97 (-68.68)
13	0.00	-39.21 (-68.68)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

14 0.00 -43.24 (-68.68)

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-2.21 (-68.68)
2	0.00	-12.15 (-68.68)
3	0.00	-22.40 (-68.68)
4	0.00	-32.34 (-68.68)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.3 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.2.1.2.1 NTC; deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	10.32	145.37	10.23	221.32	1.522	27.5	0.18	0.70	35.8 (5.3)
2	S	0.00	1.52	-0.11	220.14	144.828	27.6	0.18	0.70	35.8 (5.3)
3	S	7.73	114.80	7.75	221.04	1.925	27.5	0.18	0.70	35.8 (5.3)
4	S	0.00	48.54	-0.11	220.14	4.535	27.6	0.18	0.70	35.8 (5.3)
5	S	0.61	-38.61	0.83	-158.80	4.113	3.1	0.11	0.70	15.7 (4.8)
6	S	0.00	-34.20	-0.05	-158.68	4.640	3.1	0.11	0.70	15.7 (4.8)
7	S	1.01	-38.71	0.83	-158.80	4.103	3.1	0.11	0.70	15.7 (4.8)
8	S	0.00	-4.59	-0.05	-158.68	34.571	3.1	0.11	0.70	15.7 (4.8)
9	S	10.92	130.88	11.05	221.41	1.691	27.5	0.18	0.70	35.8 (5.3)
10	S	0.00	-8.87	-0.05	-158.68	17.890	3.1	0.11	0.70	15.7 (4.8)
11	S	8.74	104.12	8.58	221.13	2.123	27.5	0.18	0.70	35.8 (5.3)
12	S	0.00	-1.58	-0.05	-158.68	100.431	3.1	0.11	0.70	15.7 (4.8)
13	S	0.00	28.34	-0.11	220.14	7.768	27.6	0.18	0.70	35.8 (5.3)
14	S	0.00	-64.24	-0.05	-158.68	2.470	3.1	0.11	0.70	15.7 (4.8)
15	S	0.00	-74.30	-0.05	-158.68	2.136	3.1	0.11	0.70	15.7 (4.8)
16	S	0.00	-61.24	-0.05	-158.68	2.591	3.1	0.11	0.70	15.7 (4.8)
17	S	0.00	-67.66	-0.05	-158.68	2.345	3.1	0.11	0.70	15.7 (4.8)
18	S	0.00	-24.79	-0.05	-158.68	6.401	3.1	0.11	0.70	15.7 (4.8)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	33.0	-0.00002	27.5	-0.01583	2.8
2	0.00350	33.0	-0.00004	27.5	-0.01594	2.8
3	0.00350	33.0	-0.00003	27.5	-0.01586	2.8
4	0.00350	33.0	-0.00004	27.5	-0.01594	2.8
5	0.00350	0.0	0.00038	2.8	-0.02711	27.5
6	0.00350	0.0	0.00038	2.8	-0.02713	27.5
7	0.00350	0.0	0.00038	2.8	-0.02711	27.5
8	0.00350	0.0	0.00038	2.8	-0.02713	27.5
9	0.00350	33.0	-0.00002	27.5	-0.01582	2.8
10	0.00350	0.0	0.00038	2.8	-0.02713	27.5
11	0.00350	33.0	-0.00002	27.5	-0.01585	2.8
12	0.00350	0.0	0.00038	2.8	-0.02713	27.5
13	0.00350	33.0	-0.00004	27.5	-0.01594	2.8
14	0.00350	0.0	0.00038	2.8	-0.02713	27.5
15	0.00350	0.0	0.00038	2.8	-0.02713	27.5
16	0.00350	0.0	0.00038	2.8	-0.02713	27.5
17	0.00350	0.0	0.00038	2.8	-0.02713	27.5
18	0.00350	0.0	0.00038	2.8	-0.02713	27.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	6.01	33.0	0.00	22.9	-179.5	27.5	7.0	700	20.1	10.5
2	S	0.20	0.0	0.00	9.4	-7.0	2.8	8.3	835	15.7	23.6
3	S	4.69	33.0	0.00	22.9	-140.1	27.5	7.0	700	20.1	10.5
4	S	1.66	0.0	0.00	7.9	-61.9	2.8	8.4	837	15.7	23.6
5	S	1.46	0.0	0.00	7.9	-54.5	2.8	8.4	838	15.7	23.6
6	S	1.66	0.0	0.00	7.9	-61.8	2.8	8.4	837	15.7	23.6
7	S	4.99	33.0	0.00	22.9	-148.6	27.5	7.0	700	20.1	10.5
8	S	1.13	0.0	0.00	8.0	-42.0	2.8	8.4	838	15.7	23.6
9	S	3.83	33.0	0.00	22.9	-114.0	27.5	7.0	700	20.1	10.5
10	S	0.80	0.0	0.00	8.0	-29.5	2.8	8.4	838	15.7	23.6
11	S	2.83	0.0	0.00	7.9	-105.9	2.8	8.4	838	15.7	23.6
12	S	3.29	0.0	0.00	7.9	-123.0	2.8	8.4	838	15.7	23.6
13	S	2.69	0.0	0.00	7.9	-100.6	2.8	8.4	838	15.7	23.6
14	S	2.96	0.0	0.00	7.9	-110.9	2.8	8.4	838	15.7	23.6

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

Ver Esito verifica
e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00102	0.00045	0.50	0.60	0.000538 (0.000538)	163	0.088 (990.00)	72.41
2	S	-0.00004	0.00001	0.50	0.60	0.000021 (0.000021)	334	0.007 (990.00)	-68.68
3	S	-0.00080	0.00035	0.50	0.60	0.000420 (0.000420)	163	0.068 (990.00)	72.40
4	S	-0.00040	0.00012	0.50	0.60	0.000186 (0.000186)	334	0.062 (990.00)	-68.75
5	S	-0.00035	0.00011	0.50	0.60	0.000163 (0.000163)	334	0.055 (990.00)	-68.68
6	S	-0.00040	0.00012	0.50	0.60	0.000185 (0.000185)	334	0.062 (990.00)	-68.80
7	S	-0.00085	0.00037	0.50	0.60	0.000446 (0.000446)	163	0.073 (990.00)	72.50
8	S	-0.00027	0.00008	0.50	0.60	0.000126 (0.000126)	334	0.042 (990.00)	-68.68
9	S	-0.00065	0.00029	0.50	0.60	0.000342 (0.000342)	163	0.056 (990.00)	72.52
10	S	-0.00019	0.00006	0.50	0.60	0.000088 (0.000088)	334	0.030 (990.00)	-68.68
11	S	-0.00068	0.00021	0.50	0.60	0.000318 (0.000318)	334	0.106 (990.00)	-68.68
12	S	-0.00079	0.00025	0.50	0.60	0.000369 (0.000369)	334	0.123 (990.00)	-68.68
13	S	-0.00064	0.00020	0.50	0.60	0.000302 (0.000302)	334	0.101 (990.00)	-68.68
14	S	-0.00071	0.00022	0.50	0.60	0.000333 (0.000333)	334	0.111 (990.00)	-68.68

COMBINAZIONI RARE(FESSURAZIONE) IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.58	33.0	0.00	22.9	-136.6	27.5	7.0	700	20.1	10.5
2	S	0.20	0.0	0.00	9.4	-7.0	2.8	8.3	835	15.7	23.6
3	S	4.69	33.0	0.00	22.9	-140.1	27.5	7.0	700	20.1	10.5
4	S	1.53	0.0	0.00	7.9	-57.1	2.8	8.4	837	15.7	23.6
5	S	1.46	0.0	0.00	7.9	-54.5	2.8	8.4	838	15.7	23.6
6	S	1.66	0.0	0.00	7.9	-61.8	2.8	8.4	837	15.7	23.6
7	S	3.53	33.0	0.00	23.1	-108.4	27.5	7.0	700	20.1	10.5
8	S	1.13	0.0	0.00	8.0	-42.0	2.8	8.4	838	15.7	23.6
9	S	3.80	33.0	0.00	23.1	-116.6	27.5	7.0	700	20.1	10.5
10	S	0.80	0.0	0.00	8.0	-29.5	2.8	8.4	838	15.7	23.6
11	S	2.70	0.0	0.00	7.9	-101.1	2.8	8.4	838	15.7	23.6
12	S	3.29	0.0	0.00	7.9	-123.0	2.8	8.4	838	15.7	23.6
13	S	2.69	0.0	0.00	7.9	-100.6	2.8	8.4	838	15.7	23.6
14	S	2.96	0.0	0.00	7.9	-110.9	2.8	8.4	838	15.7	23.6

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00078	0.00034	0.50	0.60	0.000410 (0.000410)	163	0.067 (0.20)	72.42
2	S	-0.00004	0.00001	0.50	0.60	0.000021 (0.000021)	334	0.007 (0.20)	-68.68
3	S	-0.00080	0.00035	0.50	0.60	0.000420 (0.000420)	163	0.068 (0.20)	72.40
4	S	-0.00037	0.00011	0.50	0.60	0.000171 (0.000171)	334	0.057 (0.20)	-68.76
5	S	-0.00035	0.00011	0.50	0.60	0.000163 (0.000163)	334	0.055 (0.20)	-68.68
6	S	-0.00040	0.00012	0.50	0.60	0.000185 (0.000185)	334	0.062 (0.20)	-68.80
7	S	-0.00062	0.00026	0.50	0.60	0.000325 (0.000325)	163	0.053 (0.20)	71.66
8	S	-0.00027	0.00008	0.50	0.60	0.000126 (0.000126)	334	0.042 (0.20)	-68.68
9	S	-0.00066	0.00029	0.50	0.60	0.000350 (0.000350)	163	0.057 (0.20)	71.69
10	S	-0.00019	0.00006	0.50	0.60	0.000088 (0.000088)	334	0.030 (0.20)	-68.68
11	S	-0.00065	0.00020	0.50	0.60	0.000303 (0.000303)	334	0.101 (0.20)	-68.68
12	S	-0.00079	0.00025	0.50	0.60	0.000369 (0.000369)	334	0.123 (0.20)	-68.68
13	S	-0.00064	0.00020	0.50	0.60	0.000302 (0.000302)	334	0.101 (0.20)	-68.68
14	S	-0.00071	0.00022	0.50	0.60	0.000333 (0.000333)	334	0.111 (0.20)	-68.68

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.16	0.0	0.00	9.4	-5.6	2.8	8.3	835	15.7	23.6
2	S	0.84	0.0	0.00	8.0	-31.2	2.8	8.4	838	15.7	23.6
3	S	1.54	0.0	0.00	7.9	-57.5	2.8	8.4	838	15.7	23.6
4	S	2.22	0.0	0.00	7.9	-83.0	2.8	8.4	838	15.7	23.6

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00004	0.00001	0.50	0.40	0.000017 (0.000017)	334	0.006 (0.20)	-68.68
2	S	-0.00020	0.00006	0.50	0.40	0.000093 (0.000093)	334	0.031 (0.20)	-68.68
3	S	-0.00037	0.00012	0.50	0.40	0.000172 (0.000172)	334	0.058 (0.20)	-68.68
4	S	-0.00053	0.00017	0.50	0.40	0.000249 (0.000249)	334	0.083 (0.20)	-68.68

G.4 Sezione C

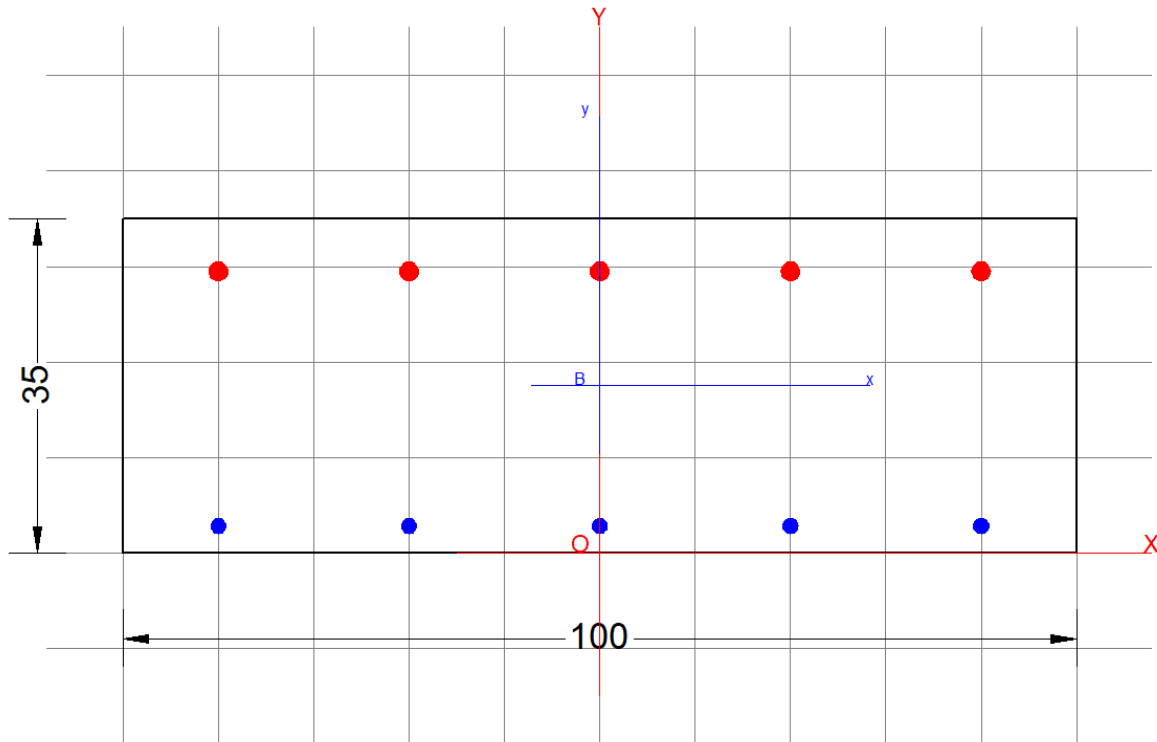


Figura 252 – Sezione C ($\Phi 20/20$ superiori + $\Phi 16/20$ inferiori; $H=35\text{cm}$)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Soletta_Flessione_sez.C

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Ordinarie
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Rare(Fessurazione):	17.600 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare(Fessurazione):	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	35.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	2.8	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.5	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	10.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	15.74	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

2	0.00	4.54	0.00	0.00
3	0.00	13.28	0.00	0.00
4	0.00	-2.16	0.00	0.00
5	-58.75	-77.19	0.00	0.00
6	0.00	-9.89	0.00	0.00
7	-35.25	-50.53	0.00	0.00
8	0.00	-21.65	0.00	0.00
9	0.63	23.02	0.00	0.00
10	0.00	15.13	0.00	0.00
11	1.05	20.75	0.00	0.00
12	0.00	12.69	0.00	0.00
13	0.00	2.49	0.00	0.00
14	-59.38	-75.22	0.00	0.00
15	0.00	-8.84	0.00	0.00
16	-36.30	-50.35	0.00	0.00
17	0.00	-9.61	0.00	0.00
18	0.00	-16.99	0.00	0.00
19	-3.76	16.20	0.00	0.00
20	0.00	10.64	0.00	0.00
21	-1.93	15.18	0.00	0.00
22	0.00	-9.24	0.00	0.00
23	25.54	-103.75	0.00	0.00
24	0.00	-8.59	0.00	0.00
25	14.00	-66.99	0.00	0.00
26	0.00	-30.49	0.00	0.00
27	-5.05	27.30	0.00	0.00
28	0.00	27.61	0.00	0.00
29	-4.08	25.67	0.00	0.00
30	0.00	24.25	0.00	0.00
31	0.00	-1.23	0.00	0.00
32	26.82	-98.94	0.00	0.00
33	0.00	-5.54	0.00	0.00
34	16.15	-64.31	0.00	0.00
35	0.00	-7.71	0.00	0.00
36	0.00	-22.48	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	8.70
2	0.00	0.99
3	0.00	6.99
4	-40.52	-52.17
5	0.00	-5.77
6	-24.31	-33.77
7	0.42	13.55
8	0.00	8.05
9	0.70	11.97
10	0.00	6.31
11	-40.94	-49.30
12	0.00	-3.52
13	-25.01	-32.10
14	0.00	-4.00
15	-2.62	8.85
16	0.00	5.05
17	-1.38	8.12

