

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 GRENA DAL km 18+841,81 AL km 18+913,81

PILE

Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MASSINA n. 4503 Data:	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona 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	1	8	0	4	0	0	2	B	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Ing. Alberto LEVORATO 	Data

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Ott.2021	M. Proietti 	Ott.2021	G. Grimaldi 	Ott.2021	
B	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISV11800001A	E.d.in	Ott.2022	M. Proietti 	Ott.2022	G. Grimaldi 	Ott.2022	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712E12CLVI1804002B
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

TUTTI I DIRITTI DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATI: LA RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE È VIETATA

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>12</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLV1804002</p>	<p>B</p>

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804002	B

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
2.1	Normative.....	4
2.2	Elaborati di riferimento	4
3	MATERIALI.....	5
3.1	Calcestruzzo per pulvini, ritegni e baggioli	5
3.2	Acciaio per barre di armatura	5
3.3	Stati limite	7
3.3.1	Stati limite ultimi	7
3.3.2	Stati limite d'esercizio	7
4	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI	10
4.1	Descrizione del pulvino di transizione Travi Incorporate - C.A.P.	10
4.2	Sistemi di riferimento ed unità di misura.....	11
5	AZIONI DI PROGETTO	12
5.1	Pulvini	12
5.2	Ritegni sismici e baggioli	15
6	MODELLI DI ANALISI E VERIFICA	17
7	PULVINO DI TRANSIZIONE: C.A.P. – TRAVI INCORPORATE	20
7.1	Meccanismo in direzione longitudinale	20
7.1.1	Caratteristiche geometriche.....	20
7.1.2	Modellazione agli elementi finiti	20
7.1.3	Sollecitazioni	21
7.1.4	Armatura longitudinale	25
7.1.5	Verifica dei tiranti	25
7.1.6	Verifiche dei puntoni	27
7.1.7	Verifiche dei nodi	28
7.1.8	Verifica della mensola verticale	29
7.1.9	Verifica della mensola al di sotto del ritegno trasversale.....	34
7.2	Meccanismo in direzione trasversale lato impalcato C.A.P.	35
7.2.1	Caratteristiche geometriche	35
7.2.1	Modellazione agli elementi finiti	35
7.2.2	Sollecitazioni	36
7.2.3	Armatura trasversale.....	39

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804002	B

7.2.4	Verifica dei tiranti	40
7.2.5	Verifiche dei puntoni	42
7.2.6	Verifiche dei nodi	43
7.3	Meccanismo in direzione trasversale lato impalcato a Travi Incorpore	44
7.4	Ritegni sismici	45
7.4.1	Ritegni sismici longitudinali	45
7.4.2	Ritegni sismici trasversali	49
7.5	Baggioli	57
7.5.1	Baggiolo lato impalcato a travi incorporate	57
7.5.1	Baggiolo lato impalcato in C.A.P.	59
8	VERIFICA DELLE PREDALLES	62
9	VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITA' DEI RISULTATI OTTENUTI (rif. Par. 10.2 DM 14/01/2008)	70

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804002	B

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento dei pulvini, dei ritegni sismici e dei baggioli del *Viadotto Grena – VI18*, che si inserisce nell'ambito della progettazione esecutiva del collegamento della linea AV/AC Verona-Padova.

Il viadotto, a doppio binario con intervallata 4.5 m, si estende dal km 18+841.809 al km 18+913.809 della tratta Verona-Padova per uno sviluppo complessivo di 72.0 m ed è costituito da 3 campate isostatiche, di cui:

- La campata centrale di luce pari a 22.0m, con impalcato a travi incorporate;
- Le due campate laterali di luce pari a 25.0m, con impalcato in c.a.p. con quattro travi a cassoncino.

In particolare, verrà effettuato il dimensionamento del pulvino di transizione tra l'impalcato in C.A.P. e quello a Travi Incorporate e dei relativi ritegni sismici e baggioli. Entrambe le pile del viadotto, di altezza media pari a 7.2m, hanno questa tipologia di pulvino.

La presente relazione ha per oggetto il calcolo dello stato di sollecitazione e le verifiche dei pulvini, dei ritegni sismici e dei baggioli, secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804002	B

2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normative

Sono state prese a riferimento le seguenti Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento:

- [1] *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Norme tecniche per le costruzioni»;*
- [2] *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Circolare 2 febbraio 2009, n. 7/C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»;*
- [3] *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture;*
- [4] *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale;*
- [5] *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;*
- [6] *Eurocodice UNI EN 1991-1-4 – Azioni sulle strutture – azioni in generale – azioni del vento;*
- [7] *Eurocodice UNI EN 1992-1-1 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – regole generali e regole per gli edifici.*

2.2 Elaborati di riferimento

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza.

Inoltre, si richiamano le relazioni:

- IN1712EI2CLVI1804001: Relazione di calcolo pile e plinto – Pile P1 e P2

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

3 MATERIALI

3.1 Calcestruzzo per pulvini, ritegni e baggioli

Classe C32/40

$R_{ck} =$	40,00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	32,00	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	40,00	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	18,13	MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	3,03	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3,68	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	2,12	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	17,60	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	12,80	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)} =$	33646,00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,20		Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	13894,00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Aggressive		
Classe di esposizione =	XC4		
$c =$	5,00	cm	Copriferro minimo
$w =$	0,20	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.4 [3])

3.2 Acciaio per barre di armatura

B450C

$f_{yk} \geq$	450,00	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540,00	MPa	Tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_k \geq$	1,15		
$(f_t/f_y)_k <$	1,35		
$\gamma_s =$	1,15	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804002	B

$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$	391,30	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000,00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,20	%	Deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50	%	Deformazione caratteristica ultima
$\sigma_s = 0,75 f_{yk} =$	337,50	MPa	Tensione in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804002	B

3.3 Stati limite

3.3.1 *Stati limite ultimi*

In coerenza con quanto prescritto nel capitolo 2.6.1 e 2.5.3 delle NTC2008, gli stati limiti ultimi si traducono nel confrontare in modo diretto la domanda amplificata con la capacità decrementata. Coefficienti amplificativi e deamplificativi variano in funzione della tipologia di sollecitazione e di concomitanza, traducendosi in:

$$A_{Ed} \leq A_{Rd}$$

3.3.2 *Stati limite d'esercizio*

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

3.3.2.1 Verifica tensionale

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario", ovvero:

Tensione massima di compressione del calcestruzzo

- per combinazione caratteristica (rara): 0.55 f_{ck}= 17,6 MPa
- per combinazione quasi permanente: 0.40 f_{ck}= 12,8 MPa
- per spessori minori di 5 cm tali valori devono essere decrementati del 30%.

Tensione massima di trazione dell'acciaio

- per combinazione caratteristica (rara): 0.75 f_{yk}= 337,5 MPa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804002	B

3.3.2.2 Verifica fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Le condizioni ambientali sono aggressive e le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]. In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportata nel prospetto seguente:

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wk	Stato limite	wk
A	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
C	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

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

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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

Risultando:

- $w_1 = 0.2$ mm
- $w_2 = 0.3$ mm
- $w_3 = 0.4$ mm

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

Per strutture in condizioni ambientali ordinarie, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 17.1.2008, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804002	B

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

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

Infine, riguardo il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura riportata al par. 7.3.4 dell'EC2.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV11804002	B

4 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI

Le pile, in c.a., presentano un fusto a sezione rettangolare smussata cava costante su tutta l'altezza di dimensioni esterne pari a 3,60m x 9,40m.

I pulvini presentano un'altezza variabile e sono di seguito dettagliatamente descritti.

4.1 Descrizione del pulvino di transizione Travi Incorporate - C.A.P.

Il pulvino di transizione Travi Incorporate - C.A.P. presenta un'altezza di 2.85 m lato impalcato a travi incorporate e di 1.50 m lato impalcato in C.A.P. Ha una sezione rettangolare piena smussata con forma medesima a quella della pila e dimensioni in pianta pari a 3.8 m x 9.4 m, rispettivamente nelle direzioni degli assi longitudinale e trasversale del viadotto. Lato impalcato a travi incorporate e in direzione trasversale, presenta inoltre due ulteriori sbalzi di lunghezza pari a 1.45 m ognuno.

Su ogni pulvino sono inoltre presenti due ritegni sismici longitudinali centrali e quattro trasversali laterali.

Gli apparecchi d'appoggio dell'impalcato sono disposti secondo lo schema sotto riportato.

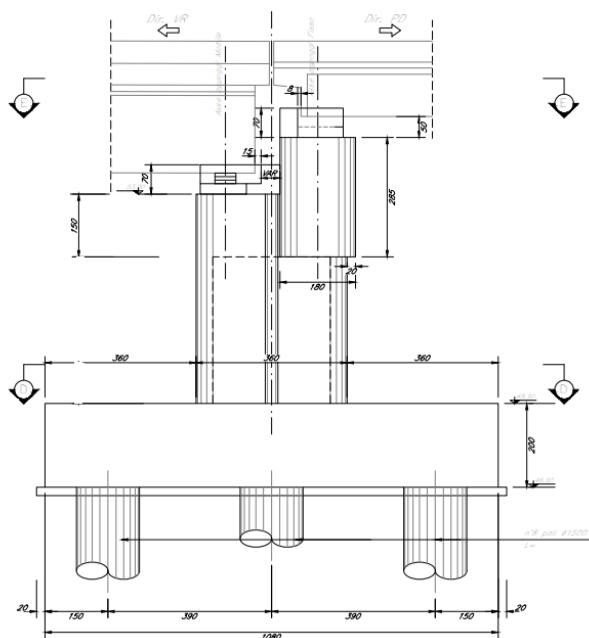


Figura 4-1: Sezione longitudinale pila

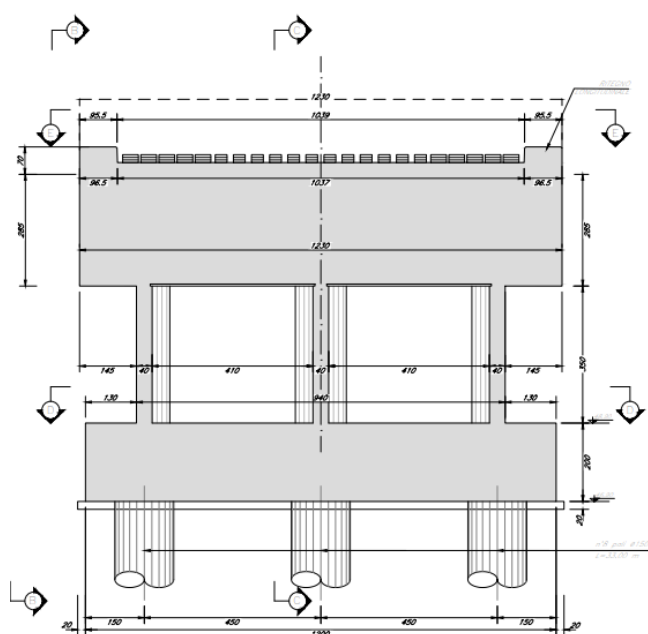
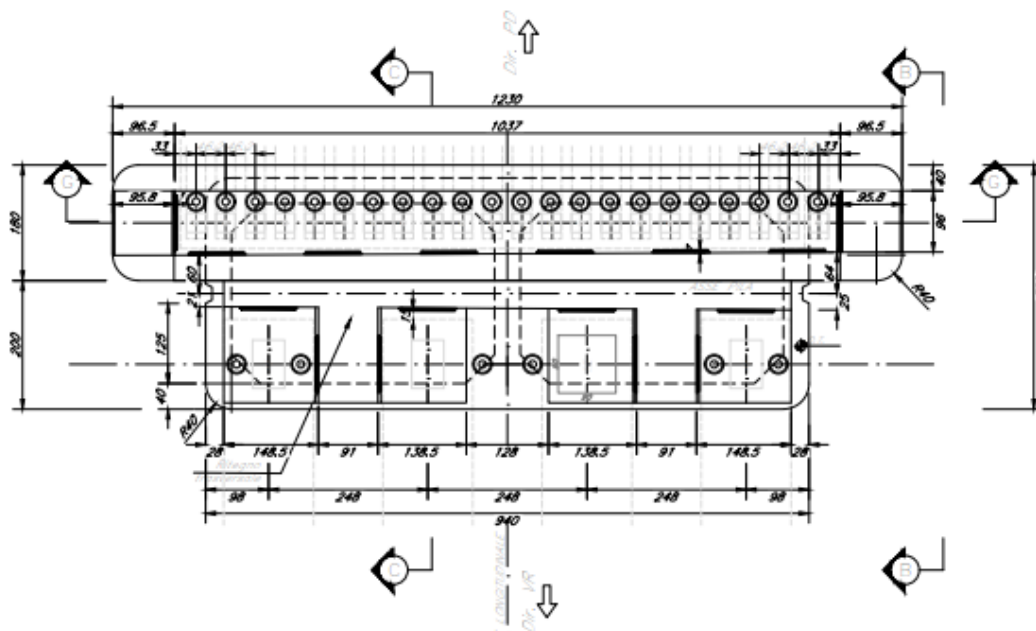


Figura 4-2: Sezione trasversale pila (lato Travi Incorporate)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804002	B



CAMPATA A TRAVI INCORPORATE 22m

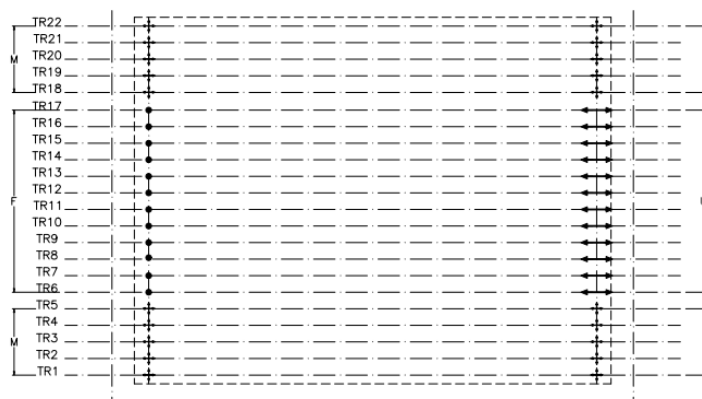


Figura 4-3: Pianta pulvino e schema appoggi

4.2 Sistemi di riferimento ed unità di misura

Il sistema di riferimento globale è stato scelto come di seguito riportato.

- Asse X: parallelo all'asse trasversale dell'impalcato
- Asse Y: parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z: verticale
- [Lunghezze] m
- [Forze] KN

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804002				B

5 AZIONI DI PROGETTO

5.1 Pulvini

I pulvini sono stati dimensionati e verificati considerando le azioni e le combinazioni di carico descritte nelle relazioni delle pile, di seguito citate:

- *Pulvino tipologico C.A.P. – Travi Incorporate*: relazione di calcolo IN1712EI2CLVI1804001.