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

18	17.64	-69.87
19	0.00	-4.28
20	9.70	-44.49
21	-3.48	16.25
22	0.00	16.37
23	-2.81	15.11
24	0.00	13.97
25	18.50	-63.99
26	0.00	0.42
27	11.13	-40.03
28	0.00	-1.00

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	6.60 (72.54)
2	0.00	0.99 (72.54)
3	0.00	6.99 (72.54)
4	-24.31	-33.39 (-70.70)
5	0.00	-5.77 (-73.86)
6	-24.31	-33.77 (-70.74)
7	-0.42	11.45 (72.37)
8	0.00	8.05 (72.54)
9	-0.70	11.97 (72.27)
10	0.00	6.31 (72.54)
11	24.73	-30.52 (-77.72)
12	0.00	-3.52 (-73.86)
13	25.01	-32.10 (-77.56)
14	0.00	-4.00 (-73.86)
15	-1.93	7.39 (71.36)
16	0.00	5.05 (72.54)
17	-1.38	8.12 (71.77)
18	10.25	-43.76 (-74.93)
19	0.00	-4.28 (-73.86)
20	9.70	-44.49 (-74.86)
21	2.79	14.79 (73.42)
22	0.00	16.37 (72.54)
23	2.81	15.11 (73.41)
24	0.00	13.97 (72.54)
25	-11.11	-37.88 (-72.55)
26	0.00	0.42 (72.54)
27	-11.13	-40.03 (-72.62)
28	0.00	-1.00 (-73.86)

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-2.35 (-73.86)
2	0.00	-4.64 (-73.86)
3	0.00	2.30 (72.54)
4	0.00	0.01 (72.54)
5	0.00	0.45 (72.54)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

6	0.00	-3.49 (-73.86)
7	0.00	8.46 (72.54)
8	0.00	4.52 (72.54)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	2.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	18.0	cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	15.74	0.07	128.86	8.187	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
2	S	0.00	4.54	0.07	128.86	28.382	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
3	S	0.00	13.28	0.07	128.86	9.703	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
4	S	0.00	-2.16	-0.25	-170.96	79.150	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.2)
5	S	-58.75	-77.19	-58.86	-162.35	2.117	3.2	0.11	0.70	15.7 (5.2)
6	S	0.00	-9.89	-0.25	-170.96	17.287	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.2)
7	S	-35.25	-50.53	-35.46	-165.80	3.307	3.3	0.11	0.70	15.7 (5.2)
8	S	0.00	-21.65	-0.25	-170.96	7.897	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.2)
9	S	0.63	23.02	0.74	128.94	5.601	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
10	S	0.00	15.13	0.07	128.86	8.517	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
11	S	1.05	20.75	1.07	128.98	6.217	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
12	S	0.00	12.69	0.07	128.86	10.154	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
13	S	0.00	2.49	0.07	128.86	51.749	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
14	S	-59.38	-75.22	-59.35	-162.28	2.172	3.2	0.11	0.70	15.7 (5.2)
15	S	0.00	-8.84	-0.25	-170.96	19.340	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.2)
16	S	-36.30	-50.35	-36.12	-165.71	3.317	3.3	0.11	0.70	15.7 (5.2)
17	S	0.00	-9.61	-0.25	-170.96	17.790	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.2)
18	S	0.00	-16.99	-0.25	-170.96	10.063	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.2)
19	S	-3.76	16.20	-3.93	128.35	7.898	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
20	S	0.00	10.64	0.07	128.86	12.110	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
21	S	-1.93	15.18	-1.93	128.60	8.457	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
22	S	0.00	-9.24	-0.25	-170.96	18.503	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.2)
23	S	25.54	-103.75	25.26	-174.70	1.684	3.4	0.12	0.70	15.7 (5.2)
24	S	0.00	-8.59	-0.25	-170.96	19.903	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.2)
25	S	14.00	-66.99	14.14	-173.07	2.583	3.4	0.12	0.70	15.7 (5.2)
26	S	0.00	-30.49	-0.25	-170.96	5.607	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.2)
27	S	-5.05	27.30	-5.27	128.18	4.685	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
28	S	0.00	27.61	0.07	128.86	4.667	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
29	S	-4.08	25.67	-3.93	128.35	4.990	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
30	S	0.00	24.25	0.07	128.86	5.314	30.6	0.14	0.70	25.8 (5.6)
31	S	0.00	-1.23	-0.25	-170.96	138.995	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.2)
32	S	26.82	-98.94	27.10	-174.97	1.768	3.5	0.12	0.70	15.7 (5.2)
33	S	0.00	-5.54	-0.25	-170.96	30.860	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.2)
34	S	16.15	-64.31	16.00	-173.35	2.695	3.4	0.12	0.70	15.7 (5.2)
35	S	0.00	-7.71	-0.25	-170.96	22.174	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.2)
36	S	0.00	-22.48	-0.25	-170.96	7.605	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.2)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	35.0	-0.00083	29.5	-0.02184	2.8
2	0.00350	35.0	-0.00083	29.5	-0.02184	2.8
3	0.00350	35.0	-0.00083	29.5	-0.02184	2.8
4	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02713	29.5
5	0.00350	0.0	0.00044	2.8	-0.02876	29.5
6	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02713	29.5
7	0.00350	0.0	0.00051	2.8	-0.02804	29.5
8	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02713	29.5
9	0.00350	35.0	-0.00083	29.5	-0.02184	2.8
10	0.00350	35.0	-0.00083	29.5	-0.02184	2.8
11	0.00350	35.0	-0.00083	29.5	-0.02183	2.8
12	0.00350	35.0	-0.00083	29.5	-0.02184	2.8
13	0.00350	35.0	-0.00083	29.5	-0.02184	2.8
14	0.00350	0.0	0.00044	2.8	-0.02877	29.5
15	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02713	29.5
16	0.00350	0.0	0.00050	2.8	-0.02806	29.5
17	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02713	29.5
18	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02713	29.5
19	0.00350	35.0	-0.00084	29.5	-0.02189	2.8
20	0.00350	35.0	-0.00083	29.5	-0.02184	2.8
21	0.00350	35.0	-0.00083	29.5	-0.02187	2.8
22	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02713	29.5
23	0.00350	0.0	0.00066	2.8	-0.02645	29.5
24	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02713	29.5
25	0.00350	0.0	0.00063	2.8	-0.02675	29.5
26	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02713	29.5
27	0.00350	35.0	-0.00084	29.5	-0.02191	2.8
28	0.00350	35.0	-0.00083	29.5	-0.02184	2.8
29	0.00350	35.0	-0.00084	29.5	-0.02189	2.8
30	0.00350	35.0	-0.00083	29.5	-0.02184	2.8
31	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02713	29.5
32	0.00350	0.0	0.00066	2.8	-0.02640	29.5
33	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02713	29.5
34	0.00350	0.0	0.00063	2.8	-0.02670	29.5
35	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02713	29.5
36	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02713	29.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.64	35.0	0.00	27.1	-29.7	29.5	7.0	700	10.1	0.0
2	S	0.07	35.0	0.00	27.0	-3.4	29.5	7.0	700	10.1	0.0
3	S	0.52	35.0	0.00	27.1	-23.9	29.5	7.0	700	10.1	0.0
4	S	3.50	0.0	0.00	8.1	-138.3	2.8	9.0	896	15.7	23.6
5	S	0.40	0.0	0.00	9.0	-13.8	2.8	8.7	871	15.7	23.6
6	S	2.27	0.0	0.00	8.2	-88.9	2.8	8.9	894	15.7	23.6
7	S	1.00	35.0	0.00	27.1	-46.1	29.5	7.0	700	10.1	0.0
8	S	0.59	35.0	0.00	27.1	-27.5	29.5	7.0	700	10.1	0.0
9	S	0.88	35.0	0.00	27.1	-40.6	29.5	7.0	700	10.1	0.0
10	S	0.47	35.0	0.00	27.1	-21.5	29.5	7.0	700	10.1	0.0
11	S	3.30	0.0	0.00	8.1	-131.5	2.8	9.0	898	15.7	23.6
12	S	0.24	0.0	0.00	9.0	-8.4	2.8	8.7	871	15.7	23.6
13	S	2.15	0.0	0.00	8.1	-85.1	2.8	9.0	896	15.7	23.6
14	S	0.28	0.0	0.00	9.0	-9.6	2.8	8.7	871	15.7	23.6
15	S	0.65	35.0	0.00	27.4	-31.4	29.5	7.0	700	10.1	0.0
16	S	0.38	35.0	0.00	27.0	-17.2	29.5	7.0	700	10.1	0.0
17	S	0.60	35.0	0.00	27.3	-28.4	29.5	7.0	700	10.1	0.0
18	S	4.84	0.0	0.00	9.1	-161.7	2.8	8.6	862	15.7	23.6
19	S	0.30	0.0	0.00	9.0	-10.3	2.8	8.7	871	15.7	23.6
20	S	3.08	0.0	0.00	9.1	-103.5	2.8	8.6	863	15.7	23.6
21	S	1.19	35.0	0.00	27.3	-57.1	29.5	7.0	700	10.1	0.0
22	S	1.21	35.0	0.00	27.1	-55.9	29.5	7.0	700	10.1	0.0
23	S	1.11	35.0	0.00	27.3	-52.9	29.5	7.0	700	10.1	0.0
24	S	1.03	35.0	0.00	27.1	-47.7	29.5	7.0	700	10.1	0.0
25	S	4.44	0.0	0.00	9.2	-147.3	2.8	8.6	861	15.7	23.6
26	S	0.03	35.0	0.00	27.0	-1.4	29.5	7.0	700	10.1	0.0
27	S	2.77	0.0	0.00	9.2	-92.3	2.8	8.6	861	15.7	23.6
28	S	0.07	0.0	0.00	10.7	-2.4	2.8	8.7	867	15.7	23.6

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

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00017	0.00005	0.50	0.60	0.000089 (0.000089)	353	0.031 (990.00)	72.54
2	S	-0.00002	0.00001	0.50	0.60	0.000010 (0.000010)	353	0.004 (990.00)	72.54
3	S	-0.00013	0.00004	0.50	0.60	0.000072 (0.000072)	353	0.025 (990.00)	72.54
4	S	-0.00087	0.00026	0.50	0.60	0.000415 (0.000415)	347	0.144 (990.00)	-70.50
5	S	-0.00009	0.00003	0.50	0.60	0.000041 (0.000041)	341	0.014 (990.00)	-73.86
6	S	-0.00056	0.00017	0.50	0.60	0.000267 (0.000267)	347	0.092 (990.00)	-70.74
7	S	-0.00026	0.00008	0.50	0.60	0.000138 (0.000138)	352	0.049 (990.00)	72.68
8	S	-0.00015	0.00004	0.50	0.60	0.000082 (0.000082)	353	0.029 (990.00)	72.54
9	S	-0.00023	0.00007	0.50	0.60	0.000122 (0.000122)	352	0.043 (990.00)	72.81
10	S	-0.00012	0.00003	0.50	0.60	0.000065 (0.000065)	353	0.023 (990.00)	72.54
11	S	-0.00083	0.00025	0.50	0.60	0.000395 (0.000395)	347	0.137 (990.00)	-70.28
12	S	-0.00005	0.00002	0.50	0.60	0.000025 (0.000025)	341	0.009 (990.00)	-73.86

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

13	S	-0.00053	0.00016	0.50	0.60	0.000255 (0.000255)	347	0.089 (990.00)	-70.49
14	S	-0.00006	0.00002	0.50	0.60	0.000029 (0.000029)	341	0.010 (990.00)	-73.86
15	S	-0.00017	0.00005	0.50	0.60	0.000094 (0.000094)	356	0.034 (990.00)	71.21
16	S	-0.00010	0.00003	0.50	0.60	0.000052 (0.000052)	353	0.018 (990.00)	72.54
17	S	-0.00016	0.00004	0.50	0.60	0.000085 (0.000085)	355	0.030 (990.00)	71.77
18	S	-0.00103	0.00036	0.50	0.60	0.000485 (0.000485)	340	0.165 (990.00)	-75.02
19	S	-0.00006	0.00002	0.50	0.60	0.000031 (0.000031)	341	0.011 (990.00)	-73.86
20	S	-0.00066	0.00023	0.50	0.60	0.000310 (0.000310)	340	0.105 (990.00)	-74.86
21	S	-0.00032	0.00009	0.50	0.60	0.000171 (0.000171)	355	0.061 (990.00)	71.57
22	S	-0.00031	0.00009	0.50	0.60	0.000168 (0.000168)	353	0.059 (990.00)	72.54
23	S	-0.00029	0.00008	0.50	0.60	0.000159 (0.000159)	355	0.056 (990.00)	71.70
24	S	-0.00027	0.00008	0.50	0.60	0.000143 (0.000143)	353	0.050 (990.00)	72.54
25	S	-0.00094	0.00033	0.50	0.60	0.000442 (0.000442)	339	0.150 (990.00)	-75.19
26	S	-0.00001	0.00000	0.50	0.60	0.000004 (0.000004)	353	0.002 (990.00)	72.54
27	S	-0.00059	0.00021	0.50	0.60	0.000277 (0.000277)	339	0.094 (990.00)	-75.14
28	S	-0.00002	0.00001	0.50	0.60	0.000007 (0.000007)	341	0.002 (990.00)	-73.86

COMBINAZIONI RARE(FESSURAZIONE) IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.49	35.0	0.00	27.1	-22.5	29.5	7.0	700	10.1	0.0
2	S	0.07	35.0	0.00	27.0	-3.4	29.5	7.0	700	10.1	0.0
3	S	0.52	35.0	0.00	27.1	-23.9	29.5	7.0	700	10.1	0.0
4	S	2.24	0.0	0.00	8.2	-88.0	2.8	8.9	894	15.7	23.6
5	S	0.40	0.0	0.00	9.0	-13.8	2.8	8.7	871	15.7	23.6
6	S	2.27	0.0	0.00	8.2	-88.9	2.8	8.9	894	15.7	23.6
7	S	0.84	35.0	0.00	27.2	-39.3	29.5	7.0	700	10.1	0.0
8	S	0.59	35.0	0.00	27.1	-27.5	29.5	7.0	700	10.1	0.0
9	S	0.88	35.0	0.00	27.2	-41.2	29.5	7.0	700	10.1	0.0
10	S	0.47	35.0	0.00	27.1	-21.5	29.5	7.0	700	10.1	0.0
11	S	2.14	0.0	0.00	9.7	-65.2	2.8	8.4	842	15.7	23.6
12	S	0.24	0.0	0.00	9.0	-8.4	2.8	8.7	871	15.7	23.6
13	S	2.25	0.0	0.00	9.7	-68.9	2.8	8.4	843	15.7	23.6
14	S	0.28	0.0	0.00	9.0	-9.6	2.8	8.7	871	15.7	23.6
15	S	0.54	35.0	0.00	27.4	-26.1	29.5	7.0	700	10.1	0.0
16	S	0.38	35.0	0.00	27.0	-17.2	29.5	7.0	700	10.1	0.0
17	S	0.60	35.0	0.00	27.3	-28.4	29.5	7.0	700	10.1	0.0
18	S	3.03	0.0	0.00	9.1	-101.5	2.8	8.6	863	15.7	23.6
19	S	0.30	0.0	0.00	9.0	-10.3	2.8	8.7	871	15.7	23.6
20	S	3.08	0.0	0.00	9.1	-103.5	2.8	8.6	863	15.7	23.6
21	S	1.10	35.0	0.00	26.9	-49.2	29.5	7.0	700	10.1	0.0
22	S	1.21	35.0	0.00	27.1	-55.9	29.5	7.0	700	10.1	0.0
23	S	1.12	35.0	0.00	26.9	-50.3	29.5	7.0	700	10.1	0.0
24	S	1.03	35.0	0.00	27.1	-47.7	29.5	7.0	700	10.1	0.0
25	S	2.58	0.0	0.00	8.6	-94.4	2.8	8.8	880	15.7	23.6
26	S	0.03	35.0	0.00	27.0	-1.4	29.5	7.0	700	10.1	0.0
27	S	2.73	0.0	0.00	8.6	-99.5	2.8	8.8	880	15.7	23.6
28	S	0.07	0.0	0.00	10.7	-2.4	2.8	8.7	867	15.7	23.6

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00013	0.00004	0.50	0.60	0.000068 (0.000068)	353	0.024 (0.20)	72.54
2	S	-0.00002	0.00001	0.50	0.60	0.000010 (0.000010)	353	0.004 (0.20)	72.54
3	S	-0.00013	0.00004	0.50	0.60	0.000072 (0.000072)	353	0.025 (0.20)	72.54
4	S	-0.00055	0.00017	0.50	0.60	0.000264 (0.000264)	347	0.091 (0.20)	-70.70
5	S	-0.00009	0.00003	0.50	0.60	0.000041 (0.000041)	341	0.014 (0.20)	-73.86
6	S	-0.00056	0.00017	0.50	0.60	0.000267 (0.000267)	347	0.092 (0.20)	-70.74
7	S	-0.00022	0.00006	0.50	0.60	0.000118 (0.000118)	353	0.042 (0.20)	72.37

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

8	S	-0.00015	0.00004	0.50	0.60	0.000082 (0.000082)	353	0.029 (0.20)	72.54
9	S	-0.00023	0.00007	0.50	0.60	0.000124 (0.000124)	353	0.044 (0.20)	72.27
10	S	-0.00012	0.00003	0.50	0.60	0.000065 (0.000065)	353	0.023 (0.20)	72.54
11	S	-0.00042	0.00016	0.50	0.60	0.000196 (0.000196)	335	0.066 (0.20)	-77.72
12	S	-0.00005	0.00002	0.50	0.60	0.000025 (0.000025)	341	0.009 (0.20)	-73.86
13	S	-0.00044	0.00017	0.50	0.60	0.000207 (0.000207)	336	0.069 (0.20)	-77.56
14	S	-0.00006	0.00002	0.50	0.60	0.000029 (0.000029)	341	0.010 (0.20)	-73.86
15	S	-0.00015	0.00004	0.50	0.60	0.000078 (0.000078)	356	0.028 (0.20)	71.36
16	S	-0.00010	0.00003	0.50	0.60	0.000052 (0.000052)	353	0.018 (0.20)	72.54
17	S	-0.00016	0.00004	0.50	0.60	0.000085 (0.000085)	355	0.030 (0.20)	71.77
18	S	-0.00064	0.00023	0.50	0.60	0.000305 (0.000305)	340	0.103 (0.20)	-74.93
19	S	-0.00006	0.00002	0.50	0.60	0.000031 (0.000031)	341	0.011 (0.20)	-73.86
20	S	-0.00066	0.00023	0.50	0.60	0.000310 (0.000310)	340	0.105 (0.20)	-74.86
21	S	-0.00027	0.00008	0.50	0.60	0.000148 (0.000148)	350	0.052 (0.20)	73.42
22	S	-0.00031	0.00009	0.50	0.60	0.000168 (0.000168)	353	0.059 (0.20)	72.54
23	S	-0.00028	0.00008	0.50	0.60	0.000151 (0.000151)	350	0.053 (0.20)	73.41
24	S	-0.00027	0.00008	0.50	0.60	0.000143 (0.000143)	353	0.050 (0.20)	72.54
25	S	-0.00060	0.00019	0.50	0.60	0.000283 (0.000283)	344	0.097 (0.20)	-72.55
26	S	-0.00001	0.00000	0.50	0.60	0.000004 (0.000004)	353	0.002 (0.20)	72.54
27	S	-0.00063	0.00020	0.50	0.60	0.000299 (0.000299)	343	0.103 (0.20)	-72.62
28	S	-0.00002	0.00001	0.50	0.60	0.000007 (0.000007)	341	0.002 (0.20)	-73.86

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.17	0.0	0.00	10.7	-5.6	2.8	8.7	867	15.7	23.6
2	S	0.32	0.0	0.00	9.0	-11.1	2.8	8.7	871	15.7	23.6
3	S	0.17	35.0	0.00	27.0	-7.9	29.5	7.0	700	10.1	0.0
4	S	0.00	35.0	0.00	17.7	0.0	29.5	7.0	700	10.1	0.0
5	S	0.03	35.0	0.00	27.0	-1.5	29.5	7.0	700	10.1	0.0
6	S	0.24	0.0	0.00	9.0	-8.4	2.8	8.7	871	15.7	23.6
7	S	0.62	35.0	0.00	27.1	-28.9	29.5	7.0	700	10.1	0.0
8	S	0.34	35.0	0.00	27.0	-15.4	29.5	7.0	700	10.1	0.0

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00004	0.00001	0.50	0.40	0.000017 (0.000017)	341	0.006 (0.20)	-73.86
2	S	-0.00007	0.00002	0.50	0.40	0.000033 (0.000033)	341	0.011 (0.20)	-73.86
3	S	-0.00004	0.00001	0.50	0.40	0.000024 (0.000024)	353	0.008 (0.20)	72.54
4	S	0.00000	0.00000	0.50	0.40	0.000000 (0.000000)	325	0.000 (0.20)	72.54
5	S	-0.00001	0.00000	0.50	0.40	0.000005 (0.000005)	353	0.002 (0.20)	72.54
6	S	-0.00005	0.00002	0.50	0.40	0.000025 (0.000025)	341	0.009 (0.20)	-73.86
7	S	-0.00016	0.00005	0.50	0.40	0.000087 (0.000087)	353	0.031 (0.20)	72.54
8	S	-0.00009	0.00003	0.50	0.40	0.000046 (0.000046)	353	0.016 (0.20)	72.54

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

G.5 Sezione D

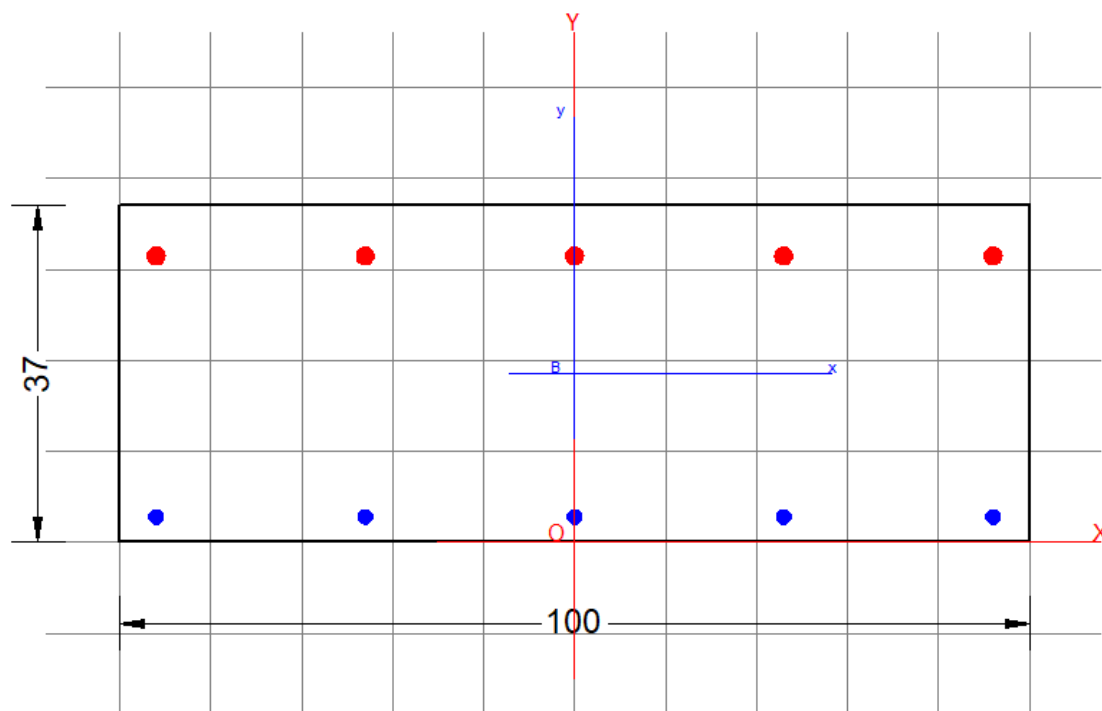


Figura 253– Sezione D ($\Phi 20/20$ superiori + $\Phi 16/20$ inferiori; $H=37\text{cm}$)

DATI GENERALI SEZIONE DI TRAVE SENZA STAFFE IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: Soletta_Flessione_sez.D

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Ordinarie
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Rare(Fessurazione):	17.600 MPa

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare(Fessurazione): 0.200 mm
 Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 12.800 MPa
 Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. a snervamento fyk: 450.00 MPa
 Resist. caratt. a rottura ftk: 450.00 MPa
 Resist. a snerv. di progetto fyd: 391.30 MPa
 Resist. ultima di progetto ftd: 391.30 MPa
 Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef: 200000.0 MPa
 Diagramma tensioni-deformaz.: Bilineare finito
 Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00
 Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
 Comb.Rare - Sf Limite: 337.50 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
 Altezza: 37.0 cm
 Barre inferiori: 5Ø16 (10.1 cm²)
 Barre superiori: 5Ø20 (15.7 cm²)
 Coprif.Inf.(dal baric. barre): 2.8 cm
 Coprif.Sup.(dal baric. barre): 5.5 cm
 Coprif.Lat. (dal baric.barre): 10.0 cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 VY Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
 MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-4.19	18.23	0.00	0.00
2	0.00	19.69	0.00	0.00
3	-3.12	19.27	0.00	0.00
4	0.00	18.78	0.00	0.00
5	9.58	-51.51	0.00	0.00
6	0.00	10.55	0.00	0.00
7	5.46	-29.39	0.00	0.00
8	0.00	-3.40	0.00	0.00
9	-4.40	26.98	0.00	0.00
10	0.00	33.77	0.00	0.00
11	-3.48	25.85	0.00	0.00
12	0.00	32.37	0.00	0.00
13	0.00	26.79	0.00	0.00
14	9.79	-44.35	0.00	0.00
15	0.00	16.51	0.00	0.00
16	5.82	-22.80	0.00	0.00
17	0.00	12.37	0.00	0.00
18	0.00	4.61	0.00	0.00
19	26.82	0.00	0.00	0.00
20	16.15	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-3.04	18.43
2	0.00	23.02
3	-2.40	17.67
4	0.00	22.03
5	6.76	-25.63
6	0.00	16.33
7	4.02	-10.73
8	0.00	13.51
9	-2.89	12.59
10	0.00	13.64
11	-2.16	13.29
12	6.61	-33.07
13	0.00	9.69
14	3.77	-17.79

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	2.28	12.62 (81.78)
2	0.00	13.64 (80.79)
3	2.16	13.29 (81.68)
4	-3.89	-17.13 (-81.10)
5	0.00	9.69 (80.79)
6	-3.77	-17.79 (-81.18)
7	-2.42	18.45 (80.09)
8	0.00	23.02 (80.79)
9	-2.40	17.67 (80.06)
10	0.00	22.03 (80.79)
11	4.04	-9.68 (-84.58)
12	0.00	16.33 (80.79)
13	4.02	-10.73 (-84.34)
14	0.00	13.51 (80.79)

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	19.74 (80.79)
2	0.00	15.80 (80.79)
3	0.00	11.73 (80.79)
4	0.00	7.79 (80.79)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.0 cm

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-4.19	18.23	-4.28	136.13	7.441	32.6	0.13	0.70	25.8 (6.0)
2	S	0.00	19.69	0.12	136.73	6.944	32.6	0.13	0.70	25.8 (6.0)
3	S	-3.12	19.27	-3.02	136.30	7.056	32.6	0.13	0.70	25.8 (6.0)
4	S	0.00	18.78	0.12	136.73	7.281	32.6	0.13	0.70	25.8 (6.0)
5	S	9.58	-51.51	9.71	-184.82	3.587	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.5)
6	S	0.00	10.55	0.12	136.73	12.960	32.6	0.13	0.70	25.8 (6.0)
7	S	5.46	-29.39	5.62	-184.17	6.264	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.5)
8	S	0.00	-3.40	-0.26	-183.25	53.898	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.5)
9	S	-4.40	26.98	-4.28	136.13	5.034	32.6	0.13	0.70	25.8 (6.0)
10	S	0.00	33.77	0.12	136.73	4.049	32.6	0.13	0.70	25.8 (6.0)
11	S	-3.48	25.85	-3.65	136.22	5.259	32.6	0.13	0.70	25.8 (6.0)
12	S	0.00	32.37	0.12	136.73	4.224	32.6	0.13	0.70	25.8 (6.0)
13	S	0.00	26.79	0.12	136.73	5.104	32.6	0.13	0.70	25.8 (6.0)
14	S	9.79	-44.35	9.71	-184.82	4.166	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.5)
15	S	0.00	16.51	0.12	136.73	8.282	32.6	0.13	0.70	25.8 (6.0)
16	S	5.82	-22.80	5.62	-184.17	8.074	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.5)
17	S	0.00	12.37	0.12	136.73	11.053	32.6	0.13	0.70	25.8 (6.0)
18	S	0.00	4.61	0.12	136.73	29.659	32.6	0.13	0.70	25.8 (6.0)
19	S	26.82	0.00	27.08	-187.54	9999.000	3.5	0.11	0.70	15.7 (5.5)
20	S	16.15	0.00	16.12	-185.82	9999.000	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.5)
21	S	0.00	0.00	-0.26	-183.25	9999.000	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.5)
22	S	0.00	0.00	-0.26	-183.25	9999.000	3.4	0.11	0.70	15.7 (5.5)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	37.0	-0.00084	31.5	-0.02348	2.8
2	0.00350	37.0	-0.00083	31.5	-0.02342	2.8
3	0.00350	37.0	-0.00084	31.5	-0.02346	2.8
4	0.00350	37.0	-0.00083	31.5	-0.02342	2.8
5	0.00350	0.0	0.00062	2.8	-0.02892	31.5
6	0.00350	37.0	-0.00083	31.5	-0.02342	2.8
7	0.00350	0.0	0.00061	2.8	-0.02904	31.5
8	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02921	31.5
9	0.00350	37.0	-0.00084	31.5	-0.02348	2.8
10	0.00350	37.0	-0.00083	31.5	-0.02342	2.8

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

11	0.00350	37.0	-0.00084	31.5	-0.02347	2.8
12	0.00350	37.0	-0.00083	31.5	-0.02342	2.8
13	0.00350	37.0	-0.00083	31.5	-0.02342	2.8
14	0.00350	0.0	0.00062	2.8	-0.02892	31.5
15	0.00350	37.0	-0.00083	31.5	-0.02342	2.8
16	0.00350	0.0	0.00061	2.8	-0.02904	31.5
17	0.00350	37.0	-0.00083	31.5	-0.02342	2.8
18	0.00350	37.0	-0.00083	31.5	-0.02342	2.8
19	0.00350	0.0	0.00066	2.8	-0.02842	31.5
20	0.00350	0.0	0.00063	2.8	-0.02874	31.5
21	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02921	31.5
22	0.00350	0.0	0.00059	2.8	-0.02921	31.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci.