Nelle relazioni sopra citate è specificato che si è valutata la posizione del singolo convoglio di traffico ferroviario per massimizzare la sollecitazione d'interesse. Questo ha portato alla definizione di tre configurazioni per la progettazione e la verifica dei pulvini.

Per i pulvini, le azioni sismiche sono state calcolate considerando uno spettro orizzontale a cui è stato applicato un fattore di struttura q pari a 1.5; confermando l'assunzione di PD ed in linea con quanto previsto dall'EC8.

Di seguito si riportano le tabelle con le caratteristiche di sollecitazione all'estradosso di ogni pulvino, funzione delle suddette configurazioni. Le azioni sono riferite al baricentro della sezione rettangolare del pulvino.

Si fa riferimento alla seguente convenzione:

- N: sforzo assiale di compressione;
- T long: taglio lungo l'asse longitudinale del viadotto;
- T trasv: taglio lungo l'asse trasversale del viadotto;
- M long: momento lungo l'asse longitudinale del viadotto (intorno l'asse trasversale);
- M trasv: momento lungo l'asse trasversale del viadotto (intorno l'asse longitudinale);
- Tor: momento torcente.

		Pulvino di transizione C.A.P. – Travi Incorporate						
		N	T _{long}	T _{trasv}	M _{long}	M _{trasv}	Tor	Comb
SLU	Treno 1	25490	1721	1224	3695	8317	0	A1_SLU_gr1_Treno_T1
		17613	145	1224	2625	6278	0	A1_SLU_gr2_Scarico_T1
		25490	3013	612	4341	5178	0	A1_SLU_gr3_Fre/avv_T1
		26199	1873	1633	4259	12240	0	A1_SLU_gr1+vento_T1
		18321	297	1633	3190	10200	0	A1_SLU_gr2+vento_T1
		26199	3165	1020	4906	9101	0	A1_SLU_gr3+vento_T1
		18176	254	680	3446	6538	0	A1_SLU_vento_gr1_T1
		18176	254	680	3446	6538	0	A1_SLU_vento_gr2_T1
		18176	254	680	3446	6538	0	A1_SLU_vento_gr3_T1
		22092	959	735	3182	4990	0	A1_SLU_Scalz_gr1_T1
		17366	81	735	2574	3767	0	A1_SLU_Scalz_gr2_T1
		22092	1734	367	3570	3107	0	A1_SLU_Scalz_gr3_T1
	Treno 2	22269	1605	1224	7425	7870	0	A1_SLU_gr1_Treno_T2

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI1804002
				B

		Pulvino di transizione C.A.P. – Travi Incorporate						
		N	T _{long}	T _{trasv}	M _{long}	M _{trasv}	Tor	Comb
		17613	145	1224	2625	6278	0	A1_SLU_gr2_Scarico_T2
		22269	2897	612	8072	4731	0	A1_SLU_gr3_Fre/avv_T2
		22977	1757	1633	7990	11793	0	A1_SLU_gr1+vento_T2
		18321	297	1633	3190	10200	0	A1_SLU_gr2+vento_T2
		22977	3049	1020	8636	8654	0	A1_SLU_gr3+vento_T2
		18176	254	680	3446	6538	0	A1_SLU_vento_gr1_T2
		18176	254	680	3446	6538	0	A1_SLU_vento_gr2_T2
		18176	254	680	3446	6538	0	A1_SLU_vento_gr3_T2
		20159	917	735	5434	4722	0	A1_SLU_Scalz_gr1_T2
		17366	81	735	2574	3767	0	A1_SLU_Scalz_gr2_T2
	20159	1693	367	5822	2839	0	A1_SLU_Scalz_gr3_T2	
	Treno 3	21507	1577	1224	3346	16881	0	A1_SLU_gr1_Treno_T3
		17613	145	1224	2625	6278	0	A1_SLU_gr2_Scarico_T3
		21507	2869	612	3992	13742	0	A1_SLU_gr3_Fre/avv_T3
		22216	1729	1633	3911	20803	0	A1_SLU_gr1+vento_T3
		18321	297	1633	3190	10200	0	A1_SLU_gr2+vento_T3
		22216	3022	1020	4557	17665	0	A1_SLU_gr3+vento_T3
		18176	254	680	3446	6538	0	A1_SLU_vento_gr1_T3
		18176	254	680	3446	6538	0	A1_SLU_vento_gr2_T3
		18176	254	680	3446	6538	0	A1_SLU_vento_gr3_T3
19702		907	735	2990	10128	0	A1_SLU_Scalz_gr1_T3	
17366	81	735	2574	3767	0	A1_SLU_Scalz_gr2_T3		
19702	1683	367	3378	8245	0	A1_SLU_Scalz_gr3_T3		
SISMA SLV (q=1.5)	Treno 1	14677	6979	1790	3535	5843	0	E_103x_SLV_T1
		14677	2144	5967	1117	18821	0	E_103y_SLV_T1
		18045	2144	1790	1117	5843	0	E_103z_SLV_T1
	Treno 2	14232	6970	1790	4053	5781	0	E_103x_SLV_T2
		14232	2135	5967	1635	18759	0	E_103y_SLV_T2
		17601	2135	1790	1635	5781	0	E_103z_SLV_T2
	Treno 3	14127	6968	1790	3491	7024	0	E_103x_SLV_T3
		14127	2133	5967	1074	20002	0	E_103y_SLV_T3
		17496	2133	1790	1074	7024	0	E_103z_SLV_T3
RARA	Treno 1	12488	68	844	1844	4329	0	SLE_rar_gr1_Treno_T1
		17920	1981	422	2995	3571	0	SLE_rar_gr2_Scarico_T1
		15577	1212	507	2519	3441	0	SLE_rar_gr3_Fre/avv_T1
		12960	170	1117	2221	6945	0	SLE_rar_gr1+vento_T1
		18393	2083	694	3371	6186	0	SLE_rar_gr2+vento_T1
		16049	1313	779	2896	6057	0	SLE_rar_gr3+vento_T1
		12849	169	454	2405	4359	0	SLE_rar_vento_gr1_T1
		12849	169	454	2405	4359	0	SLE_rar_vento_gr2_T1
		12849	169	454	2405	4359	0	SLE_rar_vento_gr3_T1
	Treno 2	15698	1036	844	5135	5427	0	SLE_rar_gr1_Treno_T2
		12488	68	844	1844	4329	0	SLE_rar_gr2_Scarico_T2
		15698	1928	422	5581	3263	0	SLE_rar_gr3_Fre/avv_T2
		16171	1138	1117	5512	8043	0	SLE_rar_gr1+vento_T2
		12960	170	1117	2221	6945	0	SLE_rar_gr2+vento_T2
		16171	2029	694	5958	5878	0	SLE_rar_gr3+vento_T2
12849	169	454	2405	4359	0	SLE_rar_vento_gr1_T2		
12849	169	454	2405	4359	0	SLE_rar_vento_gr2_T2		
12849	169	454	2405	4359	0	SLE_rar_vento_gr3_T2		

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA		
			
	Progetto	Lotto	Codifica
	IN17	12	EI2CLVI1804002
			B

		Pulvino di transizione C.A.P. – Travi Incorporate						
		N	T _{long}	T _{trasv}	M _{long}	M _{trasv}	T _{or}	Comb
	Treno 3	15173	1024	844	2325	11642	0	SLE_rar_gr1_Treno_T3
		12488	68	844	1844	4329	0	SLE_rar_gr2_Scarico_T3
		15173	1915	422	2771	9477	0	SLE_rar_gr3_Fre/avv_T3
		15646	1125	1117	2702	14257	0	SLE_rar_gr1+vento_T3
		12960	170	1117	2221	6945	0	SLE_rar_gr2+vento_T3
		15646	2017	694	3148	12092	0	SLE_rar_gr3+vento_T3
		12849	169	454	2405	4359	0	SLE_rar_vento_gr1_T3
		12849	169	454	2405	4359	0	SLE_rar_vento_gr2_T3
		12849	169	454	2405	4359	0	SLE_rar_vento_gr3_T3
SISMA SLD	Treno 1	13610	4705	1132	2398	3799	0	E_103x_SLD_T1
		13610	1462	3774	776	12006	0	E_103y_SLD_T1
		14491	1462	1132	776	3799	0	E_103z_SLD_T1
	Treno 2	13166	4696	1132	2916	3737	0	E_103x_SLD_T2
		13166	1453	3774	1294	11944	0	E_103y_SLD_T2
		14046	1453	1132	1294	3737	0	E_103z_SLD_T2
	Treno 3	13061	4694	1132	2354	4980	0	E_103x_SLD_T3
		13061	1451	3774	733	13187	0	E_103y_SLD_T3
		13941	1451	1132	733	4980	0	E_103z_SLD_T3
FESSURAZIONE	Treno 1	15577	1212	507	2519	3441	0	SLE_rar_gr4_Centrif_T1
		16049	1313	779	2896	6057	0	SLE_rar_gr4+vento_T1
		12849	169	454	2405	4359	0	SLE_rar_vento_gr4_T1
	Treno 2	14244	1180	507	4071	3256	0	SLE_rar_gr4_Centrif_T2
		14716	1281	779	4448	5872	0	SLE_rar_gr4+vento_T2
		12849	169	454	2405	4359	0	SLE_rar_vento_gr4_T2
	Treno 3	13929	1172	507	2385	6985	0	SLE_rar_gr4_Centrif_T3
		14401	1274	779	2762	9600	0	SLE_rar_gr4+vento_T3
		12849	169	454	2405	4359	0	SLE_rar_vento_gr4_T3
Q.P.	Treno 1	12062	48	0	1801	0	0	SLE_qp_T1
	Treno 2	12062	48	0	1801	0	0	SLE_qp_T2
	Treno 3	12062	48	0	1801	0	0	SLE_qp_T3

Le azioni sopra riportate sono state poi suddivise tra gli apparecchi d'appoggio mediante una ripartizione di tipo rigido, tenendo conto dei reali schemi appoggi definiti nel par. 4.

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804002				B

5.2 Ritegni sismici e baggioli

I ritegni sismici e i baggioli sono stati dimensionati e verificati considerando le reazioni degli impalcati come da modelli di calcolo, di seguito riportate. Sono state utilizzate le reazioni degli impalcati con intervalli pari a 4.5m.

Le azioni sismiche sono state calcolate considerando uno spettro elastico non ridotto dal coefficiente di comportamento e utilizzando, secondo le regole del manuale di progettazione riportate al paragrafo 2.5.1.8.3.3, uno smorzamento viscoso pari a $\xi = 10\%$.

Impalcato C.A.P. – L=25 m

LATO FISSO MULTIDIREZIONALE APPOGGIO N°1	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-3725	-1599	-	-
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-3744	-895	-	-	

LATO MOBILE MULTIDIREZIONALE APPOGGIO N°5	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-3861	-1718	-	-
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-3822	-842	-	-	

LATO FISSO FISSO APPOGGIO N°7	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-3322	-1571	1526	-831
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-3161	-1406	3512	-3551	

LATO MOBILE UNIDIREZIONALE APPOGGIO N°6	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-3685	-1781	-	-773
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-3113	-1524	-	4092	

forza trasversale affidata completamente ad un F

LATO FISSO FISSO APPOGGIO N°8	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-3588	-1719	1432	0
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-3161	-1499	3514	0	

LATO MOBILE MULTIDIREZIONALE APPOGGIO N°4	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-3540	-1649	-	-
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-3135	-1256	-	-	

LATO FISSO MULTIDIREZIONALE APPOGGIO N°2	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-4536	-2120	-	-
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-4106	-1149	-	-	

LATO MOBILE MULTIDIREZIONALE APPOGGIO N°3	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	-4623	-2145	-	-
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
-4567	-700	-	-	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804002	B

Impalcato Travi Incorporate – L=22 m

FISSI	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	685.3	269.8	189.5	46.6
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
434.1	191	730.2	355.6	

UNIDIREZIONALI LONGITUDINALI	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	685.3	269.8	0	46.6
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
434.1	191	0	355.6	

MULTIDIREZIONALI	Combinazioni statiche SLU			
	Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)
	727.4	219.7	0	0
	Combinazioni sismiche SLV			
Nmax (KN)	Nmin (KN)	Vlong (KN)	Vtrasv (KN)	
451.6	154.9	0	0	

GENERAL CONTRACTOR			ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

6 MODELLI DI ANALISI E VERIFICA

Il **pulvino** è una struttura tozza, nella quale, come è noto, si formano flussi di tensioni di compressione nel calcestruzzo e flussi di tensioni di trazione che si ipotizzano localizzati nelle armature: il dimensionamento sarà pertanto effettuato mediante l'applicazione di un modello a traliccio di puntoni e tiranti per la ripartizione delle forze trasmesse dall'impalcato.

Sono stati considerati due schemi statici piani separati, uno nella direzione longitudinale del viadotto e uno in quella trasversale. Le forze esterne che agiscono in corrispondenza degli appoggi sono quelle descritte nel par. 5.1.

Le verifiche dei tiranti, dei puntoni e dei nodi sono state condotte con il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite, così come descritto al par. 3.3.

I tiranti e i puntoni sono stati quindi verificati allo SLU e allo SLE (tensionale e di fessurazione).

I nodi sono stati verificati allo SLU e sono caratterizzati da una resistenza di progetto pari a un'aliquota v della resistenza a compressione del calcestruzzo, dove il coefficiente v è detto fattore di efficienza ed è pari a:

$$v = k v' = k \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right)$$

Nella tabella che segue sono riportate le resistenze di progetto delle varie tipologie di nodo.

k_1	1	<i>Nodo CCC</i>
k_2	0.85	<i>Nodo CCT</i>
k_3	0.75	<i>Nodo CTT</i>

f_{cd}	18.13	MPa	
v'	0.872	MPa	
$\sigma_{1Rd,max}$	15.81	MPa	<i>Nodo CCC</i>
$\sigma_{2Rd,max}$	13.44	MPa	<i>Nodo CCT</i>
$\sigma_{3Rd,max}$	11.86	MPa	<i>Nodo CTT</i>

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804002	B

I **ritegni sismici longitudinali e trasversali** sono stati dimensionati e verificati secondo il modello di mensola tozza descritto nel §C4.1.2.1.5 della Circolare alle NTC2008. La forza sollecitante viene applicata nel baricentro della zona di contatto trave-ritegno.

L'armatura verticale dei ritegni è stata inoltre verificata nei confronti del tranciamento, mediante le due tipologie di verifica di seguito riportate.

- Verifica a tranciamento dell'acciaio:

$$\frac{A_s \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} > V_{Ed}$$

- Verifica a tranciamento calcolando l'azione tagliante nell'interfaccia tra calcestruzzi gettati in tempi diversi, secondo la formulazione prevista al §6.2.5 dell'Eurocodice 1992-1-1.

La resistenza di progetto a taglio all'interfaccia è data da:

$$V_{Rdi} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v f_{ctd}$$

dove c e μ sono fattori che dipendono dalla scabrezza dell'interfaccia e sono pari rispettivamente a 0.2 e 0.6 nel caso in esame di superficie liscia.

Il dimensionamento dei **baggioli** è stato condotto effettuando le verifiche di seguito riportate.

- Verifica a tranciamento per il dimensionamento delle armature verticali;
- Verifica a compressione del cls, secondo quanto prescritto al §6.7 dell'Eurocodice 1992-1-1. Tale paragrafo fa riferimento a zone sottoposte ad elevate pressioni localizzate, dunque adatto per la verifica di resistenza del calcestruzzo dei baggioli, in quanto sottoposti ad elevati carichi concentrati di compressione.

L'azione sollecitante è data dal massimo sforzo assiale sull'apparecchio d'appoggio multidirezionale più esterno.

La forza di compressione ultima è data da:

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1}/A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} \quad (6.63)$$

dove:

A_{c0} è l'area caricata;

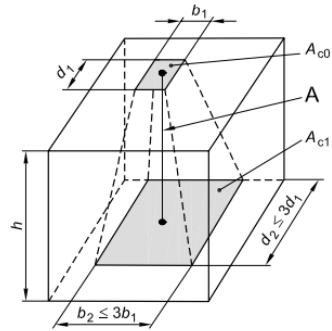
A_{c1} è la massima area di diffusione del carico utilizzata per il calcolo e che ha una forma ometetica a quella di A_{c0} .

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804002	B

figura 6.29 Distribuzione di progetto nel caso di pressioni localizzate

Legenda

A Linea di azione
 $h \geq (b_2 - b_1)$ e
 $\geq (d_2 - d_1)$



- Verifica dell'armatura di confinamento del cls; costituita da staffe chiuse, verificate nei confronti del massimo sforzo normale di compressione (moltiplicato per il coefficiente di Poisson $\nu=0.2$), per il baggiolo sottostante all'apparecchio d'appoggio multidirezionale esterno, su cui agisce il massimo sforzo di compressione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV11804002	B

7 PULVINO DI TRANSIZIONE: C.A.P. – TRAVI INCORPORATE

7.1 Meccanismo in direzione longitudinale

7.1.1 Caratteristiche geometriche

Il sistema considerato di bielle compresse e bielle tese viene evidenziato nella figura di seguito riportata. A favore di sicurezza, il meccanismo tirante-puntone in direzione longitudinale viene schematizzato considerando l'altezza minima del pulvino di transizione, pari a 1.50 m.

La parte sommitale del pulvino, al di sotto del baggio del dell'impalcato a travi incorporate, può invece essere schematizzata come una mensola, di altezza pari a 1.65m e larghezza pari a 1.8m.

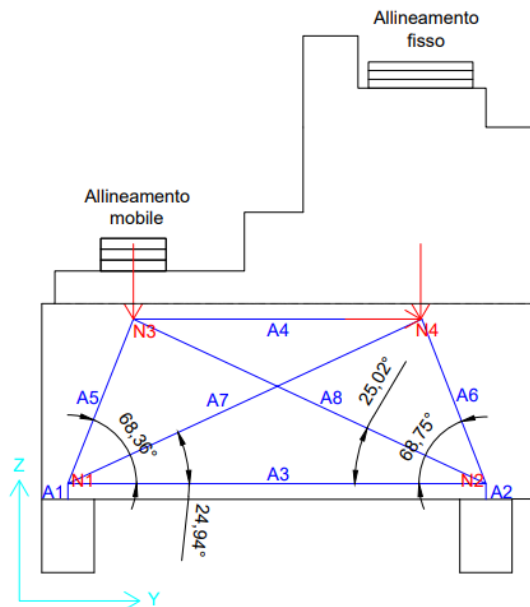


Figura 7-1: Modello a traliccio di puntoni e tiranti (direzione longitudinale)

Altezza pulvino	H	1.50 m
Copriferro netto	c netto	0.05 m
Distanza baricentro tirante – estradosso pulvino	s	0.12 m
Larghezza pareti fusto pile	S	0.40 m
Distanza nodi 3-4 (distanza asse appoggi impalcato)	D	2.21 m
Distanza longitudinale nodi 3-2	La	2.7 m
Distanza longitudinale nodi 1-3	Lb	0.5 m

7.1.2 Modellazione agli elementi finiti

La modellazione del traliccio di tiranti e puntoni è stata effettuata mediante il programma di calcolo agli elementi finiti Midas Civil.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804002	B

Le aste A3, A4, A5 e A6 sono state modellate mediante degli elementi di tipo “truss”, reagenti quindi solo a sforzo assiale, sia di trazione che di compressione.

Le aste A7 e A8 sono state invece modellate mediante degli elementi “only-compression”, reagenti quindi esclusivamente a sforzo assiale di compressione. In tal modo è stata esclusa la presenza di sollecitazioni di trazione nella zona centrale del pulvino.

Il traliccio è vincolato alla base, in corrispondenza dei nodi N1 e N2, mediante dei vincoli di cerniera. Questi vincoli, per rendere non labile l'intero modello piano, sono realizzati mediante due elementi “beam” di rigidità flessionale trascurabile, di lunghezza pari a $s=0.12$ m e incastrati alla base (elementi A1 e A2).

Agli elementi “truss” e “only compression” è stata assegnata una sezione circolare con $R=0.1$ m. Ai due elementi “beam” è stata assegnata la stessa sezione circolare, con una rigidità flessionale abbattuta di un fattore $k1=0.0001$ ed una rigidità assiale incrementata di $k2=100000$. In tal modo, in corrispondenza dei nodi N1 e N2, è stato riprodotto il vincolo di cerniera.

Si riporta di seguito una un prospetto del modello realizzato.

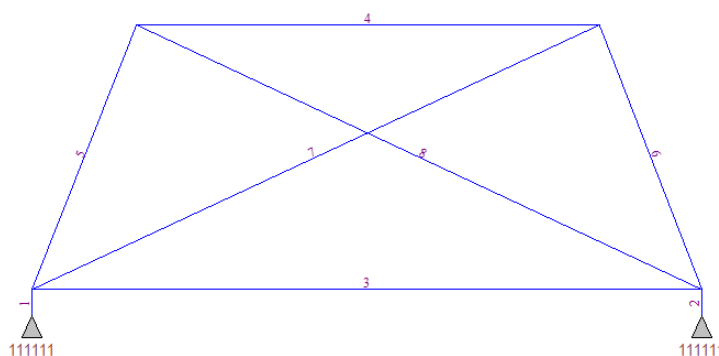


Figura 7-2: Prospetto del modello agli elementi finiti

Le azioni, descritte nel par. 5.1, sono state applicate mediante delle forze nodali in corrispondenza dei nodi N3 e N4.

7.1.3 Sollecitazioni

Si riportano a titolo di esempio alcuni dei diagrammi delle sollecitazioni ritenuti più significativi. Viene indicata come positiva la trazione e negativa la compressione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV11804002	B

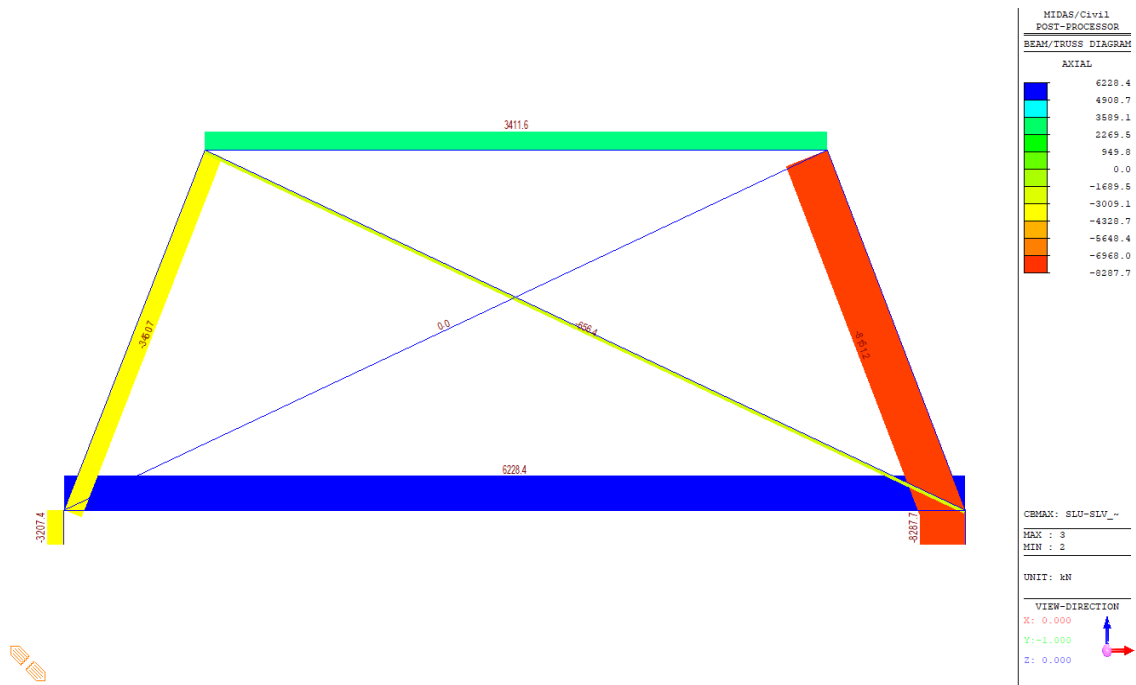


Figura 7-3: Sforzo assiale – Involuppo SLU-SLV (Max)

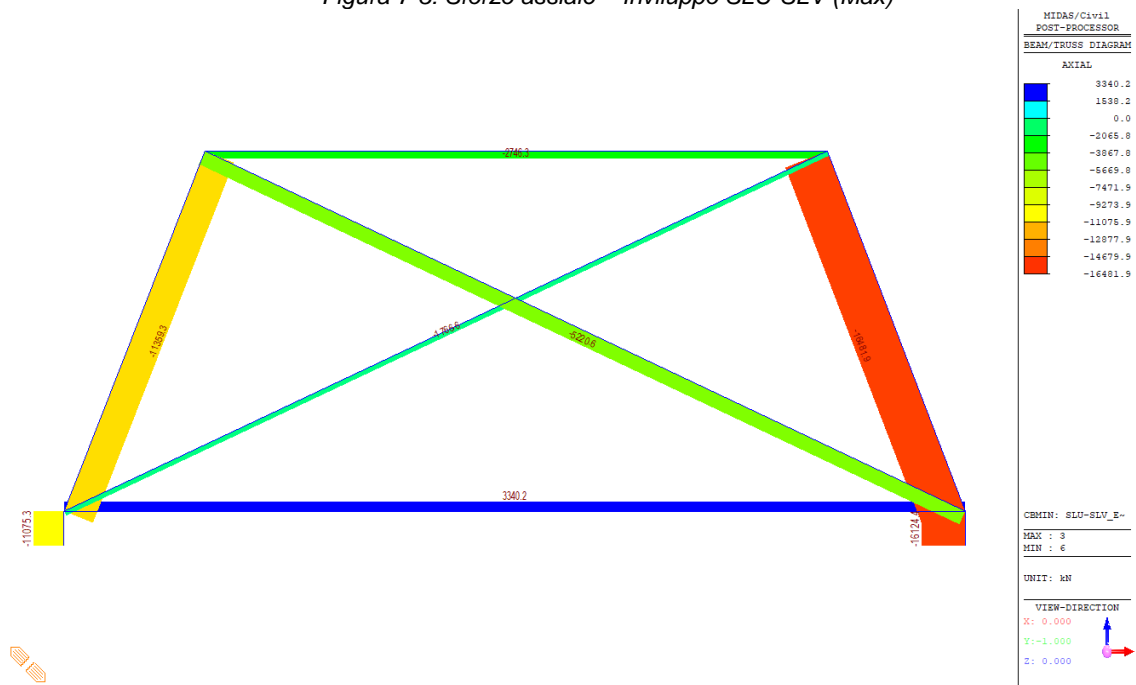


Figura 7-4: Sforzo assiale – Involuppo SLU-SLV (Min)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV11804002	B

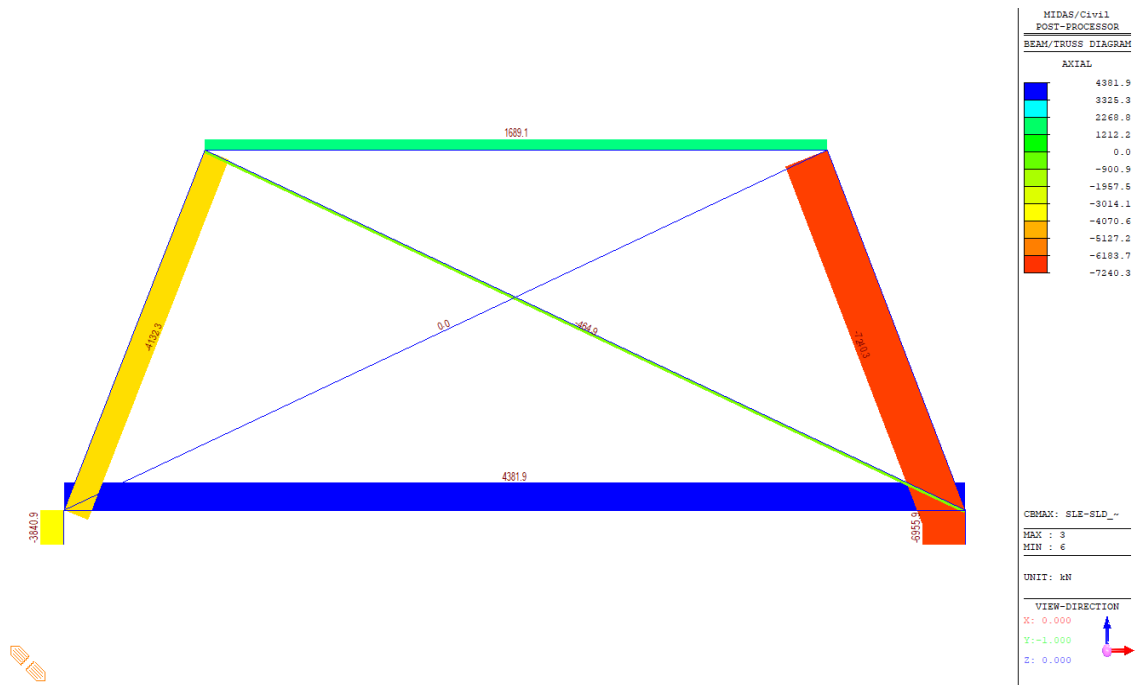


Figura 7-5: Sforzo assiale – Involuppo SLE Rara/SLD (Max)