(D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.22	37.0	0.00	29.0	-60.4	31.5	7.0	700	10.1	0.0
2	S	1.53	37.0	0.00	28.9	-73.8	31.5	7.0	700	10.1	0.0
3	S	1.17	37.0	0.00	29.0	-57.7	31.5	7.0	700	10.1	0.0
4	S	1.47	37.0	0.00	28.9	-70.6	31.5	7.0	700	10.1	0.0
5	S	1.60	0.0	0.00	9.5	-55.1	2.8	9.2	915	15.7	23.6
6	S	1.09	37.0	0.00	28.9	-52.3	31.5	7.0	700	10.1	0.0
7	S	0.68	0.0	0.00	9.8	-22.7	2.8	9.1	911	15.7	23.6
8	S	0.90	37.0	0.00	28.9	-43.3	31.5	7.0	700	10.1	0.0
9	S	0.84	37.0	0.00	29.1	-41.7	31.5	7.0	700	10.1	0.0
10	S	0.91	37.0	0.00	28.9	-43.7	31.5	7.0	700	10.1	0.0
11	S	0.88	37.0	0.00	29.0	-43.6	31.5	7.0	700	10.1	0.0
12	S	2.06	0.0	0.00	9.5	-71.8	2.8	9.2	918	15.7	23.6
13	S	0.65	37.0	0.00	28.9	-31.0	31.5	7.0	700	10.1	0.0
14	S	1.12	0.0	0.00	9.6	-38.6	2.8	9.2	917	15.7	23.6

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

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00033	0.00009	0.50	0.60	0.000181 (0.000181)	377	0.068 (990.00)	79.91
2	S	-0.00041	0.00012	0.50	0.60	0.000221 (0.000221)	375	0.083 (990.00)	80.79
3	S	-0.00032	0.00009	0.50	0.60	0.000173 (0.000173)	377	0.065 (990.00)	80.06

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2105001	B

4	S	-0.00039	0.00011	0.50	0.60	0.000212 (0.000212)	375	0.079 (990.00)	80.79
5	S	-0.00034	0.00012	0.50	0.60	0.000165 (0.000165)	351	0.058 (990.00)	-83.73
6	S	-0.00029	0.00008	0.50	0.60	0.000157 (0.000157)	375	0.059 (990.00)	80.79
7	S	-0.00014	0.00005	0.50	0.60	0.000068 (0.000068)	350	0.024 (990.00)	-84.34
8	S	-0.00024	0.00007	0.50	0.60	0.000130 (0.000130)	375	0.049 (990.00)	80.79
9	S	-0.00023	0.00006	0.50	0.60	0.000125 (0.000125)	378	0.047 (990.00)	79.57
10	S	-0.00024	0.00007	0.50	0.60	0.000131 (0.000131)	375	0.049 (990.00)	80.79
11	S	-0.00024	0.00007	0.50	0.60	0.000131 (0.000131)	377	0.049 (990.00)	79.92
12	S	-0.00045	0.00015	0.50	0.60	0.000215 (0.000215)	352	0.076 (990.00)	-83.37
13	S	-0.00017	0.00005	0.50	0.60	0.000093 (0.000093)	375	0.035 (990.00)	80.79
14	S	-0.00024	0.00008	0.50	0.60	0.000116 (0.000116)	351	0.041 (990.00)	-83.44

COMBINAZIONI RARE(FESSURAZIONE) IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.84	37.0	0.00	28.7	-39.4	31.5	7.0	700	10.1	0.0
2	S	0.91	37.0	0.00	28.9	-43.7	31.5	7.0	700	10.1	0.0
3	S	0.89	37.0	0.00	28.7	-41.6	31.5	7.0	700	10.1	0.0
4	S	1.05	0.0	0.00	9.0	-39.6	2.8	9.3	934	15.7	23.6
5	S	0.65	37.0	0.00	28.9	-31.0	31.5	7.0	700	10.1	0.0
6	S	1.09	0.0	0.00	9.0	-41.0	2.8	9.3	933	15.7	23.6
7	S	1.23	37.0	0.00	29.0	-60.2	31.5	7.0	700	10.1	0.0
8	S	1.53	37.0	0.00	28.9	-73.8	31.5	7.0	700	10.1	0.0
9	S	1.17	37.0	0.00	29.0	-57.7	31.5	7.0	700	10.1	0.0
10	S	1.47	37.0	0.00	28.9	-70.6	31.5	7.0	700	10.1	0.0
11	S	0.61	0.0	0.00	9.9	-20.4	2.8	9.1	909	15.7	23.6
12	S	1.09	37.0	0.00	28.9	-52.3	31.5	7.0	700	10.1	0.0
13	S	0.68	0.0	0.00	9.8	-22.7	2.8	9.1	911	15.7	23.6
14	S	0.90	37.0	0.00	28.9	-43.3	31.5	7.0	700	10.1	0.0

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00022	0.00006	0.50	0.60	0.000118 (0.000118)	373	0.044 (0.20)	81.78
2	S	-0.00024	0.00007	0.50	0.60	0.000131 (0.000131)	375	0.049 (0.20)	80.79
3	S	-0.00023	0.00007	0.50	0.60	0.000125 (0.000125)	373	0.047 (0.20)	81.68
4	S	-0.00025	0.00008	0.50	0.60	0.000119 (0.000119)	355	0.042 (0.20)	-81.10
5	S	-0.00017	0.00005	0.50	0.60	0.000093 (0.000093)	375	0.035 (0.20)	80.79
6	S	-0.00026	0.00008	0.50	0.60	0.000123 (0.000123)	355	0.044 (0.20)	-81.18
7	S	-0.00033	0.00009	0.50	0.60	0.000181 (0.000181)	377	0.068 (0.20)	80.09
8	S	-0.00041	0.00012	0.50	0.60	0.000221 (0.000221)	375	0.083 (0.20)	80.79
9	S	-0.00032	0.00009	0.50	0.60	0.000173 (0.000173)	377	0.065 (0.20)	80.06
10	S	-0.00039	0.00011	0.50	0.60	0.000212 (0.000212)	375	0.079 (0.20)	80.79
11	S	-0.00013	0.00005	0.50	0.60	0.000061 (0.000061)	350	0.021 (0.20)	-84.58
12	S	-0.00029	0.00008	0.50	0.60	0.000157 (0.000157)	375	0.059 (0.20)	80.79
13	S	-0.00014	0.00005	0.50	0.60	0.000068 (0.000068)	350	0.024 (0.20)	-84.34
14	S	-0.00024	0.00007	0.50	0.60	0.000130 (0.000130)	375	0.049 (0.20)	80.79

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.32	37.0	0.00	28.9	-63.2	31.5	7.0	700	10.1	0.0
2	S	1.05	37.0	0.00	28.9	-50.6	31.5	7.0	700	10.1	0.0
3	S	0.78	37.0	0.00	28.9	-37.6	31.5	7.0	700	10.1	0.0
4	S	0.52	37.0	0.00	28.9	-25.0	31.5	7.0	700	10.1	0.0

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

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00035	0.00010	0.50	0.40	0.000190 (0.000190)	375	0.071 (0.20)	80.79
2	S	-0.00028	0.00008	0.50	0.40	0.000152 (0.000152)	375	0.057 (0.20)	80.79
3	S	-0.00021	0.00006	0.50	0.40	0.000113 (0.000113)	375	0.042 (0.20)	80.79
4	S	-0.00014	0.00004	0.50	0.40	0.000075 (0.000075)	375	0.028 (0.20)	80.79

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

ALLEGATO H CONFRONTO DEI RISULTANTI OTTENUTI DAI MODELLI CON DIVERSO INTERVIA

Nella tabella seguente si ribadiscono le principali differenze tra le caratteristiche assegnate ai modelli corrispondenti ai tre diversi intervvia (4.00m, 4.20m e 4.50m).

ASSUNZIONI NEI MODELLI					
Descrizione	Velocità	Raggio	Sovralzo	B soletta	B vasca
[-]	[km/h]	[m]	[mm]	[m]	[m]
4Travi - i=4.50	250	3400	120	13.40	9.50
4Travi - i=4.20	220	2500	130	13.10	9.00
4Travi - i=4.00	130	2200	47	12.60	8.50

Tabella 69 – Assunzioni nei due modelli con diversa intervvia

Si riportano nei paragrafi seguenti dei confronti tra i risultati ottenuti dalle diverse analisi effettuate sui tre modelli.

H.1 Analisi globali per carichi permanenti

Nei grafici seguenti si riportano le sollecitazioni corrispondenti ai carichi permanenti “g1” + “g2” + “g2_ballast”, così come definiti al §7.1.5, per i tre modelli con diversa intervvia.

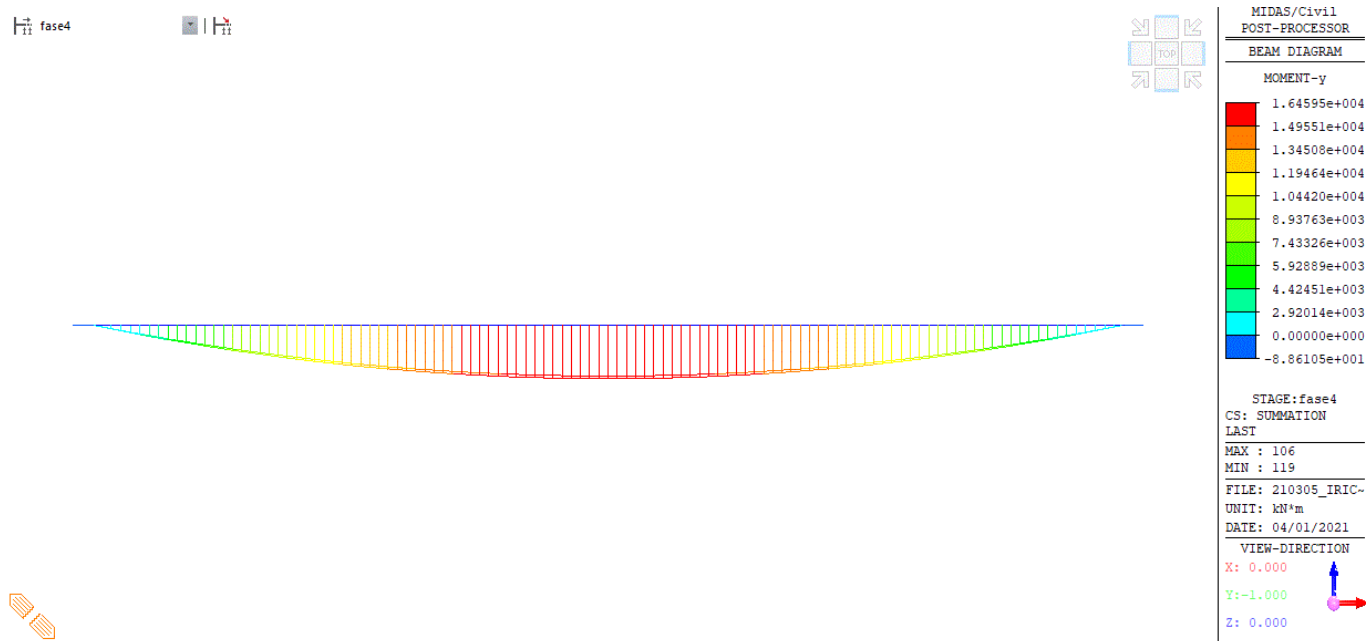


Figura 254 – Momento flettente sulle travi da permanenti g1+g2 per modello con intervvia 4.00m

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

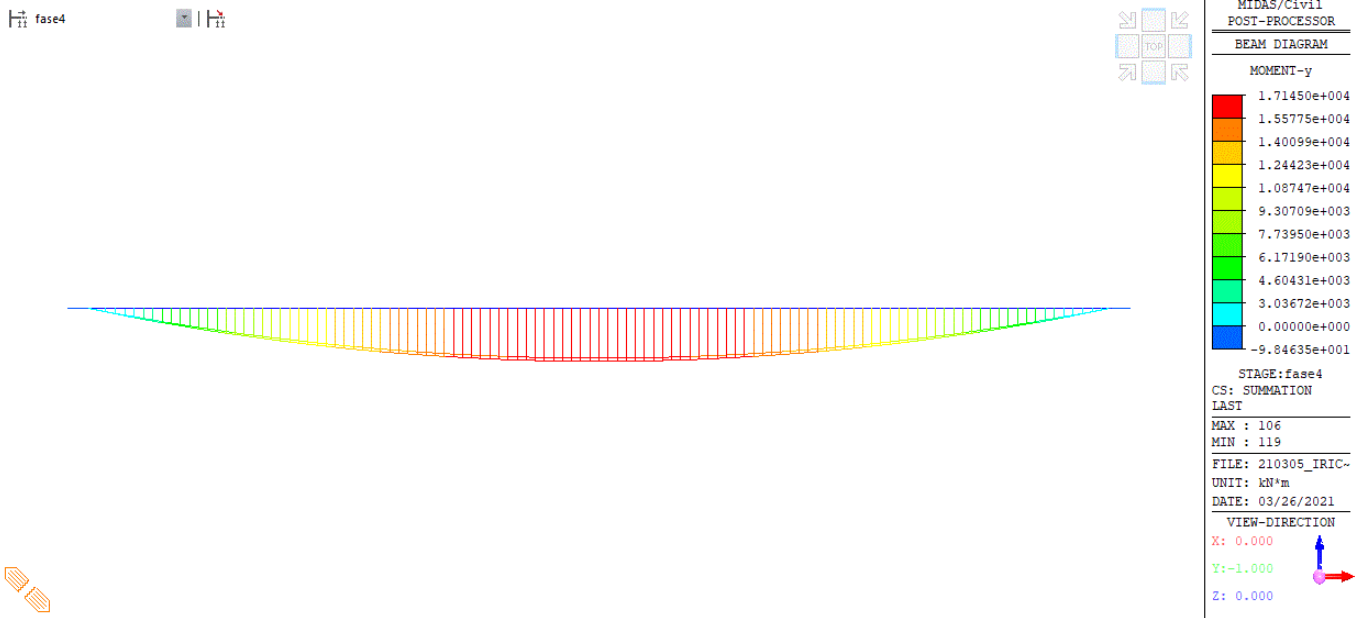


Figura 255 – Momento flettente sulle travi da permanenti g1+g2 per modello con intervvia 4.20m