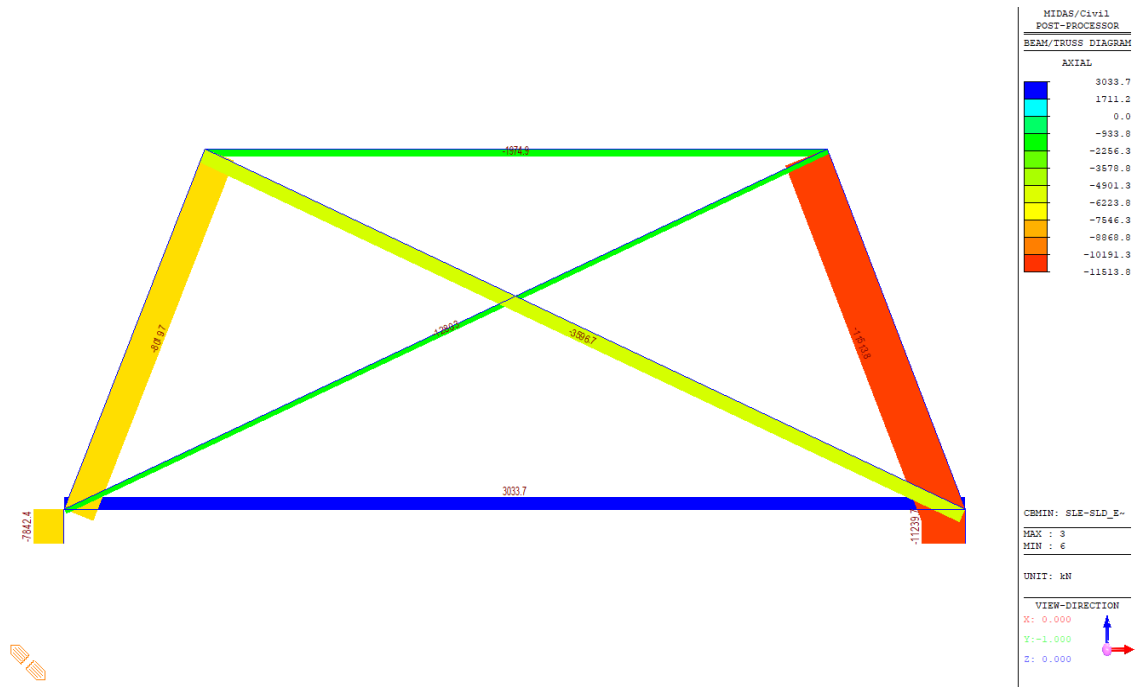


Figura 7-6: Sforzo assiale – Involuppo SLE Rara/SLD (Min)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804002	B

Si riportano nella tabella che segue gli sforzi di trazione massimi per gli involucri delle combinazioni SLU/SLV, SLE Rara/SLD, SLE Fessurazione, SLE Quasi Permanente.

	SLU/SLV	SLE Rara/SLD	SLE Fess	SLE Qp
Asta A3	6228	4382	3806	2931
Asta A4	3412	1689	-	-

Si riportano nella tabella che segue gli sforzi di compressione massimi per gli involucri delle combinazioni SLU/SLV, SLE Rara/SLD, SLE Fessurazione, SLE Quasi Permanente.

	SLU/SLV	SLE Rara/SLD	SLE Fess	SLE Qp
Asta A4	-2746	-1975	-1639	-1574
Asta A5	-11359	-8020	-6818	-5411
Asta A6	-16482	-11514	-9876	-6998

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804002				B

7.1.4 **Armatura longitudinale**

Armatura longitudinale inferiore: asta A3

Diametro ferro ϕ	20	mm
Passo s	200	mm
Numero di strati	2	
Numero di ferri per strato	44	
Area totale As	27646.02	mm ²

Armatura longitudinale superiore: asta A4

Diametro ferro ϕ	20	mm
Passo s	200	mm
Numero di strati	1	
Numero di ferri per strato	44	
Area totale As	13823.01	mm ²

7.1.5 **Verifica dei tiranti**

Le metodologie di verifica sono descritte nel dettaglio al par. 6.

7.1.5.1 Verifica SLU

Armatura longitudinale inferiore: asta A3

fyd	391.30	MPa	<i>Tensione di snervamento di progetto</i>
As	27646.02	mm ²	<i>Area totale ferri</i>
Trd	10818.01	kN	<i>Forza di trazione resistente</i>
Ted	6228.38	kN	<i>Forza di trazione di progetto</i>
Verifica	ok		
FS	1.74		<i>Fattore di sicurezza</i>

Armatura longitudinale superiore: asta A4

fyd	391.30	MPa	<i>Tensione di snervamento di progetto</i>
As	13823.01	mm ²	<i>Area totale ferri</i>
Trd	5409.00	kN	<i>Forza di trazione resistente</i>
Ted	3411.61	kN	<i>Forza di trazione di progetto</i>
Verifica	ok		
FS	1.59		<i>Fattore di sicurezza</i>

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804002				B

7.1.5.2 Verifica SLE: valori limite delle tensioni

La verifica tensionale viene riportata solo per la trazione massima in combinazione rara.

0.75 fyk	337.50	MPa	Limite tensionale dell'acciaio
Ted	4381.87	kN	Trazione di progetto (comb. Rara)
As	27646.02	mm ²	Area totale ferri
σs	158.50	MPa	Tensione acciaio

Verifica	ok	
Fs	2.13	Fattore di sicurezza

7.1.5.3 Verifica SLE: fessurazione

La verifica di fessurazione viene riportata solo per la trazione massima in combinazione rara (gruppo 4).

Ted	3805.55	kN	Azione di progetto (combinazione rara, gruppo 4)
-----	---------	----	--

Es	210000	MPa	Modulo elastico acciaio
Ecm	33345.8	MPa	Modulo elastico cls
fctm	3.02	MPa	Resistenza a trazione media cls
αe	6.30		Es/Ecm
kt	0.4		Fattore per la durata del carico

As	27646.0	mm ²	Area di acciaio teso
σs	137.7	MPa	Tensione nell'armatura tesa

h	2.2	m	Altezza pulvino
b	9.4	m	Larghezza pulvino direzione trasversale
c*	0.083	m	Distanza intradosso pulvino - asse tirante
d	2.117	m	Altezza utile
hc,ef	0.2075	m	Altezza dell'area efficace di cls teso
Ac,eff	1.95	m ²	Area efficace di cls teso attorno all'armatura
peff	0.014		Rapporto geometrico d'armatura

esm	0.00039	Deformazione unitaria media delle barre d'armatura
-----	---------	--

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

k1	0.8		<i>Barre ad aderenza migliorata</i>
k2	0.50		<i>Flessione</i>
k3	3.4		
k4	0.425		
c	0.05	m	<i>Ricoprimento dell'armatura</i>
φ	20	mm	<i>Diametro armatura</i>
Δsm	241.1	mm	<i>Distanza media tra le fessure</i>

wk	0.161	mm	<i>Ampiezza caratteristica delle fessure</i>
wmax	0.2	mm	<i>Ampiezza limite delle fessure</i>
FS	1.24		<i>Fattore di sicurezza</i>

7.1.6 Verifiche dei puntoni

Le metodologie di verifica sono descritte nel dettaglio al par. 6.

7.1.6.1 Verifica SLU

Viene riportata esclusivamente la verifica SLU del puntone compresso maggiormente sollecitato (asta A6). Il calcolo dettagliato della larghezza longitudinale del puntone oggetto della verifica è riportato nel par. 7.1.7. La tensione di progetto dei puntoni di cls con la presenza di tensioni trasversali di trazione, in accordo a quanto riportato nell'EC2, è pari a: $\sigma_{Rd,max} = 0.6 v' f_{cd}$.

Ned	-16481.94	kN	<i>Forza di compressione agente (comb. SLU/SLV)</i>
a	432.24	mm	<i>Larghezza direzione long.</i>
b	9400	mm	<i>Larghezza direzione trasv.</i>
A	4063084.07	mm ²	<i>Area puntone</i>
σc	4.06	MPa	<i>Tensione di compressione agente</i>
fcd	9.49	MPa	<i>Resistenza di progetto del cls</i>
Verifica	ok		
FS	2.34		<i>Fattore di sicurezza</i>

7.1.6.1 Verifica SLE: valori limite delle tensioni

Viene riportata esclusivamente la verifica SLE del puntone compresso maggiormente sollecitato (asta A6).

Il calcolo dettagliato della larghezza longitudinale del puntone oggetto della verifica è riportato nel par. 7.1.7.

a	432.24	mm	<i>Larghezza direzione long.</i>
b	9400	mm	<i>Larghezza direzione trasv.</i>
A	4063084.07	mm ²	<i>Area puntone</i>

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI1804002
				B

Ned	-11513.79	kN	<i>Forza di compressione agente (comb. Rara)</i>
σ_c	2.83	MPa	<i>Tensione di compressione agente</i>
0.55 fck	17.60	MPa	<i>Resistenza di progetto del cls</i>
Verifica	ok		
FS	6.21		<i>Fattore di sicurezza</i>

Ned	-6997.83	kN	<i>Forza di compressione agente (comb. Quasi Permanente)</i>
σ_c	1.72	MPa	<i>Tensione di compressione agente</i>
0.40 fck	12.80	MPa	<i>Resistenza di progetto del cls</i>
Verifica	ok		
FS	7.43		<i>Fattore di sicurezza</i>

7.1.7 Verifiche dei nodi

Nel modello piano longitudinale sono presenti le seguenti tipologie di nodi:

- Nodo 1 e 2: CCT (due puntoni e un tirante);
- Nodo 3 e 4: CCT o CCC (tre puntoni).

A titolo di esempio, viene di seguito riportata la verifica del nodo CCT più gravoso, ovvero la verifica del nodo N2.

Geometria nodo

c,netto	50	mm	<i>Copriferro netto</i>
ϕ_w	24	mm	<i>Diametro eventuale ferro altra direzione</i>
$\phi_{t,t}$	20	mm	<i>Diametro tirante</i>
c*	60	mm	<i>Distanza bordo pulvino - asse tirante inferiore (strato 1)</i>
i,v	24	mm	<i>Interferro verticale</i>
s	44	mm	<i>Distanza due strati di tiranti</i>
u	164	mm	<i>Spessore complessivo tirante</i>

L,nodo	9400	mm	<i>Profondità del nodo nell'altra direzione</i>
S	400	mm	<i>Larghezza pareti fusto pila</i>

	Inclinazione asta	Larghezza Long	Larghezza Trasv	Area nodo
Asta	θ (rad)	a (mm)	b (mm)	A (mm ²)
A6	1.20	432.24	9400	4063084.1
A8	0.44	317.78	9400	2987170.7
A2	1.57	400.00	9400	3760000

Verifica

Nodo 2						
Elemento	N (kN)	A (mm ²)	σ_c (MPa)	σ_{Rd} (MPa)	Verifica	γ_s
A6	-16481.9	4063084.068	4.06	13.44	ok	3.31
A2	-16124.4	3760000	4.29	13.44	ok	3.13

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA				
		Progetto	Lotto	Codifica					
		IN17	12	EI2CLVI1804002					B

7.1.8 Verifica della mensola verticale

Nel caso in cui l'allineamento fisso degli appoggi si trova lato impalcato a travi incorporate, la mensola verticale del pulvino è soggetta ad un'azione orizzontale, pari alla risultante del taglio nella direzione longitudinale del viadotto, agente all'estradosso del baggiolo.

I tagli longitudinali massimi per le varie combinazioni di verifica si possono ricavare dal par. 5 e sono riportati nella tabella che segue.

La forza di taglio T_{Ed} genera in corrispondenza della sezione di incastro della mensola, un momento flettente M_{Ed} pari a:

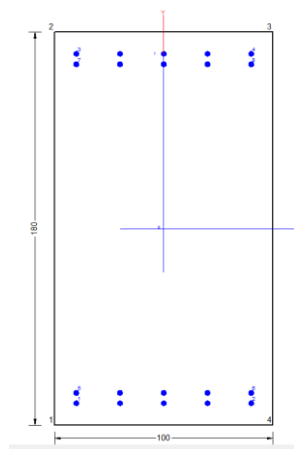
$$M_{Ed} = T_{Ed} \cdot (h_{mens} + h_{bagg})$$

h	1.65	m	Altezza della mensola + baggioli
Ltrasv	7	m	Larghezza della mensola in dir. trasv. In cui sono presenti gli app. fissi
Llong	1.8	m	Larghezza della mensola in direzione long.

f _{yd}	391.30	MPa
-----------------	--------	-----

	SLU/SLV	SLE/SLD	FESS	QP		
T _{ed}	6979	4705	1313	48	kN	Forza di taglio longitudinale complessiva (massima)
M _{ed}	11514.67	7762.92	2166.91	79.61	kNm	Momento alla base della mensola
Med	1645	1109	310	11	kNm/m	Momento alla base della mensola al metro lineare

Si dovrà quindi prevedere nella mensola verticale del pulvino un'armatura verticale costituita da due strati di $\phi 24/20$.



Le verifiche allo SLU flessionale e agli SLE di fessurazione e tensionale sono state effettuate mediante l'ausilio del programma RC-SEC. L'output di verifica è di seguito riportato.

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.
NOME FILE SEZIONE: Mensola pulvino Inc

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: Moderat. aggressive
Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
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
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:	33646.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.030 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	-50.0	-90.0
2	-50.0	90.0
3	50.0	90.0
4	50.0	-90.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	-80.0	24
2	40.0	-80.0	24
3	-40.0	80.0	24

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
		Progetto	Lotto	Codifica			
		IN17	12	EI2CLVI1804002			B

4	40.0	80.0	24
5	-40.0	-75.2	24
6	40.0	-75.2	24
7	-40.0	75.2	24
8	40.0	75.2	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	24
2	3	4	3	24
3	5	6	3	24
4	7	8	3	24

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	1645.00	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	1109.00	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	310.00 (1911.61)	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)		

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI1804002
				B

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	11.00 (1911.61)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.4 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) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	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	1645.00	0.00	2893.58	1.76	67.9(31.5)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.072	-50.0	90.0	0.00065	-40.0	80.0	-0.04496	-40.0	-80.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000285042	-0.022153823	0.072	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)

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI1804002
				B

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	3.06	-50.0	90.0	-160.9	20.0	-80.0	3038	45.2

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00087	0	0.500	24.0	88	0.00048 (0.00048)	573	0.277 (990.00)	1911.61	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	0.85	-50.0	90.0	-45.0	20.0	-80.0	3038	45.2

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	-0.00024	0	0.500	24.0	88	0.00013 (0.00013)	573	0.077 (0.20)	1911.61	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	0.03	-50.0	90.0	-1.6	20.0	-80.0	3038	45.2

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	-0.00001	0	0.500	24.0	88	0.00000 (0.00000)	573	0.003 (990.00)	1911.61	0.00

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

7.1.9 Verifica della mensola al di sotto del ritegno trasversale

Al di sotto del ritegno sismico trasversale lato impalcato a Travi incorporate, il pulvino presenta una mensola di dimensioni pari a 1.8m e 1.45m nelle direzioni longitudinale e trasversale e un'altezza pari a quella del pulvino (2.85m).

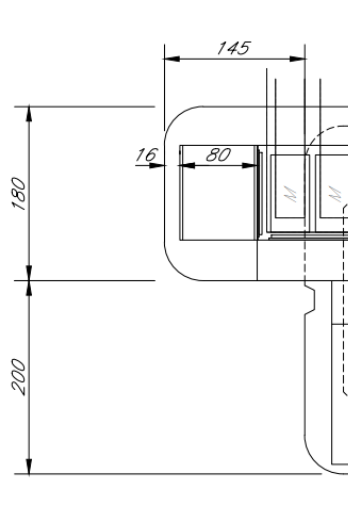


Figura 7-7: Geometria della mensola al di sotto del ritegno sismico trasversale lato Impalcato a Travi Incorporate

Si devono prevedere due strati di $\phi 26/20$ aggiuntivi superiori, in grado di contrastare l'azione sismica proveniente dal ritegno trasversale lato impalcato a Travi Incorporate, pari a 4267 kN, come si può dedurre dalle tabelle del par. 5.2.

T_{ed}	4267	kN	<i>Taglio di progetto del singolo ritegno trasversale</i>
f_{yd}	391.30	MPa	

$A_{s,min}$	10904.56	mm ²	<i>Area minima di acciaio necessaria</i>
-------------	----------	-----------------	--

ϕ	24	mm	<i>Diametro</i>
n per fila	8		<i>Numero di ferri per strato</i>
n file	1		<i>Numero di strati</i>
ϕ	26	mm	<i>Diametro</i>
n per fila	8		<i>Numero di ferri per strato</i>
n file	2		<i>Numero di strati</i>
A_s	12113.98	mm ²	
F_s	1.11		<i>Fattore di sicurezza</i>

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804002				B

7.2 Meccanismo in direzione trasversale lato impalcato C.A.P.

7.2.1 Caratteristiche geometriche

Il sistema considerato di bielle compresse e bielle tese viene evidenziato nella figura di seguito riportata. A favore di sicurezza, per la verifica del meccanismo trasversale lato impalcato in C.A.P. verrà considerata solo la metà pulvino (in senso longitudinale) con l'allineamento di appoggi fissi.

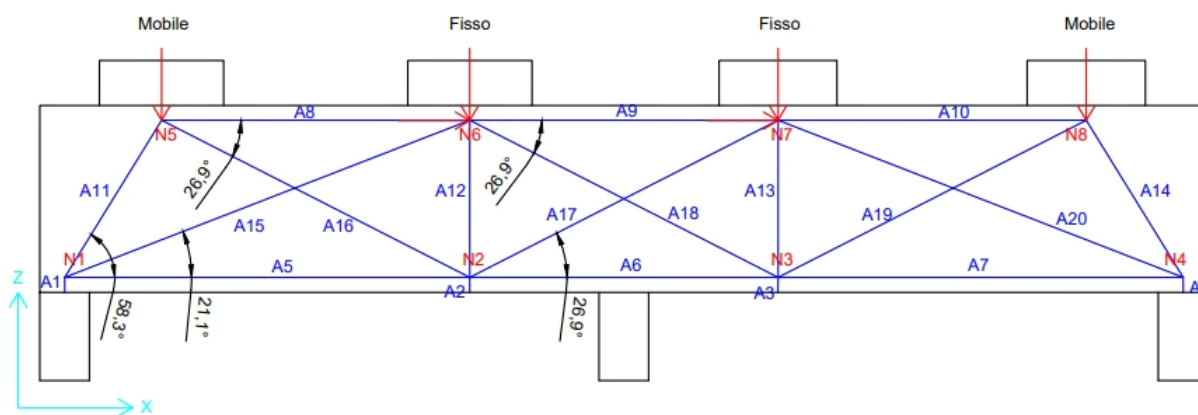


Figura 7-8: Modello a traliccio di puntoni e tiranti (direzione trasversale)

Altezza pulvino	H	1.5 m
Copriferro netto	c netto	0.05 m
Distanza baricentro tirante – estradosso pulvino	s	0.12 m
Larghezza pareti fusto pile	S	0.40 m
Distanza asse appoggi impalcato	D	2.48 m
Distanza longitudinale nodi 1-2	La	3.25 m
Distanza longitudinale nodi 2-3	Lb	2.48 m

7.2.1 Modellazione agli elementi finiti

La modellazione del traliccio di tiranti e puntoni è stata effettuata mediante il programma di calcolo agli elementi finiti Midas Civil.

Le aste A5-A6-A7-A8-A9-A10-A11-A12-A13-A14 sono state modellate mediante degli elementi di tipo "truss", reagenti quindi solo a sforzo assiale, sia di trazione che di compressione.

Le aste A15-A16-A17-A18-A19-A20 sono state invece modellate mediante degli elementi "only-compression", reagenti quindi esclusivamente a sforzo assiale di compressione. In tal modo è stata esclusa la presenza di sollecitazioni di trazione nella zona centrale del pulvino.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804002	B

Il traliccio è vincolato alla base, in corrispondenza dei nodi N1-N2-N3-N4, mediante dei vincoli di cerniera. Questi vincoli, per rendere non labile l'intero modello piano, sono realizzati mediante quattro elementi "beam" di rigidezza flessionale trascurabile, di lunghezza pari a $s=0.12$ m e incastrati alla base (elementi A1-A2-A3-A4).

Agli elementi "truss" e "only compression" è stata assegnata una sezione circolare con $R=0.1$ m. Agli elementi "beam" è stata assegnata la stessa sezione circolare, con una rigidezza flessionale abbattuta di un fattore $k1=0.0001$ ed una rigidezza assiale incrementata di $k2=100000$. In tal modo, in corrispondenza dei nodi N1, N2, N3 e N4 è stato riprodotto il vincolo di cerniera.

Si riporta di seguito una un prospetto del modello realizzato.

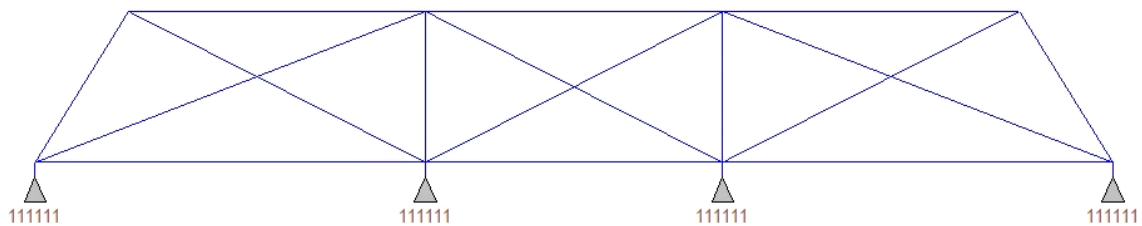


Figura 7-9: Prospetto del modello agli elementi finiti

Le azioni, descritte nel par. 5.1, sono state applicate mediante delle forze nodali in corrispondenza dei nodi N5, N6, N7 e N8. In particolar modo, per dimensionare le armature trasversali del pulvino lato impalcato in C.A.P., sono state prese a riferimento le azioni del pulvino tipologico C.A.P.-C.A.P.

7.2.2 Sollecitazioni

Si riportano a titolo di esempio alcuni dei diagrammi delle sollecitazioni ritenuti più significativi. Viene indicata come positiva la trazione e negativa la compressione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV11804002	B

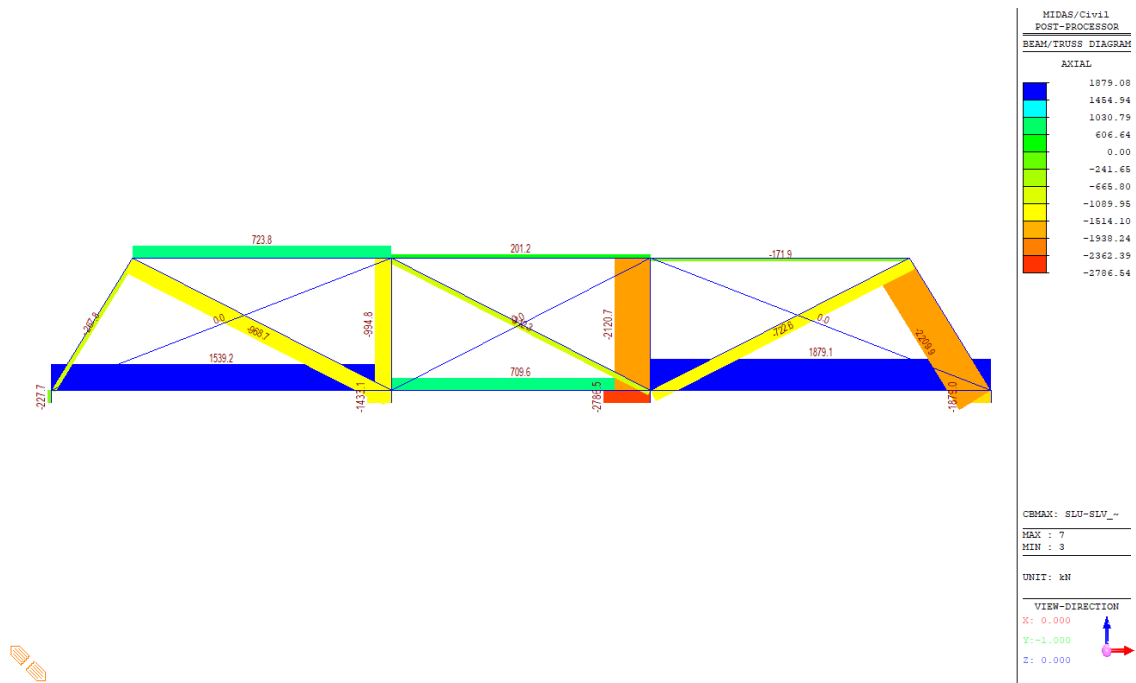


Figura 7-10: Sforzo assiale – Involuppo SLU-SLV (Max)

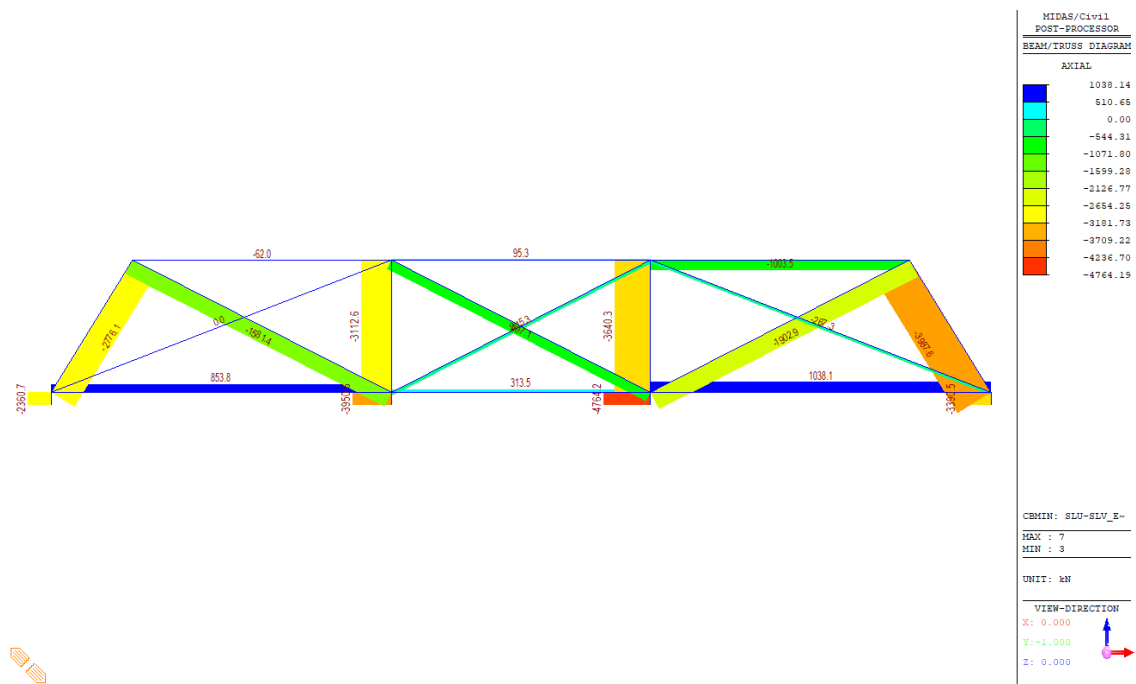


Figura 7-11: Sforzo assiale – Involuppo SLU-SLV (Min)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV11804002	B