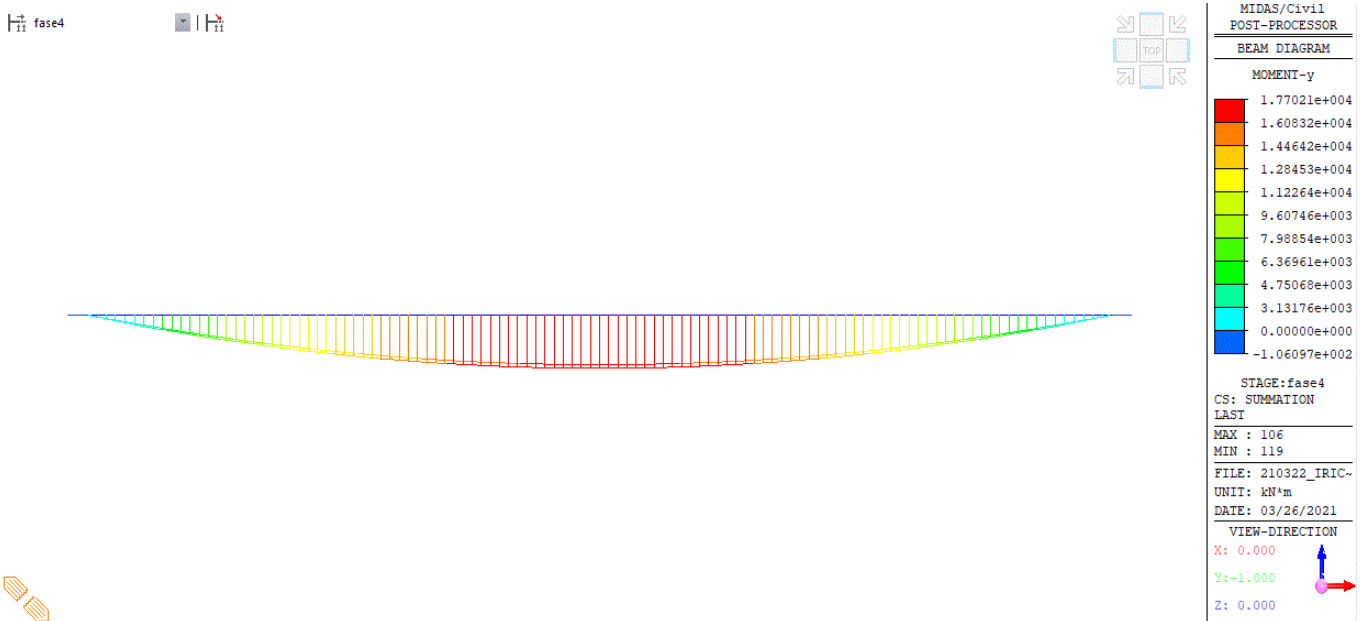


Figura 256 – Momento flettente sulle travi da permanenti g1+g2 per modello con intervvia 4.50m

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2105001
				B

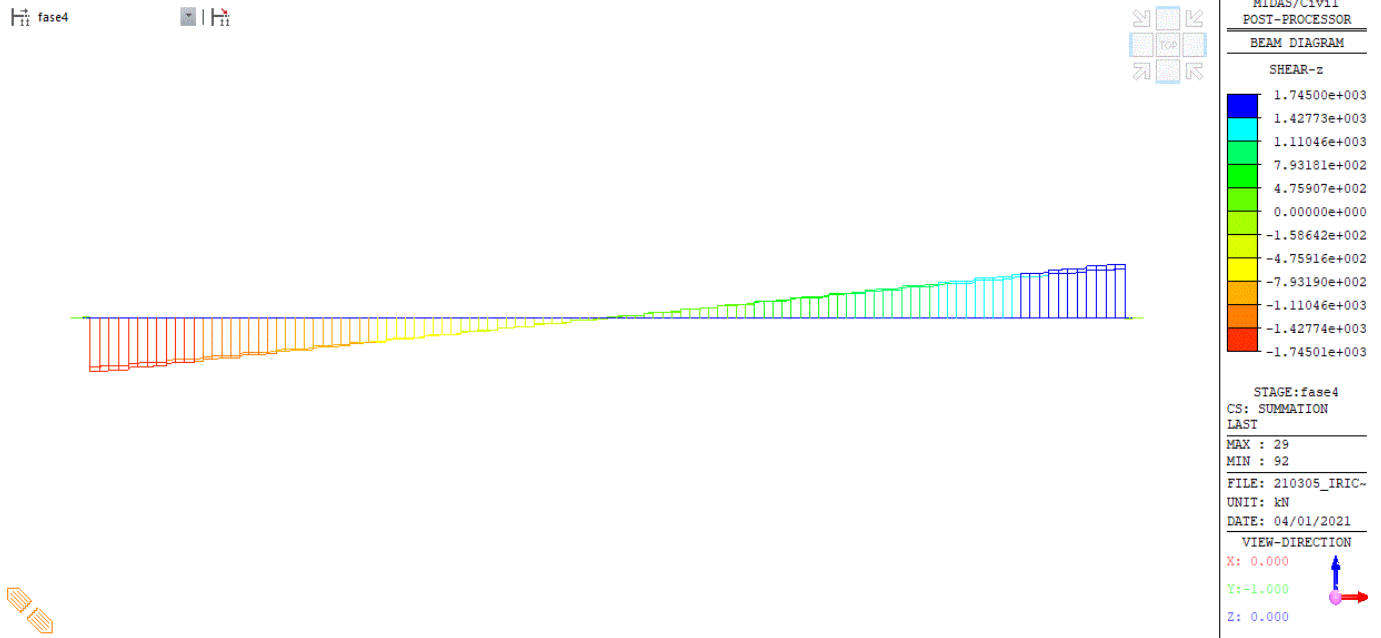


Figura 257 – Taglio sulle travi da permanenti g1+g2 per modello con intervalla 4.00m

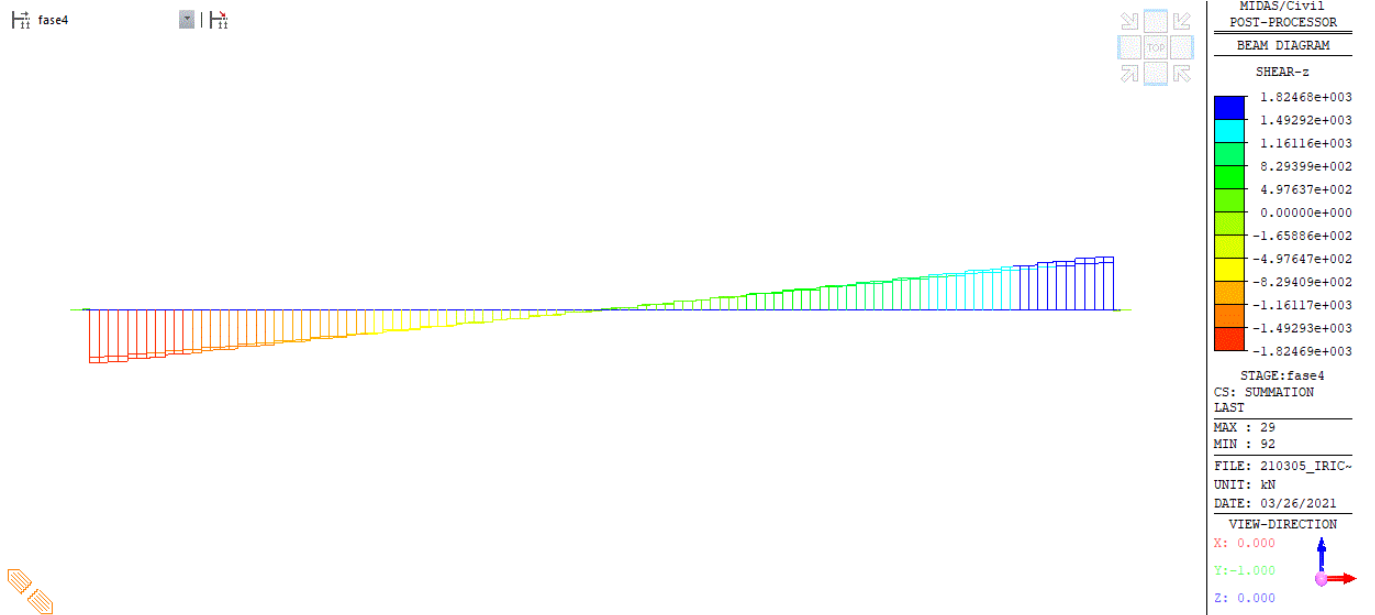


Figura 258 – Taglio sulle travi da permanenti g1+g2 per modello con intervalla 4.20m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

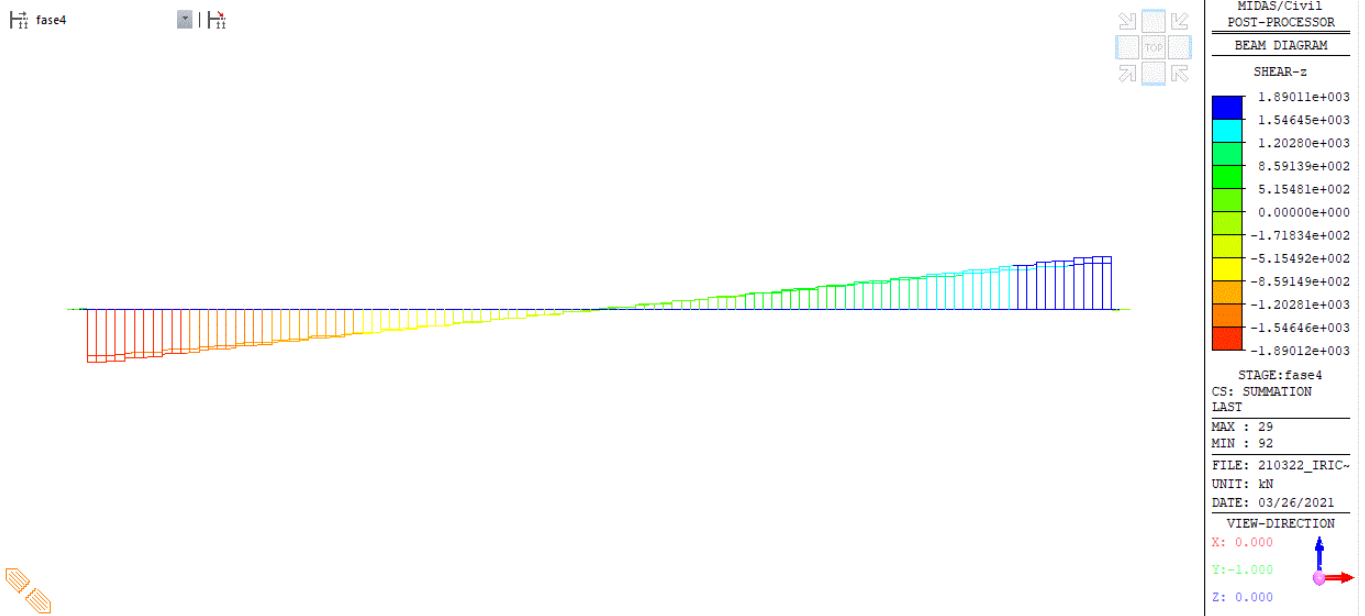


Figura 259 – Taglio sulle travi da permanenti g_1+g_2 per modello con intervalla 4.50m

H.2 Analisi globali per carichi variabili da traffico

Nei grafici seguenti si riporta l'involuppo delle sollecitazioni corrispondenti ai gruppi di carico da traffico analizzati "ENV_Traffico", così come definiti al §7.1.5, per i tre modelli con diversa intervalla.

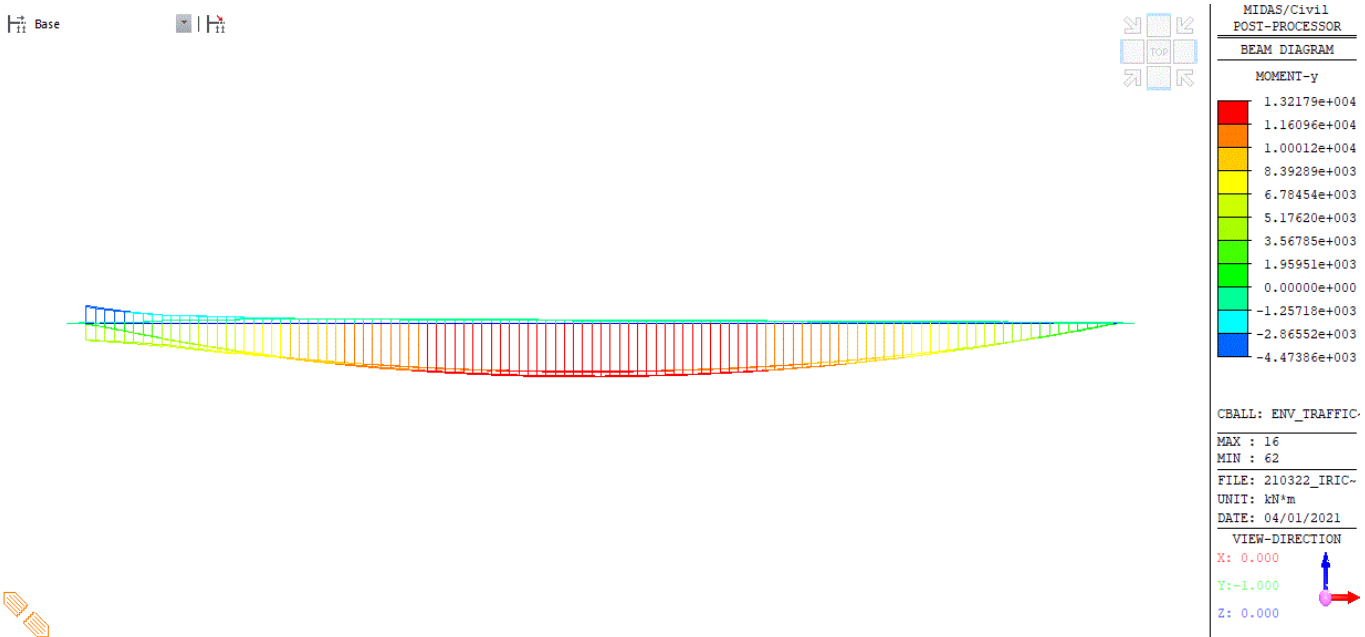


Figura 260 – Momento flettente sulle travi per carichi da traffico per modello con intervalla 4.00m

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

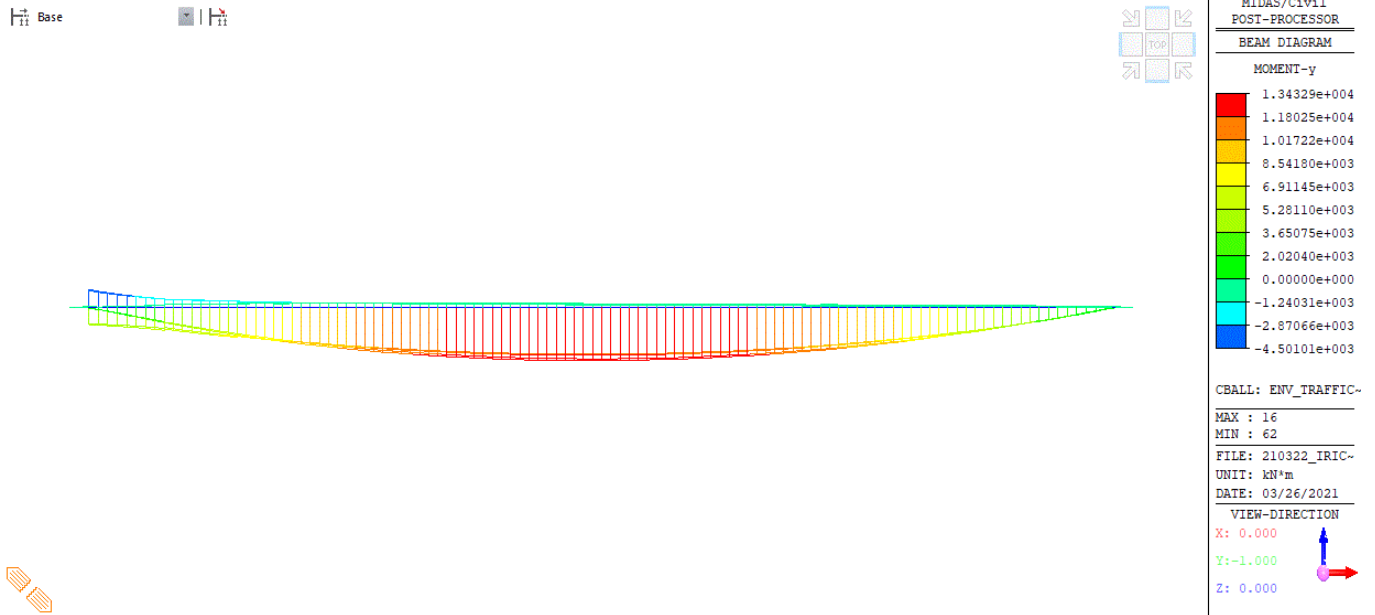


Figura 261 – Momento flettente sulle travi per carichi da traffico per modello con intervalla 4.20m

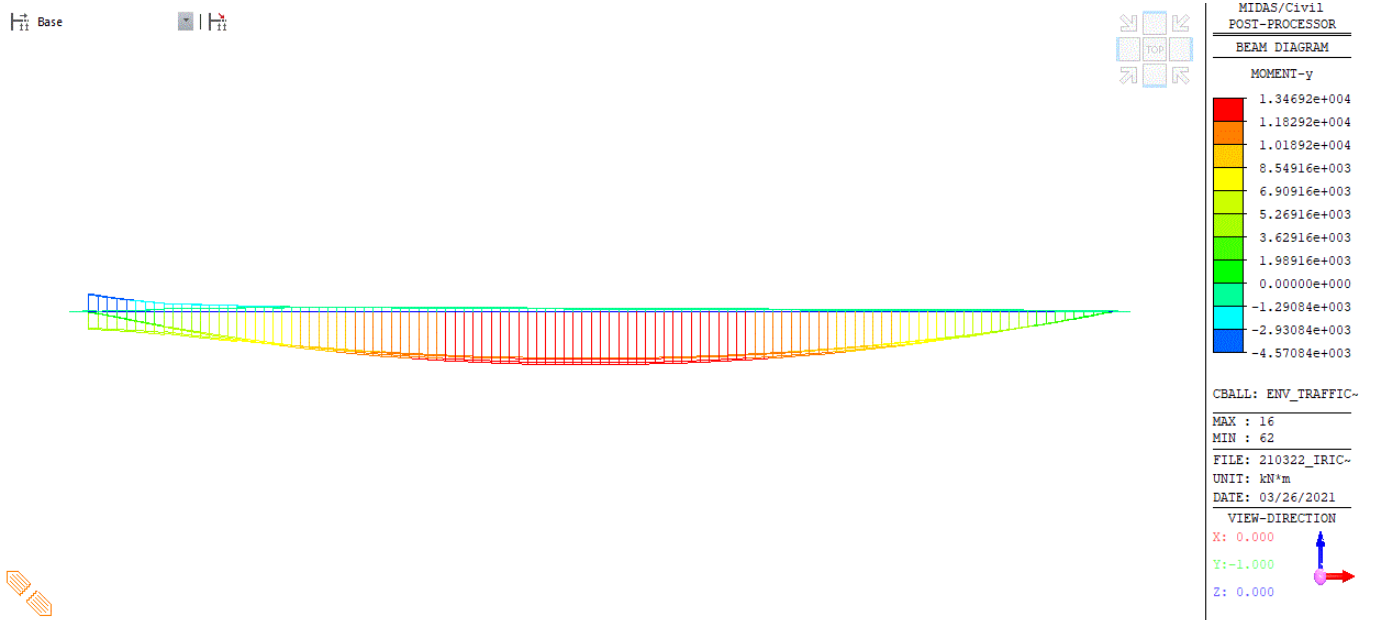


Figura 262 – Momento flettente sulle travi per carichi da traffico per modello con intervalla 4.50m

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

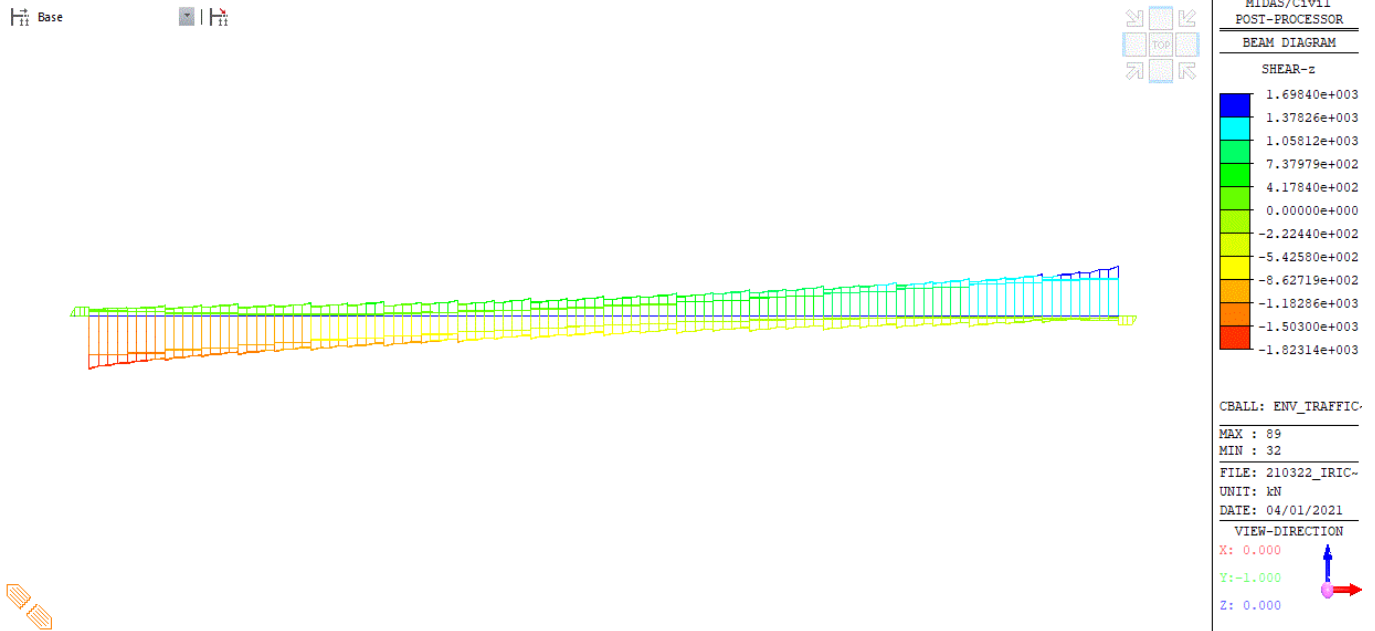


Figura 263 – Taglio sulle travi per carichi da traffico per modello con intervalla 4.00m

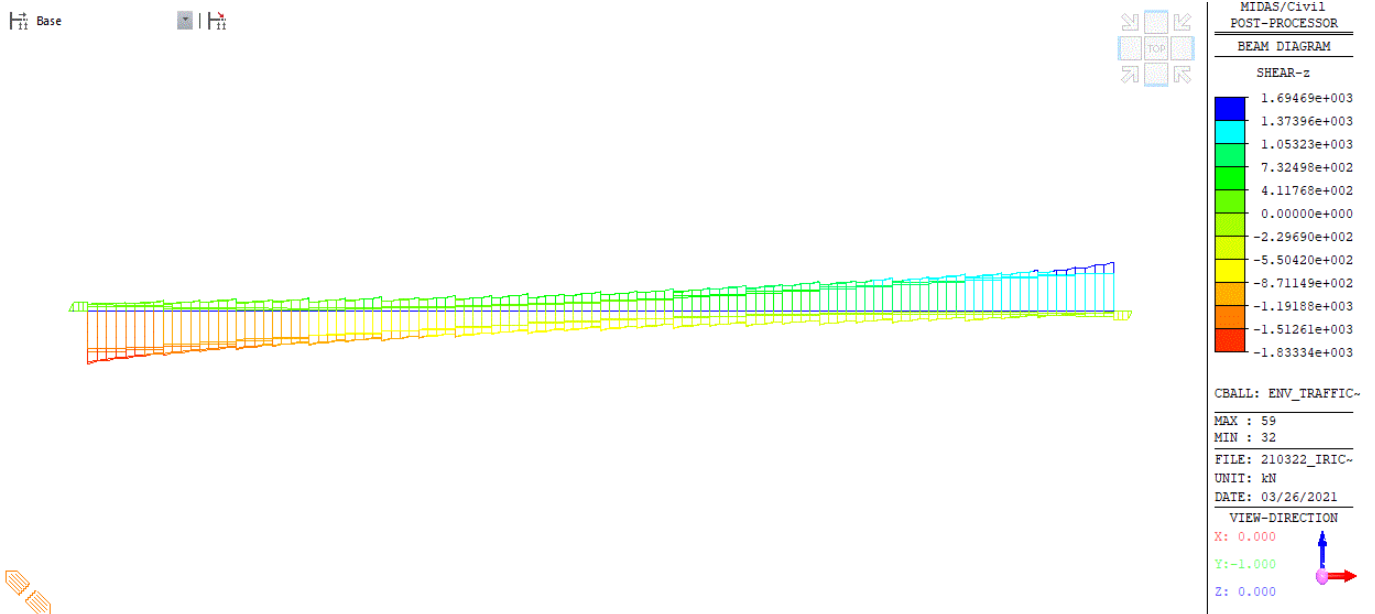


Figura 264 – Taglio sulle travi per carichi da traffico per modello con intervalla 4.20m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2105001	B

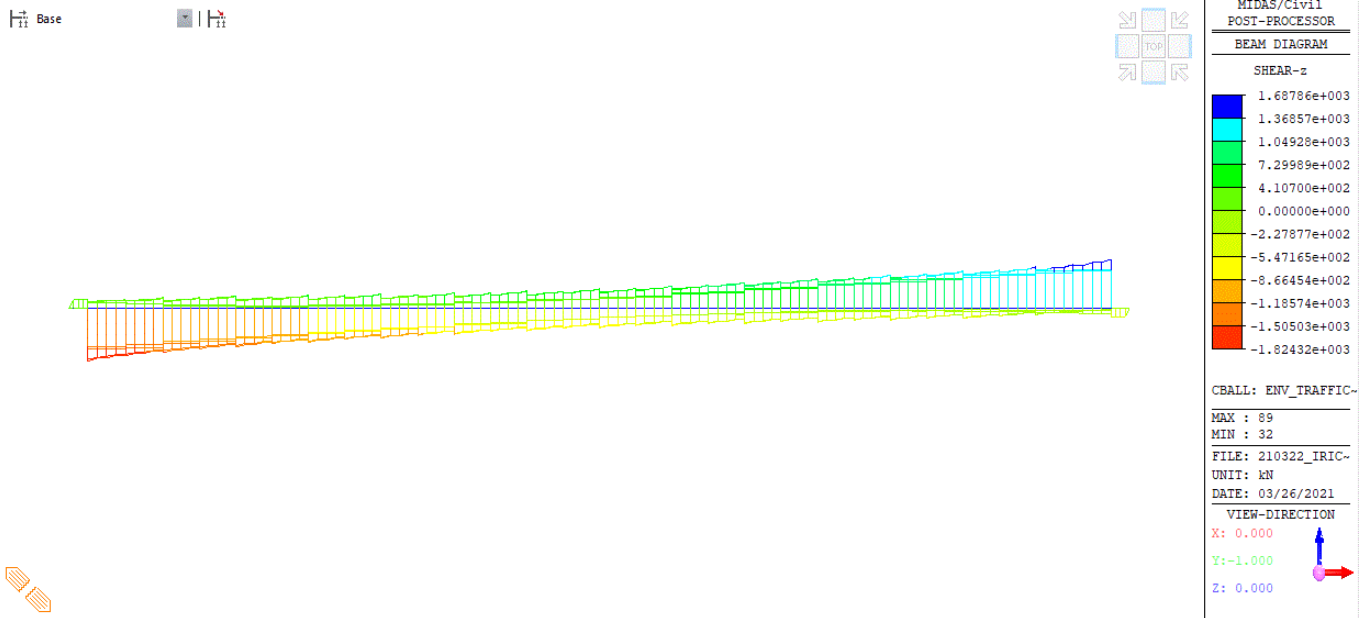


Figura 265 – Taglio sulle travi per carichi da traffico per modello con intervvia 4.50m

H.3 Analisi locali per il calcolo della soletta

Nei grafici seguenti si riporta l'involuppo delle sollecitazioni corrispondenti alle diverse combinazioni caratteristiche (rare) analizzate nel capitolo 18 della presente relazione.

Si riportano i risultati nelle condizioni di presenza e di assenza di barriera (SB e NB).

Si nota quanto segue:

- Nelle condizioni di assenza di barriere, il massimo momento negativo sull'appoggio esterno e il massimo momento positivo in campata si ottengono per il caso di intervvia 4.50m. Ciò non è vero però né per il massimo taglio né per il massimo momento negativo sugli appoggi interni, dove la condizione più gravosa è rappresentata dal caso di intervvia 4.0m. Ciò nonostante, le differenze sono piuttosto modeste e, poiché i coefficienti di sicurezza sono pari a circa 1.50-1.60 sia per la verifica a taglio che per la verifica a flessione sull'appoggio interno, le verifiche del capitolo 18 si assumono soddisfatte anche per il caso di intervvia 4.0 e 4.20m
- Nelle condizioni di presenza di barriere, la condizione con intervvia 4.50m è sempre la più gravosa, sia per taglio che per momento. Dunque le verifiche effettuate al capitolo 18 nel caso di intervvia pari a 4.50m e nel caso di presenza di barriere sono valide anche per le intervie 4.00m e 4.20m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

SOLLECITAZIONI NELL'ALLINEAMENTO SENZA BARRIERE

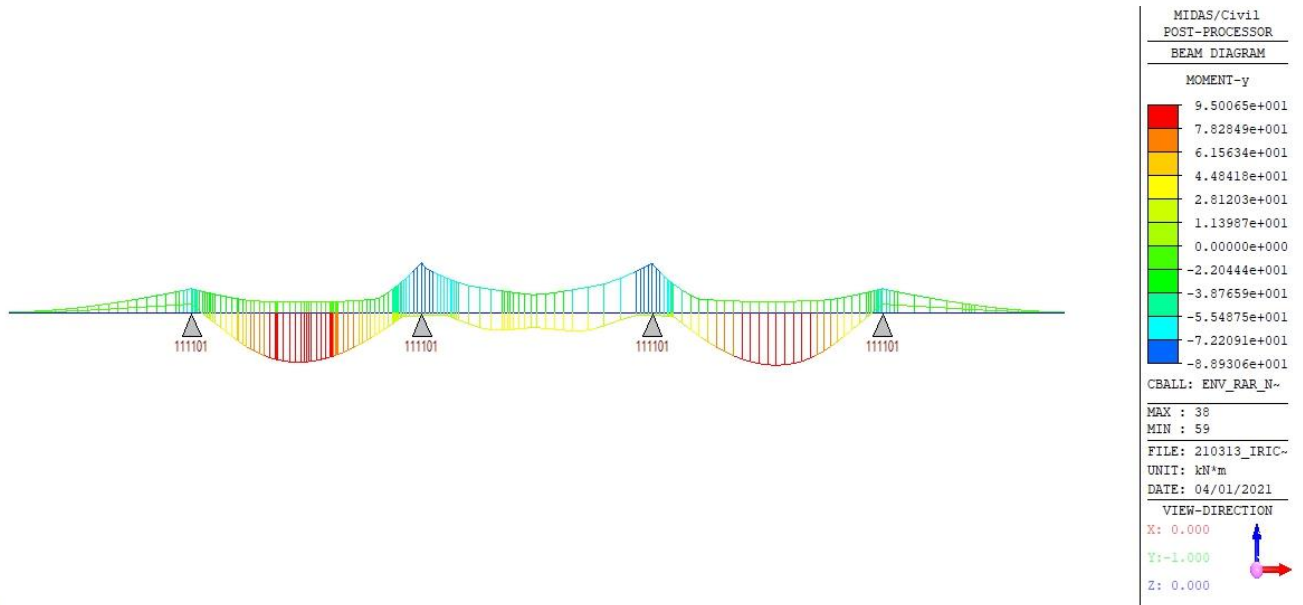


Figura 266 – Intervia 4.00m – Inviluppo del momento per combinazione SLE-caratteristica (rara) – Condizione senza barriere (NB) – $M_{max}=95.0$ kNm; $M_{min}=-88.9$ kNm