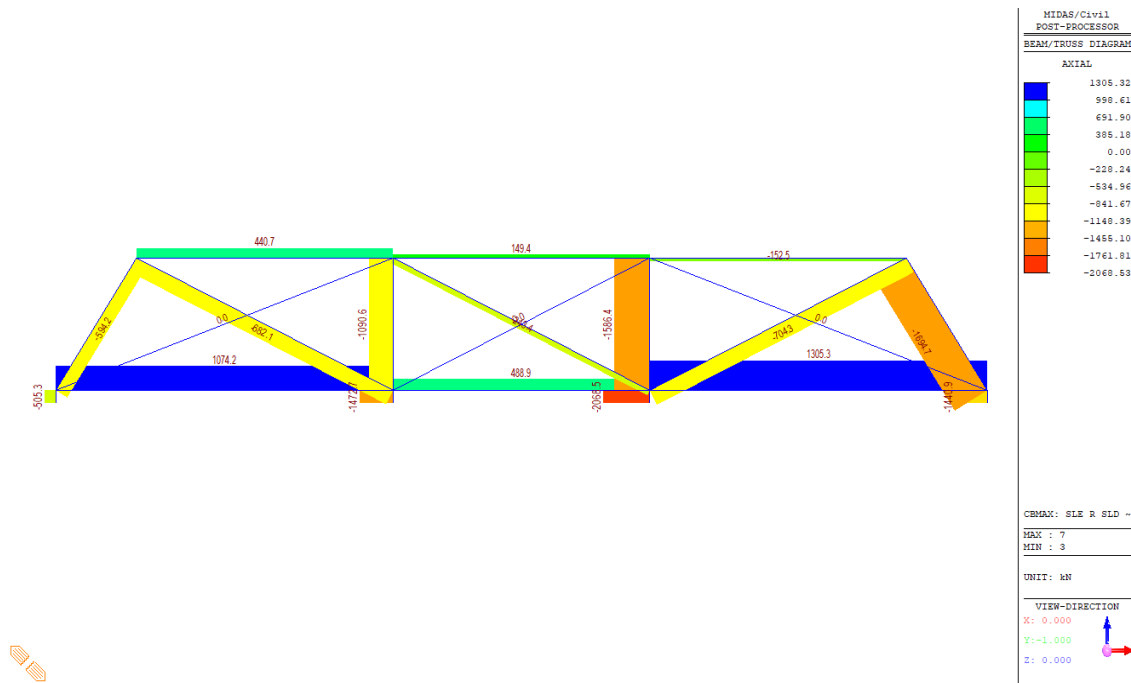


Figura 7-12: Sforzo assiale – Involuppo SLE Rara/SLD (Max)

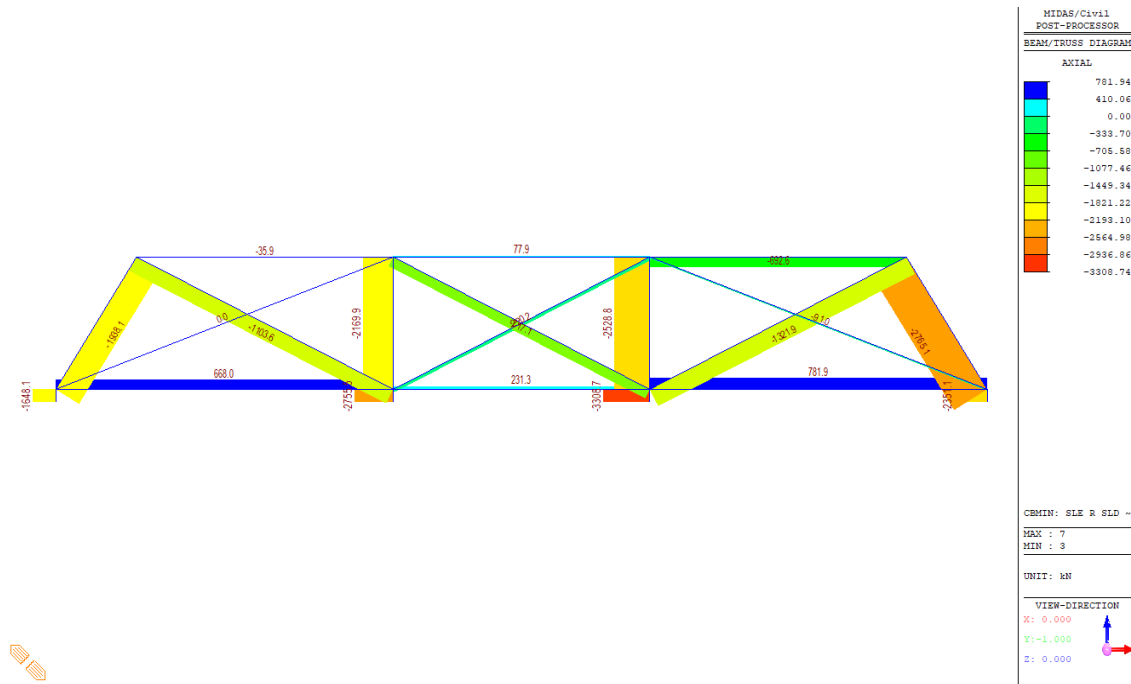


Figura 7-13: Sforzo assiale – Involuppo SLE Rara/SLD (Min)

Si riportano nella tabella che segue gli sforzi di trazione massimi per il tirante inferiore e superiore per gli involuppi delle combinazioni SLU/SLV, SLE Rara/SLD, SLE Fessurazione, SLE Quasi Permanente.

GENERAL CONTRACTOR			ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

	SLU/SLV	SLE Rara/SLD	SLE Fess	SLE Qp
Tirante inferiore	1879	1305	1122	705
Tirante superiore	724	441	116	93

Si riportano nella tabella che segue gli sforzi di compressione massimi nei montanti per gli involucri delle combinazioni SLU/SLV, SLE Rara/SLD, SLE Fessurazione, SLE Quasi Permanente.

	SLU/SLV	SLE Rara/SLD	SLE Fess	SLE Qp
Max Montanti A1-A2-A3-A4	-4764	-3309	-2838	-1799
Max Montanti A11-A12-A13-A14	-3988	-2765	-2304	-1393
Max Elementi Superiori A8-A9-A10	-1004	-693	-224	-56

7.2.3 *Armatura trasversale*

Armatura trasversale inferiore

Diametro ferro ϕ	24	mm
Passo s	200	mm
Numero di strati	2	
Numero di ferri per strato	9	
Area totale A_s	8143.01	mm ²

Armatura trasversale superiore

Diametro ferro ϕ	24	mm
Passo s	200	mm
Numero di strati	1	
Numero di ferri per strato	9	
Area totale A_s	4071.50	mm ²

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

7.2.4 Verifica dei tiranti

Le metodologie di verifica sono descritte nel dettaglio al par. 6.

7.2.4.1 Verifica SLU

Armatura trasversale inferiore

f_{yd}	391.30	MPa	Tensione di snervamento di progetto
A_s	8143.01	mm ²	Area totale ferri
T_{rd}	3186.39	kN	Forza di trazione resistente
T_{ed}	1879.08	kN	Forza di trazione di progetto
Verifica	ok		
FS	1.70		Fattore di sicurezza

Armatura trasversale superiore

f_{yd}	391.30	MPa	Tensione di snervamento di progetto
A_s	4071.50	mm ²	Area totale ferri
T_{rd}	1593.19	kN	Forza di trazione resistente
T_{ed}	723.76	kN	Forza di trazione di progetto
Verifica	ok		
FS	2.20		Fattore di sicurezza

7.2.4.2 Verifica SLE: valori limite delle tensioni

La verifica tensionale viene riportata solo per la trazione massima in combinazione rara.

$0.75 f_{yk}$	337.50	MPa	Limite tensionale dell'acciaio
T_{ed}	1305.32	kN	Trazione di progetto (comb. Rara)
A_s	8143.01	mm ²	Area totale ferri
σ_s	160.30	MPa	Tensione acciaio

Verifica	ok		
Fs	2.11		Fattore di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI1804002
				B

7.2.4.3 Verifica SLE: fessurazione

La verifica di fessurazione viene riportata solo per la trazione massima in combinazione rara (gruppo 4).

T_{ed}	1121.70	kN	Azione di progetto (combinazione rara, gruppo 4)
E_s	210000	MPa	Modulo elastico acciaio
E_{cm}	33345.8	MPa	Modulo elastico cls
f_{ctm}	3.02	MPa	Resistenza a trazione media cls
α_e	6.30		Es/Ecm
k_t	0.4		Fattore per la durata del carico
A_s	8143.0	mm ²	Area di acciaio teso
σ_s	137.7	MPa	Tensione nell'armatura tesa
h	1.5	m	Altezza pulvino
b	1.8	m	Metà larghezza pulvino direzione trasversale
c^*	0.105	m	Distanza intradosso pulvino - asse tirante
d	1.395	m	Altezza utile
$h_{c,ef}$	0.2625	m	Altezza dell'area efficace di cls teso
$A_{c,eff}$	0.47	m ²	Area efficace di cls teso attorno all'armatura
ρ_{eff}	0.017		Rapporto geometrico d'armatura
ϵ_{sm}	0.00039		Deformazione unitaria media delle barre d'armatura
k_1	0.8		Barre ad aderenza migliorata
ϵ_1	0.00066		Deformazione barre inferiori
ϵ_2	0.00014		Deformazione barre superiori
k_2	0.60		Trazione eccentrica
k_3	3.4		
k_4	0.425		
c	0.05	m	Ricoprimento dell'armatura
ϕ	24	mm	Diametro armatura
Δ_{sm}	268.1	mm	Distanza media tra le fessure
w_k	0.179	mm	Ampiezza caratteristica delle fessure
w_{max}	0.2	mm	Ampiezza limite delle fessure
FS	1.12		Fattore di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

7.2.5 Verifiche dei puntoni

Le metodologie di verifica sono descritte nel dettaglio al par. 6.

7.2.5.1 Verifica SLU

Viene riportata esclusivamente la verifica SLU del puntone compresso maggiormente sollecitato (asta A3). La tensione di progetto dei puntoni di cls con la presenza di tensioni trasversali di trazione, in accordo a quanto riportato nell'EC2, è pari a: $\sigma_{Rd,max} = 0.6 v' f_{cd}$.

N _{ed}	-4764.19	kN	Forza di compressione agente (comb. SLU/SLV)
a	400.0	mm	Larghezza direzione trasv.
b	1800	mm	Larghezza direzione long.
A	720000	mm ²	Area puntone
σ _c	6.62	MPa	Tensione di compressione agente
f _{cd}	9.49	MPa	Resistenza di progetto del cls
Verifica	ok		
FS	1.43		Fattore di sicurezza

7.2.5.2 Verifica SLE: valori limite delle tensioni

Viene riportata esclusivamente la verifica SLE del puntone compresso maggiormente sollecitato (asta A3).

a	400.0	mm	Larghezza direzione trasv.
b	1800	mm	Larghezza direzione long.
A	720000	mm ²	Area puntone

N _{ed}	-3308.74	kN	Forza di compressione agente (comb. Rara)
σ _c	4.60	MPa	Tensione di compressione agente
0.55 f _{ck}	17.60	MPa	Resistenza di progetto del cls
Verifica	ok		
FS	3.83		Fattore di sicurezza

N _{ed}	-1798.83	kN	Forza di compressione agente (comb. Quasi Permanente)
σ _c	2.50	MPa	Tensione di compressione agente
0.40 f _{ck}	12.80	MPa	Resistenza di progetto del cls
Verifica	ok		
FS	5.12		Fattore di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR			ALTA SORVEGLIANZA	
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

7.2.6 Verifiche dei nodi

Nel modello piano trasversale sono presenti le seguenti tipologie di nodi:

- Nodi 1-2-3-4: CCT (due puntoni e un tirante);
- Nodi 5-6-7-8: CCT o CCC (tre puntoni).

A titolo di esempio, vengono di seguito riportate le verifiche dei due nodi CCT più gravosi, ovvero il nodo N4 esterno e il nodo N3 interno.

Geometria nodo N4

c_{netto}	50	mm	Copriferro netto
ϕ_w	20	mm	Diametro eventuale ferro altra direzione
$\phi_{t,t}$	24	mm	Diametro tirante
c^*	82	mm	Distanza bordo pulvino - asse tirante inferiore (strato 1)
i_v	20	mm	Interferro verticale
s	44	mm	Distanza due strati di tiranti
u	208	mm	Spessore complessivo tirante

L_{nodo}	1800	mm	Profondità del nodo nell'altra direzione
S	400	mm	Larghezza pareti fusto pila

	Inclinazione asta	Larghezza Trasv	Larghezza Long	Area nodo
Asta	θ (rad)	a (mm)	b (mm)	A (mm ²)
A11 – A14	1.02	449.59	1800	809268.1
A15 – A20	0.37	338.21	1800	608776.56
A1- A4	1.57	400.00	1800	720000

Verifiche

Nodo 4						
Elemento	N (kN)	A (mm ²)	σ_c (MPa)	σ_{Rd} (MPa)	Verifica	γ_s
A14	-3987.57	809268.095	4.93	13.44	ok	2.73
A4	-3390.49	720000	4.71	13.44	ok	2.85

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804002	B

7.3 Meccanismo in direzione trasversale lato impalcato a Travi Incorporate

Il carico presente sul pulvino lato impalcato a Travi Incorporate si può considerare come un carico uniformemente distribuito che scarica direttamente all'interno del fusto pila, senza generare nessun particolare meccanismo tirante-puntone all'interno del pulvino.

Si prevede quindi la medesima armatura trasversale del pulvino lato impalcato in C.A.P., riportata al par. 7.2.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804002	B

7.4 Ritegni sismici

7.4.1 Ritegni sismici longitudinali

Il ritegno sismico longitudinale lato impalcato in C.A.P. ha un'altezza dall'estradosso dei baggioli di 0.45m, una larghezza media nella direzione longitudinale del ponte di 0.44m e una larghezza complessiva nella direzione trasversale di 8.84m.

Il ritegno sismico trasversale lato impalcato a Travi Incorporate ha un'altezza dall'estradosso dei baggioli di 0.40m, una larghezza media nella direzione longitudinale del ponte di 0.34m e una larghezza complessiva nella direzione trasversale di 10.38m.

Viene di seguito esplicitata solo la verifica del ritegno sismico longitudinale più critico, ovvero quello lato impalcato a Travi Incorporate.

L'azione sollecitante è ottenuta dal par. 5.2 ed è pari al taglio complessivo in direzione longitudinale in combinazione sismica:

$$V_{Ed} = 730.2 \cdot 12 = 8762 \text{ kN}$$

Le metodologie di verifica sono descritte nel dettaglio al par. 6.

Il ritegno lavora essenzialmente come un blocco monolitico, vista la disposizione dei cuscinetti, e le verifiche possono essere quindi effettuate considerando l'intera larghezza in direzione trasversale del ritegno.

Nelle figure che seguono è riportata la geometria dei ritegni longitudinali e lo schema di applicazione delle forze sismiche.