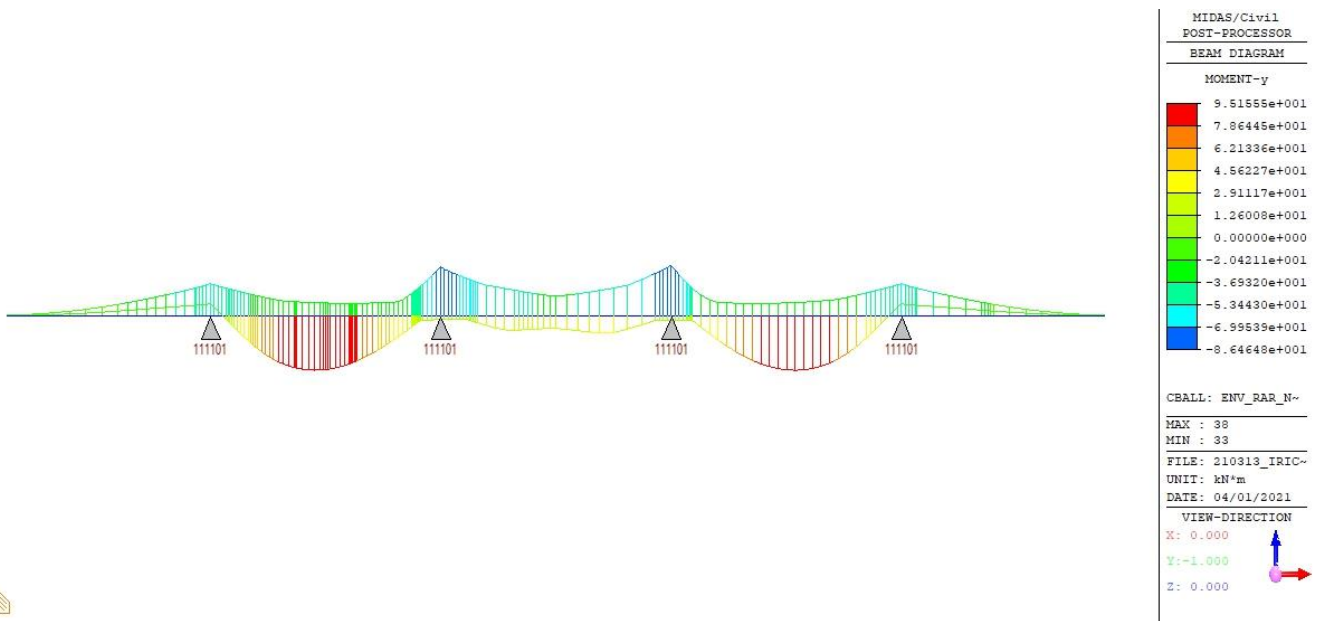


Figura 267 – Intervia 4.20m – Inviluppo del momento per combinazione SLE-caratteristica (rara) – Condizione senza barriere (NB) – $M_{max}=95.2$ kNm; $M_{min}=-86.5$ kNm

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

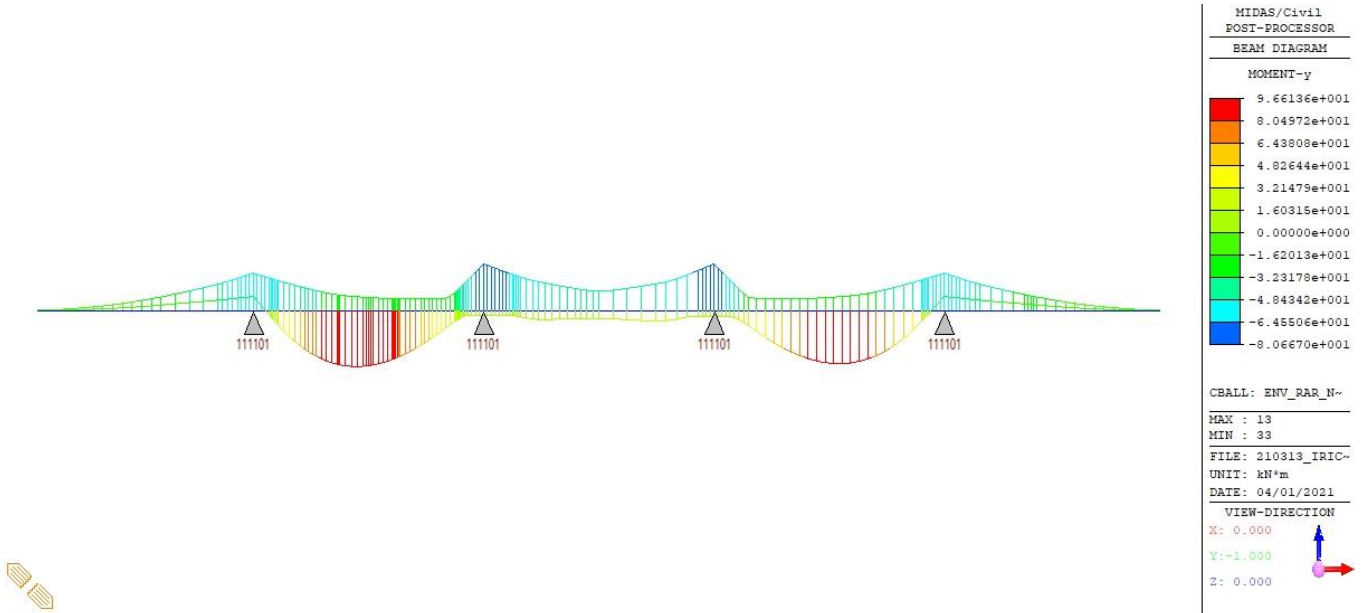


Figura 268 – Intervia 4.50m – Inviluppo del momento per combinazione SLE-caratteristica (rara) – Condizione senza barriere (NB) – $M_{max}=96.6\text{kNm}$; $M_{min}=-80.7\text{kNm}$

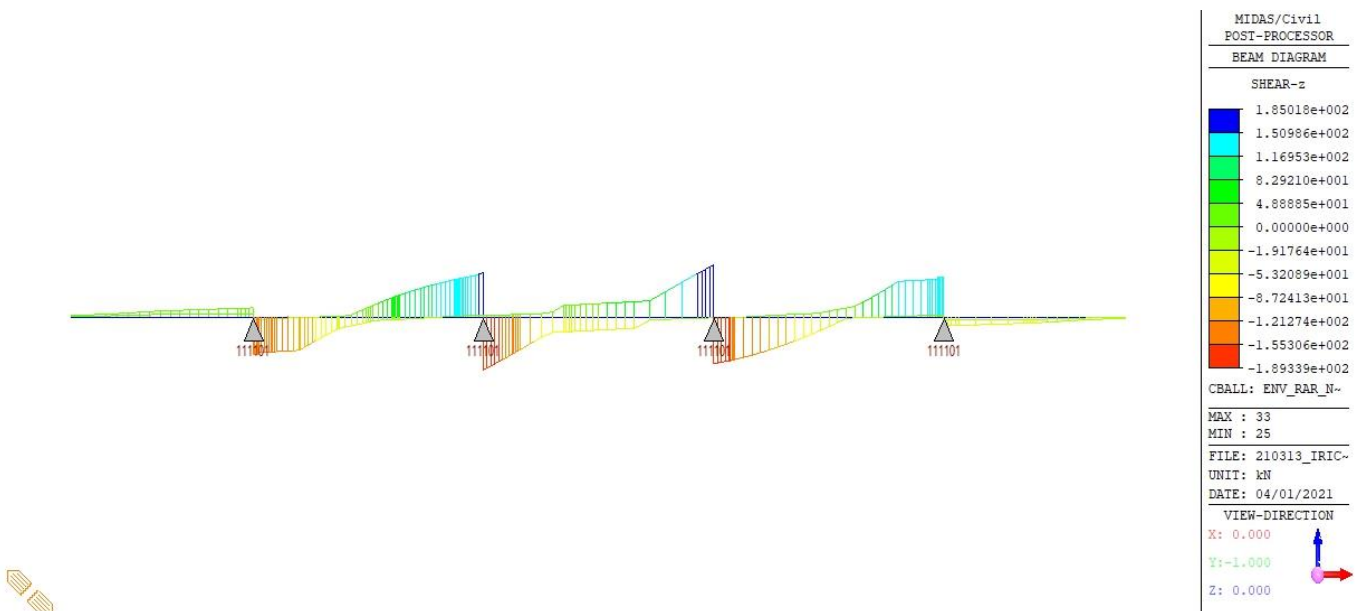


Figura 269 – Intervia 4.00 – Inviluppo del taglio per combinazione SLE-caratteristica (rara) – Condizione senza barriere (NB) – $V_{max}=189.3\text{kN}$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

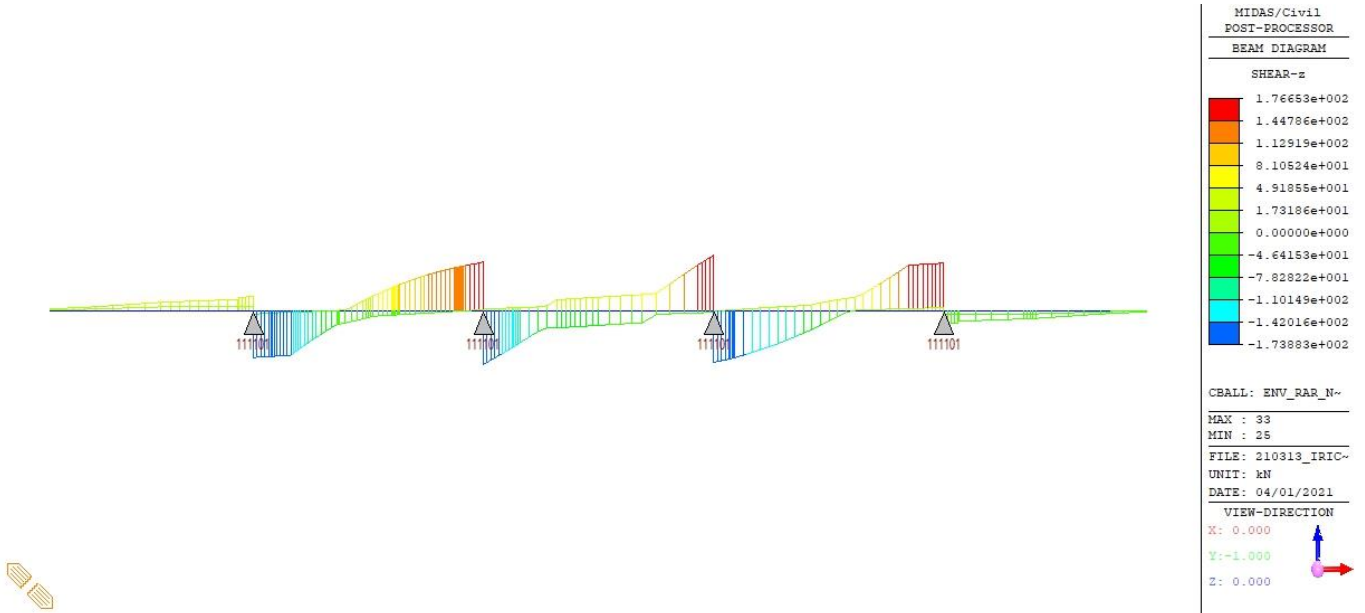


Figura 270 – Intervia 4.20m – Involuppo del taglio per combinazione SLE-caratteristica (rara) – Condizione senza barriere (NB) – $V_{max}=176.7kN$

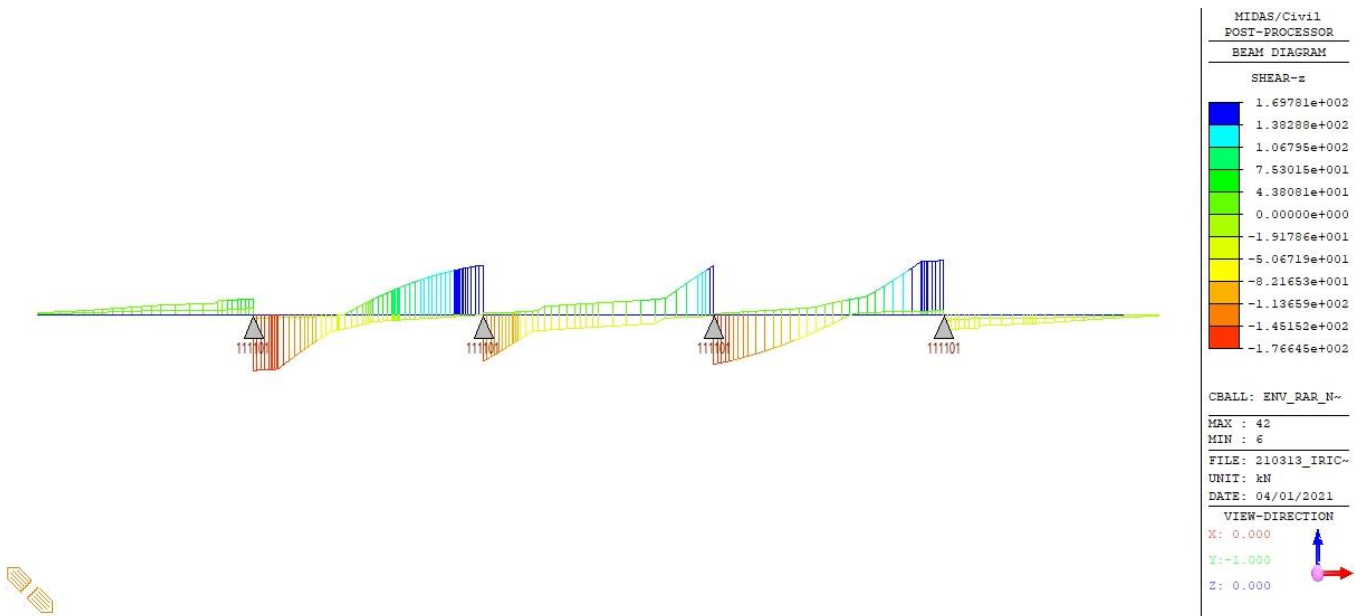


Figura 271 – Intervia 4.50m – Involuppo del taglio per combinazione SLE-caratteristica (rara) – Condizione senza barriere (SB) – $V_{max}=176.6kN$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

SOLLECITAZIONI NELL'ALLINEAMENTO CON BARRIERE

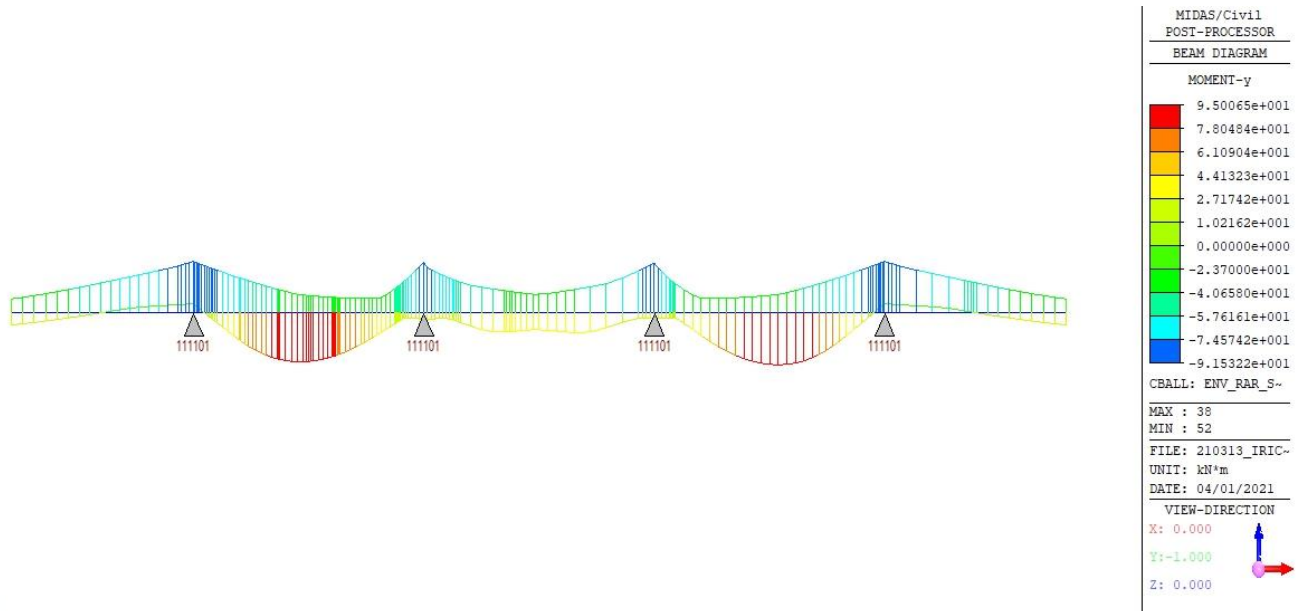


Figura 272 – Intervall 4.00m – Involuppo del momento per combinazione SLE-caratteristica (rara) – Condizione con barriere (SB) – $M_{max}=95.0kNm$; $M_{min}=-91.5kNm$

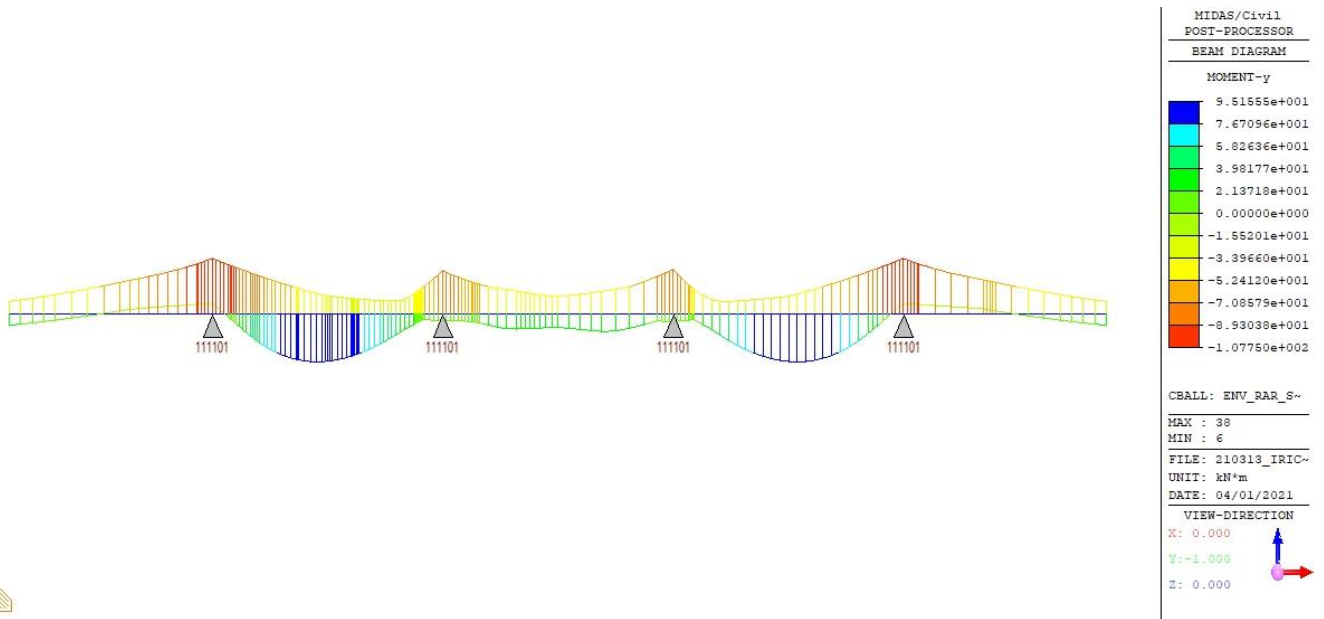


Figura 273 – Intervall 4.20m – Involuppo del momento per combinazione SLE-caratteristica (rara) – Condizione con barriere (SB) – $M_{max}=95.2kNm$; $M_{min}=-107.8kNm$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

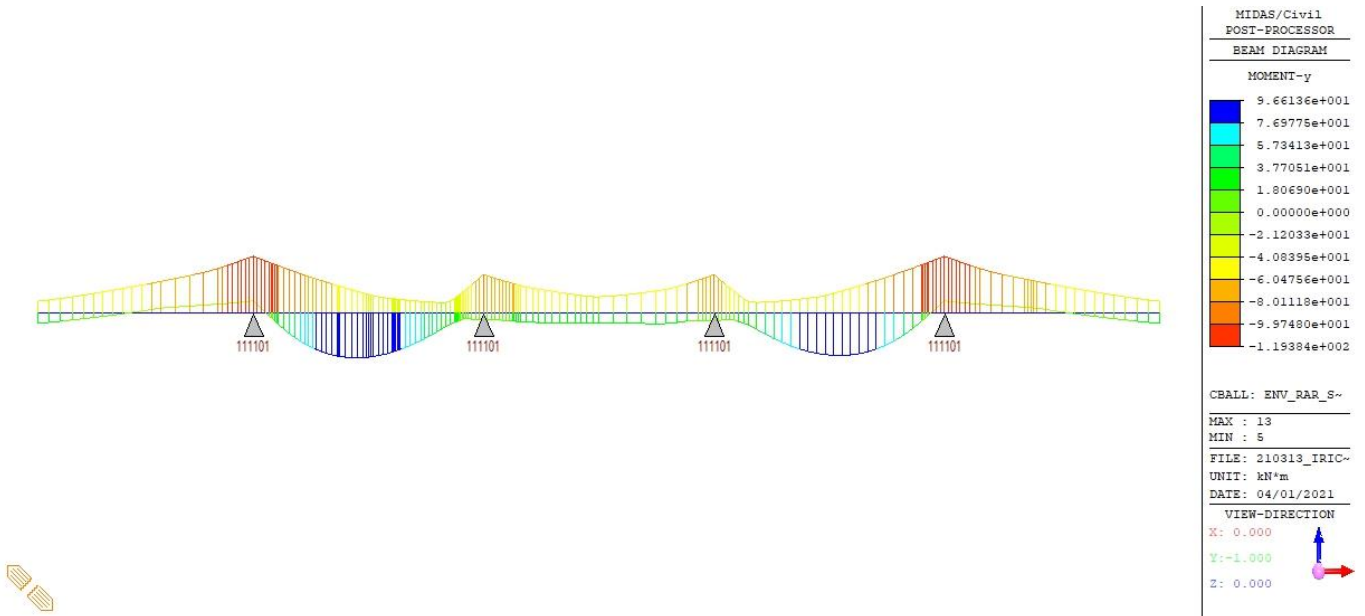


Figura 274 – Intervall 4.50m – Involuppo del momento per combinazione SLE-caratteristica (rara) – Condizione con barriere (SB) – $M_{max}=96.6kNm$; $M_{min}=-119.4kNm$

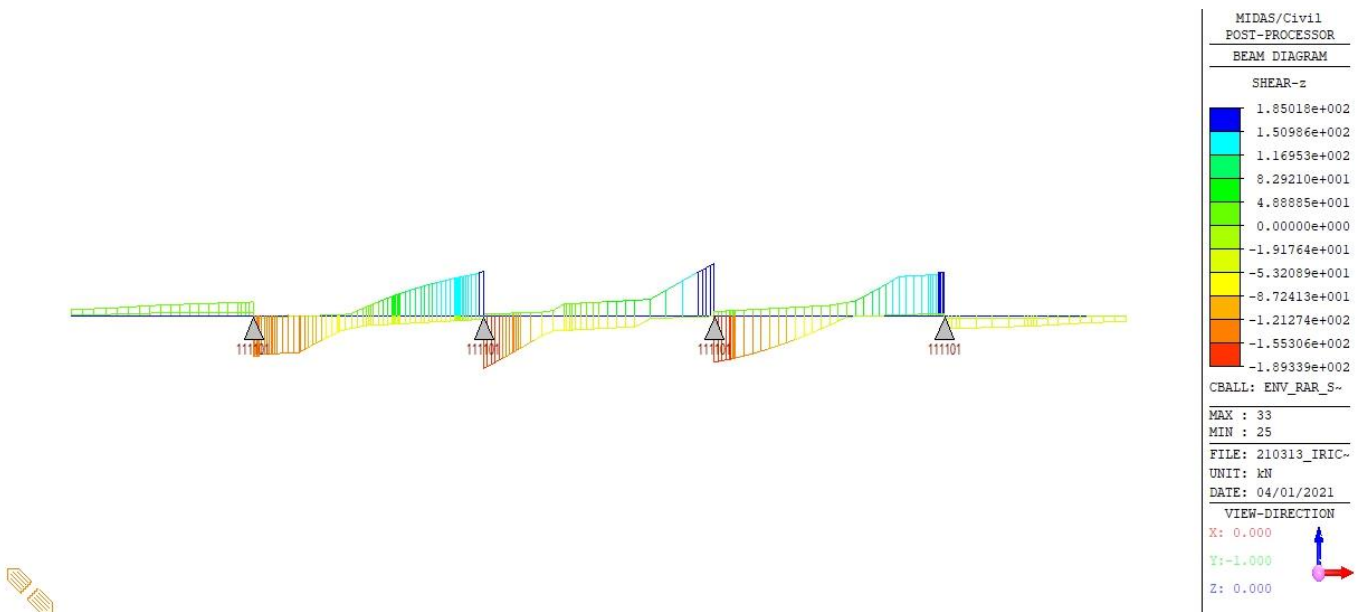


Figura 275 – Intervall 4.00m – Involuppo del taglio per combinazione SLE-caratteristica (rara) – Condizione con barriere (SB) – $V_{max}=189.3kN$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2105001	B

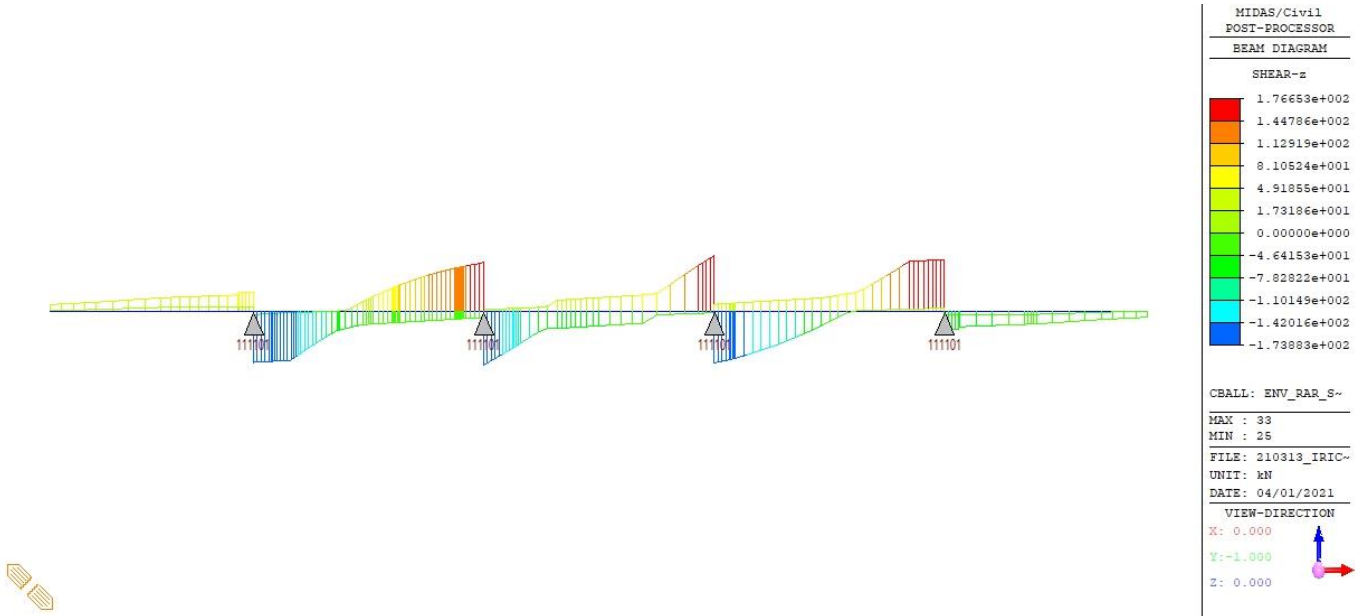


Figura 276 – Intervia 4.20m – Involuppo del taglio per combinazione SLE-caratteristica (rara) – Condizione con barriere (SB) – $V_{max}=176.7kN$

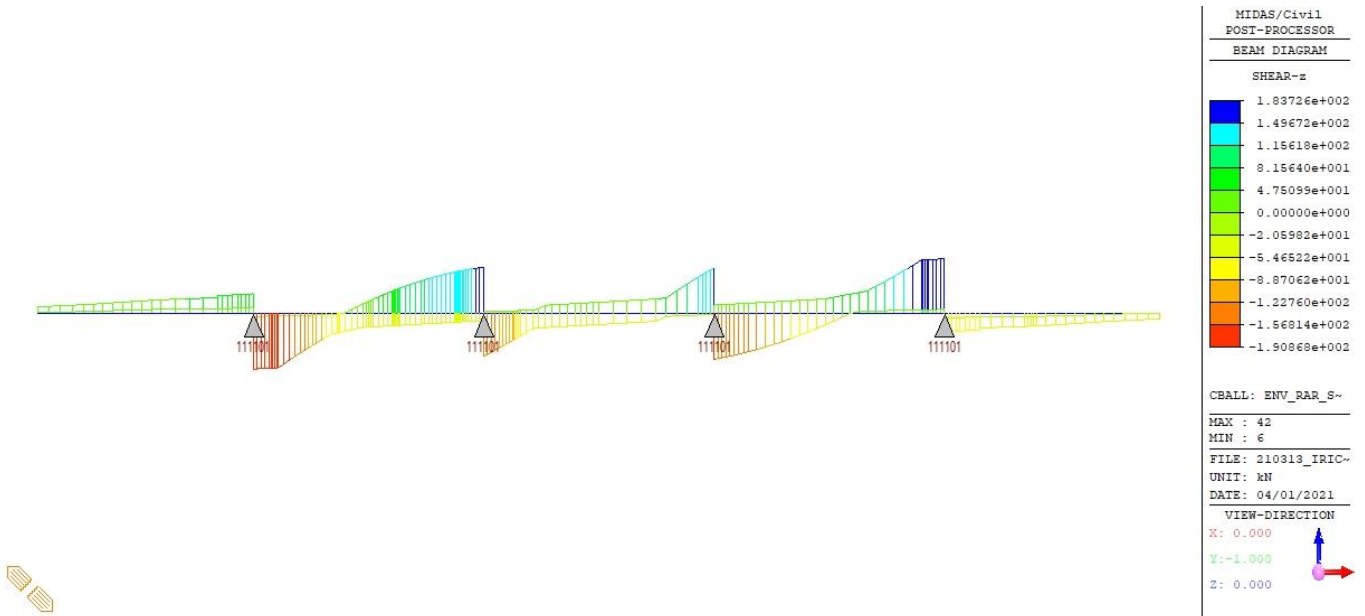


Figura 277 – Intervia 4.50m Involuppo del taglio per combinazione SLE-caratteristica (rara) – Condizione con barriere (SB) – $V_{max}=190.9kN$