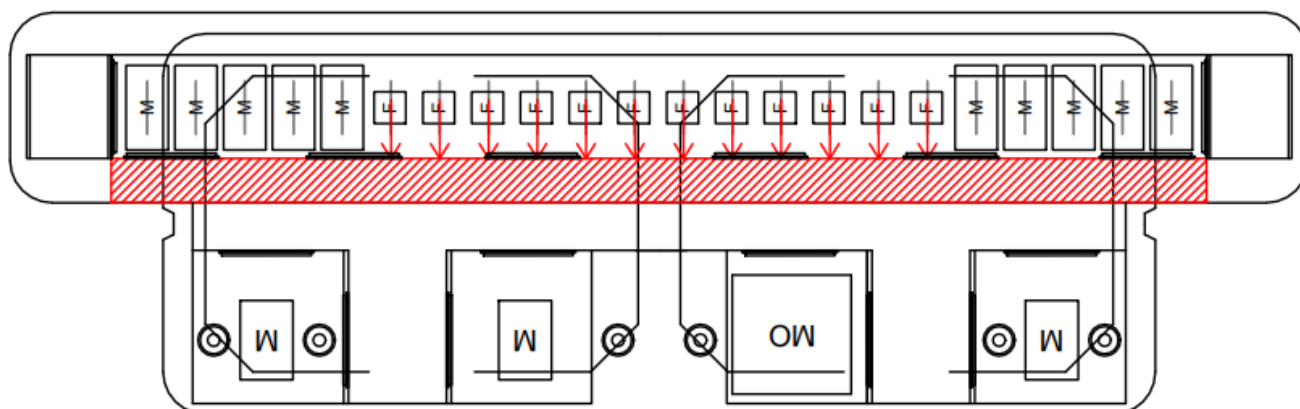


Figura 7-14: Schema di applicazione delle forze sul ritegno sismico longitudinale con appoggi fissi lato impalcato a Travi Incorporate (Pianta)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI1804002	B

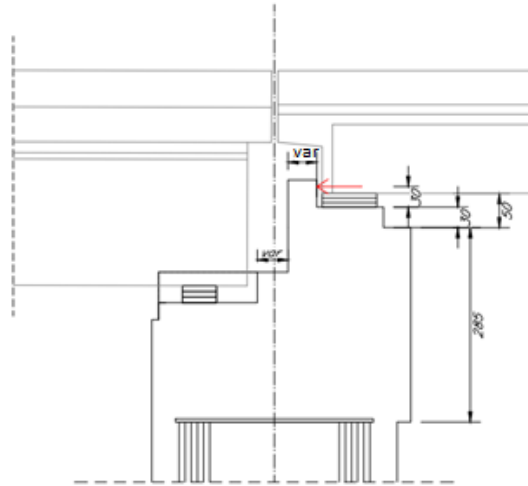


Figura 7-15: Schema di applicazione delle forze sul ritegno sismico longitudinale con appoggi fissi lato impalcato a Travi Incorporate (Prospetto)

L'armatura resistente a trazione del ritegno longitudinale lato impalcato a Travi Incorporate è costituita da un solo strato di $\phi 24$ passo 10 cm. Le verifiche sono esplicitate nelle tabelle che seguono.

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

Verifiche ritegno longitudinale – Lato impalcato Travi Incorporate

DATI DI INPUT

1) Resistenze materiali

Resistenza compressione cilindrica	fck	32	MPa
Resistenza di calcolo cls	fcd	18.13	MPa
Resistenza di calcolo acciaio	fyd	391.30	MPa

2) Carichi agenti

Carico verticale	Ped	8762	kN
Carico orizzontale	Hed	0	kN

3) Geometria della mensola

Altezza mensola	hc	340	mm
Lunghezza della mensola	lc	400	mm
Distanza di applicazione carico	a	300	mm
Profondità mensola	b	10380	mm
Copriferro netto	c netto	50	mm
Copriferro da asse tirante	c tir	62	mm
Altezza utile tirante superiore	d	278	mm
Braccio delle forze interne (0.9d)	z	250.2	mm
Proiezione orizzontale del puntone	l	355.6	mm
ctg Ψ	λ	1.421	
Inclinazione puntone	Ψ	0.613	rad

RESISTENZE E VERIFICHE

1) Tirante

Diametro dell'armatura principale	φ	24	mm
Numero di barre per strato	n strato	103	
Numero strati	strati	1	
Numero totale di barre	n tot	103	
Area barre	As	46596.1	mm ²

Passo	s	10	cm
Interferro orizzontale	ih	7.6	cm

Resistenza tirante	PRs	12828.91	kN
Verifica	PRs>Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fs	1.46	

2) Puntone e G.d.R.

In presenza di staffe c=1.5, altrimenti c=1	c	1.5	
Resistenza puntone	PRc	10385.99	kN
Verifica	PRc>Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fc	1.19	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

Gerarchia delle resistenze	PRc>PRs	Soddisfatta con il minimo di armatura necessario
----------------------------	---------	--

Verifiche a tranciamento

Verifica a tranciamento (Acciaio)

Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Area totale ferri	A _{s,tot}	93192.2	mm ²

Resistenza a tranciamento	V _{rd}	21053.95	kN
Verifica	V _{rd} >P _{ed}	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _s	2.40	

Verifica a tranciamento (Eurocodice 1992-1-1)

Coeff. 1	c	0.2	
Coeff. 2	μ	0.6	
Resistenza a trazione cls	f _{ctd}	1.41	MPa
Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Resistenza di calcolo cls	f _{cd}	18.13	MPa
Angolo inclinazione ferri	α	90	°
Coeff. 3	v	0.52	
Area totale ferri	A _s	93192	mm ²
Area totale cls	A _c	3525800	mm ²
As/Ac	ρ	0.026	
Resistenza di progetto	τ _{rd}	4.74	MPa
Tensione agente	τ _{ed}	2.48	MPa
Verifica	Verifica	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _s	1.91	

Verifica dell'armatura di frettaggio al di sotto del ritegno sismico longitudinale

Sono necessari 5 φ24 al metro lineare, per contrastare il taglio di progetto del ritegno sismico longitudinale.

V _{ed}	8762	kN	Taglio di progetto del ritegno longitudinale
L _{long}	10.37	m	Lunghezza ritegno longitudinale
V _{ed}	844.94	kN/m	Taglio di progetto al metro lineare
f _{yd}	391.30	MPa	Resistenza di calcolo acciaio
A _{s,min}	2159.28	mm ²	Area minima di acciaio necessaria
φ	24	mm	Diametro
n per fila	5		Numero di ferri per strato
n file	1		Numero di strati
A _s	2261.95	mm ²	
FS	1.05		Fattore di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV11804002	B

7.4.2 Ritegni sismici trasversali

Sono presenti quattro ritegni sismici trasversali, due lato impalcato in C.A.P. e due lato impalcato a Travi Incorporate.

Ognuno dei due ritegni sismici trasversali lato impalcato in C.A.P. presenta un'altezza dall'estradosso dei baggioli di 0.45 m, una larghezza nella direzione trasversale del ponte di 0.91 m e una larghezza nella direzione longitudinale di 1.43 m.

Ognuno dei due ritegni sismici trasversali lato impalcato a Travi Incorporate presenta invece un'altezza dall'estradosso dei baggioli di 0.40 m, una larghezza nella direzione trasversale del ponte di 0.97 m e una larghezza nella direzione longitudinale di 0.98 m.

La verifica è stata effettuata sia sul singolo ritegno trasversale lato impalcato in C.A.P., sia su quello lato impalcato a Travi Incorporate.

7.4.2.1 Ritegni sismici trasversali lato impalcato a Travi Incorporate

L'azione sollecitante per la verifica dei ritegni lato impalcato a Travi Incorporate è ottenuta dal par. 5.2 ed è pari al taglio trasversale in combinazione sismica degli appoggi fissi:

$$V_{Ed} = 355.6 \cdot 12 = 4267 \text{ kN}$$

Le metodologie di verifica sono descritte nel dettaglio al par. 6.

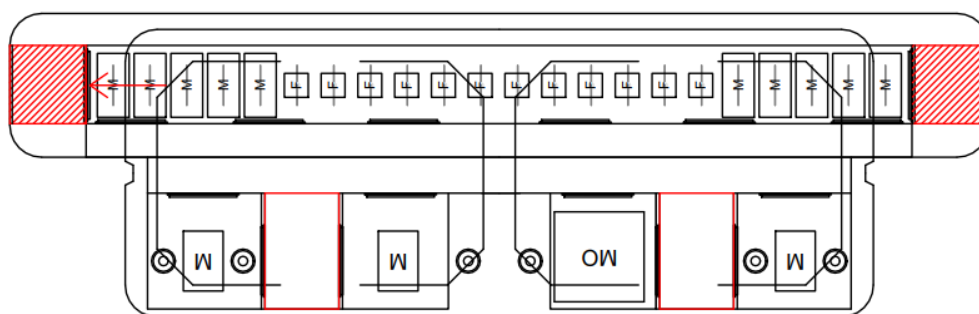


Figura 7-16: Schema di applicazione delle forze sul ritegno sismico trasversale (Pianta)

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
			GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI1804002
				B

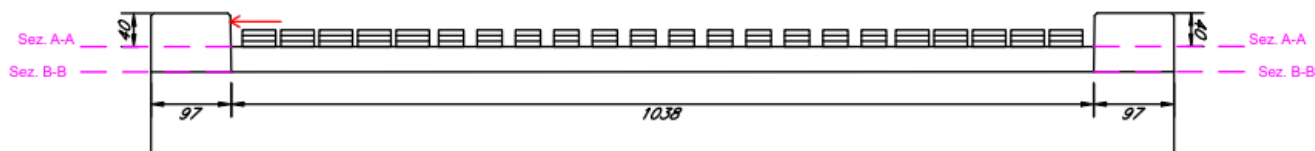


Figura 7-17: Schema di applicazione delle forze sul ritegno sismico trasversale (Prospetto)

L'armatura resistente a trazione dei ritegni sismici trasversali lato impalcato a Travi Incorporate è costituita da due strati di $\Phi 30$ passo 10 cm. Nelle tabelle che seguono sono esplicitate le verifiche del ritegno trasversale lato impalcato a Travi incorporate sia in corrispondenza della sezione ad estradosso baggiolo (Sez. A-A), sia in corrispondenza della sezione ad estradosso spalla (Sez. B-B).

Sez. A-A

DATI DI INPUT

1) Resistenze materiali

Resistenza compressione cilindrica	fck	32	MPa
Resistenza di calcolo cls	fcd	18.13	MPa
Resistenza di calcolo acciaio	fyd	391.30	MPa

2) Carichi agenti

Carico verticale	Ped	4267	kN
Carico orizzontale	Hed	0	kN

3) Geometria della mensola

Altezza mensola	hc	965	mm
Lunghezza della mensola	lc	400	mm
Distanza di applicazione carico	a	300	mm
Profondità mensola	b	980	mm
Copriferro netto	c netto	50	mm
Copriferro da asse tirante	c tir	95	mm
Altezza utile tirante superiore	d	870	mm
Braccio delle forze interne (0.9d)	z	783	mm
Proiezione orizzontale del puntone	l	474	mm
ctg Ψ	λ	0.605	
Inclinazione puntone	Ψ	1.026	rad

RESISTENZE E VERIFICHE

1) Tirante

Diametro dell'armatura principale	φ	30	mm
Numero di barre per strato	n strato	9	
Numero strati	strati	2	

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA				
	Progetto	Lotto	Codifica						
	IN17	12	E12CLVI1804002						B

Numero totale di barre	n tot	18		
Area barre	As	12723.45	mm ²	

Resistenza tirante	PRs	8224.38	kN
Verifica	PRs>Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fs	1.93	

2) Puntone e G.d.R.

In presenza di staffe $c=1.5$, altrimenti $c=1$	c	1.5	
Resistenza puntone	PRc	6788.53	kN
Verifica	PRc>Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fc	1.59	
Gerarchia delle resistenze	PRc>PRs	Soddisfatta con il minimo di armatura necessaria	

Sez. B-B

DATI DI INPUT

1) Resistenze materiali

Resistenza compressione cilindrica	fck	32	MPa
Resistenza di calcolo cls	fcd	18.13	MPa
Resistenza di calcolo acciaio	fyd	391.30	MPa

2) Carichi agenti

Carico verticale	Ped	4267	kN
Carico orizzontale	Hed	0	kN

3) Geometria della mensola

Altezza mensola	hc	965	mm
Lunghezza della mensola	lc	700	mm
Distanza di applicazione carico	a	600	mm
Profondità mensola	b	980	mm
Copriferro netto	c netto	50	mm
Copriferro da asse tirante	c tir	95	mm
Altezza utile tirante superiore	d	870	mm
Braccio delle forze interne ($0.9d$)	z	783	mm
Proiezione orizzontale del puntone	l	774	mm
ctg Ψ	λ	0.989	
Inclinazione puntone	Ψ	0.791	rad

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804002				B

RESISTENZE E VERIFICHE

1) Tirante

Diametro dell'armatura principale	φ	30	mm
Numero di barre per strato	n strato	9	
Numero strati	strati	2	
Numero totale di barre	n tot	18	
Area barre	As	12723.45	mm ²

Resistenza tirante	PRs	5036.63	kN
Verifica	PRs>Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fs	1.18	

2) Puntone e G.d.R.

In presenza di staffe $c=1.5$, altrimenti $c=1$	c	1.5	
Resistenza puntone	PRc	4691.76	kN
Verifica	PRc>Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fc	1.10	
Gerarchia delle resistenze	PRc>PRs	Soddisfatta con il minimo di armatura necessaria	

Verifiche a tranciamento

Nelle verifiche a tranciamento vengono considerati, oltre ai due strati di $\phi 30/10$, anche gli ulteriori 14 $\phi 20$ presenti sugli altri due lati di ogni singolo ritegno sismico trasversale.

Verifica a tranciamento (Acciaio)

Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Area totale ferri	As,tot	29845.13	mm ²

Resistenza a tranciamento	V _{rd}	6742.60	kN
Verifica	V _{rd} >Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fs	1.58	

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804002				B

Verifica a tranciamento (Eurocodice 1992-1-1)

Coeff. 1	c	0.2	
Coeff. 2	μ	0.6	
Resistenza a trazione cls	fctd	1.41	MPa
Resistenza di calcolo acciaio	fyd	391.30	MPa
Resistenza di calcolo cls	fcd	18.13	MPa
Angolo inclinazione ferri	α	90	°
Coeff. 3	v	0.52	
Area totale ferri	As	29845.13	mm ²
Area totale cls	Ac	945700	mm ²
As/Ac	ρ	0.032	
Resistenza di progetto	trd	7.69	MPa
Tensione agente	ted	4.51	MPa
Verifica	Verifica	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fs	1.70	

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

7.4.2.1 Ritegni sismici trasversali lato impalcato in C.A.P.

L'azione sollecitante per la verifica dei ritegni lato impalcato in C.A.P. è ottenuta dal par. 5.2 ed è pari al taglio trasversale in combinazione sismica degli appoggi fissi, ripartito tra i due ritegni.

$$V_{Ed} = \frac{4092}{2} = 2046 \text{ kN}$$

Le metodologie di verifica sono descritte nel dettaglio al par. 6.

L'armatura resistente a trazione dei ritegni sismici trasversali lato impalcato in C.A.P. è costituita da uno strato di $\Phi 22$ passo 10 cm. Nelle tabelle che seguono sono esplicitate le verifiche dei ritegni.

DATI DI INPUT

1) Resistenze materiali

<i>Resistenza compressione cilindrica</i>	fck	32	MPa
<i>Resistenza di calcolo cls</i>	fcd	18.13	MPa
<i>Resistenza di calcolo acciaio</i>	fyd	391.30	MPa

2) Carichi agenti

<i>Carico verticale</i>	Ped	2046	kN
<i>Carico orizzontale</i>	Hed	0	kN

3) Geometria della mensola

<i>Altezza mensola</i>	hc	910	mm
<i>Lunghezza della mensola</i>	lc	450	mm
<i>Distanza di applicazione carico</i>	a	350	mm
<i>Profondità mensola</i>	b	1430	mm
<i>Copriferro netto</i>	c netto	50	mm
<i>Copriferro da asse tirante</i>	c tir	61	mm
<i>Altezza utile tirante superiore</i>	d	849	mm
<i>Braccio delle forze interne (0.9d)</i>	z	764.1	mm
<i>Proiezione orizzontale del puntone</i>	l	519.8	mm
<i>ctg Ψ</i>	λ	0.680	
<i>Inclinazione puntone</i>	Ψ	0.973	rad

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica					
	IN17	12	E12CLVI1804002					B

RESISTENZE E VERIFICHE

1) Tirante

<i>Diametro dell'armatura principale</i>	φ	22	mm
<i>Numero di barre per strato</i>	n strato	13	
<i>Numero strati</i>	strati	1	
<i>Numero totale di barre</i>	n tot	13	
<i>Area barre</i>	As	4941.73	mm ²

<i>Passo</i>	s	10	cm
<i>Interfero orizzontale</i>	ih	7.8	cm

<i>Resistenza tirante</i>	PRs	2842.54	kN
<i>Verifica</i>	PRs>Ped	ok	
<i>Coefficiente di sicurezza</i>	Fs	1.39	

2) Puntone e G.d.R.

<i>In presenza di staffe c=1.5, altrimenti c=1</i>	c	1.5	
<i>Resistenza puntone</i>	PRc	9030.14	kN
<i>Verifica</i>	PRc>Ped	ok	
<i>Coefficiente di sicurezza</i>	Fc	4.41	
<i>Gerarchia delle resistenze</i>	PRc>PRs	ok	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

Verifiche a tranciamento

Verifica a tranciamento (Acciaio)

Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Area totale ferri	A _{s,tot}	9883.45	mm ²

Resistenza a tranciamento	V _{rd}	2232.87	kN
Verifica	V _{rd} >P _{ed}	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _s	1.09	

Verifica a tranciamento (Eurocodice 1992-1-1)

Coeff. 1	c	0.2	
Coeff. 2	μ	0.6	
Resistenza a trazione cls	f _{ctd}	1.41	MPa
Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Resistenza di calcolo cls	f _{cd}	18.13	MPa
Angolo inclinazione ferri	α	90	°
Coeff. 3	v	0.52	
Area totale ferri	A _s	9883.45	mm ²
Area totale cls	A _c	1301300	mm ²
As/Ac	ρ	0.008	
Resistenza di progetto	τ _{rd}	2.07	MPa
Tensione agente	τ _{ed}	1.57	MPa
Verifica	Verifica	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _s	1.31	

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA				
		Progetto	Lotto	Codifica					
		IN17	12	EI2CLVI1804002					B

7.5 Baggioli

Le sollecitazioni maggiormente gravose con le quali dimensionare le armature dei baggioli sono ricavate a partire dagli scarichi degli impalcati, riportati al par. 5.2.

Le metodologie di verifica sono descritte nel dettaglio al par. 6.

7.5.1 *Baggiolo lato impalcato a travi incorporate*

Verifiche a tranciamento

Nel baggiolo sottostante l'impalcato a Travi Incorporate è necessario disporre dei ferri verticali $\phi 20$ passo 10 cm, per soddisfare le verifiche a tranciamento descritte al par. 6.

Il taglio di progetto è il massimo taglio risultante in combinazione sismica, considerando l'allineamento degli appoggi fissi. È pari a:

$$V_{Ed} = T_{ris} = \max \left\{ \begin{array}{l} \sqrt{T_{long}^2 + (0.3 \cdot T_{trasv})^2} \\ \sqrt{T_{trasv}^2 + (0.3 \cdot T_{long})^2} \end{array} \right\}$$

	Fisso	Uni Long
V_{long}	8762	0
V_{trasv}	4267	4267
V_{ris}	8855	4267

Nel caso in esame, il taglio di progetto è pari a: $V_{Ed} = 8855 \text{ kN}$. Esso si considera agente su una larghezza collaborante pari a 5.5m.

ϕ	22	mm	Diametro ferri
n strato strati	55		Numero di ferri per strato
	2		Numero di strati
n tot	110		Numero di ferri totali (sui 4 lati del baggiolo)
As	41814.6	mm ²	Area totale dei ferri baggiolo

Verifica a tranciamento (Acciaio)

Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Area totale ferri	As,tot	41814.6	mm ²
Resistenza a tranciamento	V _{rd}	9446.74	kN
Taglio agente	V _{ed}	8855.42	kN
Verifica	V _{rd} >V _{ed}	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _s	1.07	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

Verifica a tranciamento (Eurocodice 1992-1-1)

Coeff. 1	c	0.2	
Coeff. 2	μ	0.6	
Resistenza a trazione cls	fctd	1.41	MPa
Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Resistenza di calcolo cls	f _{cd}	18.13	MPa
Angolo inclinazione ferri	α	90	°
Coeff. 3	v	0.52	
Area totale ferri	A _s	41814.6	mm ²
Area totale cls	A _c	10162600	mm ²
As/Ac	ρ	0.004	
Resistenza di progetto	trd	1.25	MPa
Tensione agente	ted	0.87	MPa
Verifica	Verifica	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _s	1.43	

Verifica a compressione del cls

L'azione sollecitante è data massimo sforzo assiale sull'apparecchio d'appoggio multidirezionale più esterno, pari a 727 kN.

Verifica pressioni localizzate: compressione ultima (EC2 par. 6.7)

b1	0.4	mm	Larghezza appoggio multidirezionale trasv	b2 < 3 b1	ok
d1	0.8	mm	Larghezza appoggio multidirezionale long	d2 < 3 d1	ok
h	0.30	mm	Altezza baggiolo		
b2	0.462	mm	Larghezza area diffusione direzione trasv		
d2	0.98	mm	Larghezza area diffusione direzione long		
Ac,0	0.32	mm ²	Area caricata		
Ac,1	0.45	mm ²	Area di massima diffusione del carico		
f _{cd}	18.13	MPa	Resistenza cilindrica di progetto		
Fr,du	6902.2	kN	Forza di compressione ultima		
Fr,du/2	3451.1	kN	Forza di compressione ultima dimezzata		
Ned	727	kN	Sforzo di compressione massimo		
Verifica	ok				
F _t	4.75		Coefficiente di sicurezza		

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA				
		Progetto	Lotto	Codifica					
		IN17	12	EI2CLVI1804002					B

7.5.1 *Baggiolo lato impalcato in C.A.P.*

Verifiche a tranciamento

Sui baggioli degli appoggi fissi e unidirezionali longitudinali lato impalcato in C.A.P. è necessario disporre dei ferri verticali $\phi 26$ passo 10 cm, con un numero totale di braccia pari a 48, per soddisfare le verifiche a tranciamento descritte al par. 6.

Il taglio di progetto è il massimo taglio risultante in combinazione sismica, agente sui baggioli degli apparecchi d'appoggio fissi e unidirezionali. È pari a:

$$V_{Ed} = T_{ris} = \max \left\{ \begin{array}{l} \sqrt{T_{long}^2 + (0.3 \cdot T_{trasv})^2} \\ \sqrt{T_{trasv}^2 + (0.3 \cdot T_{long})^2} \end{array} \right\}$$

	Fisso	Uni Long
V_{long}	3513	0
V_{trasv}	3551	4092
V_{ris}	3704.1	4092

Nel caso in esame, il taglio di progetto è pari a: $V_{Ed} = 4092 \text{ kN}$.

Verifica a tranciamento (Acciaio)

<i>Resistenza di calcolo acciaio</i>	f _{yd}	391.30	MPa
<i>Area totale ferri</i>	A _{s,tot}	25484.6	mm ²
<i>Resistenza a tranciamento</i>	V _{rd}	5757.5	kN
<i>Taglio agente</i>	V _{ed}	4092	kN
<i>Verifica</i>	V _{rd} >V _{ed}	ok	
<i>Coefficiente di sicurezza</i>	F _s	1.41	

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804002				B

Verifica a tranciamento (Eurocodice 1992-1-1)

Coeff. 1	c	0.2	
Coeff. 2	μ	0.6	
Resistenza a trazione cls	fctd	1.41	MPa
Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Resistenza di calcolo cls	f _{cd}	18.13	MPa
Angolo inclinazione ferri	α	90	°
Coeff. 3	v	0.52	
Area totale ferri	A _s	25484.6	mm ²
Area totale cls	A _c	1911300	mm ²
As/Ac	ρ	0.013	
Resistenza di progetto	trd	3.41	MPa
Tensione agente	ted	2.14	MPa
Verifica	Verifica	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _s	1.59	

Verifica a compressione del cls

L'azione sollecitante è data dal massimo sforzo assiale sull'apparecchio d'appoggio multidirezionale più esterno, pari a 4623 kN.

Verifica pressioni localizzate: compressione ultima (EC2 par. 6.7)

b1	0.5	mm	Larghezza appoggio multidirezionale trasv
d1	0.75	mm	Larghezza appoggio multidirezionale long
h	0.25	mm	Altezza baggiolo

b2 < 3 b1	ok
d2 < 3 d1	ok

b2	0.75	mm	Larghezza area diffusione direzione trasv
d2	1	mm	Larghezza area diffusione direzione long

A _{c,0}	0.375	mm ²	Area caricata
A _{c,1}	0.75	mm ²	Area di massima diffusione del carico

f _{cd}	18.13	MPa	Resistenza cilindrica di progetto
F _{r,du}	9616.7	kN	Forza di compressione ultima

F _{r,du} *2/3	6411.10	kN	Forza di compressione ultima ridotta
N _{ed}	4623	kN	Sforzo di compressione massimo

Verifica	ok	
F _t	1.39	Coefficiente di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804002				B

Verifica dell'armatura di confinamento del cls

Il massimo sforzo di compressione riscontrato in corrispondenza dell'apparecchio d'appoggio multidirezionale più esterno è pari a 4623 kN.

Risultano verificati 1 strato di $\phi 16$ a 2 bracci + 2 strati di $\phi 20$ a 4 bracci, i quali forniscono una resistenza al confinamento pari a: $N_{Rd} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{v}$.

Verifica confinamento

ϕ_w	20	mm	<i>Diametro staffe</i>
nbr	4		<i>Numero braccia</i>
nstr	2		<i>Numero strati</i>
Aw	2513.27	mm ²	<i>Area staffe</i>

ϕ_w	16	mm
nbr	2	
nstr	1	
Aw	402.12	mm ²

Nrd	5704.0	kN	<i>Forza resistente di progetto</i>
Ned	4623	kN	<i>Sforzo di compressione massimo</i>
Verifica Ft	ok		
	1.23		

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804002	B

8 VERIFICA DELLE PREDALLES

La funzione delle predalles è quella di consentire il getto del pulvino al di sopra del fusto pila, dato che ad esso è stata assegnata una sezione cava: Le predalles sono dunque delle lastre prefabbricate appoggiate in sommità del fusto della pila. Sono soggette alle sollecitazioni dovute al peso proprio del calcestruzzo della prima fase di getto del pulvino non ancora reagente e al peso proprio della predalle stessa. L'altezza di getto del pulvino è pari a 0.40 m.

Le caratteristiche delle predalles sono riportate nelle immagini sottostanti.

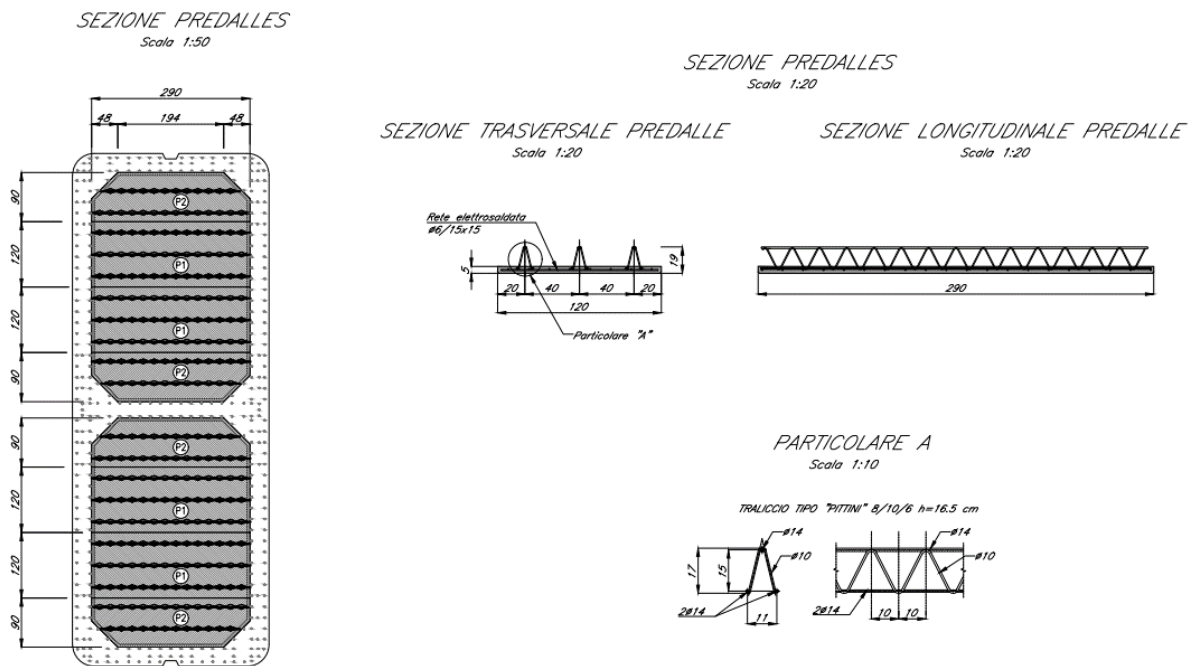


Figura 18: Predalles per getto del pulvino

Sono di seguito riportate le verifiche di resistenza a trazione, a compressione e di instabilità a compressione dei vari correnti dei tralci delle predalles.

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804002				B

CARATTERISTICHE DELLE PREDALLE PREFABBRICATE

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo C35/45

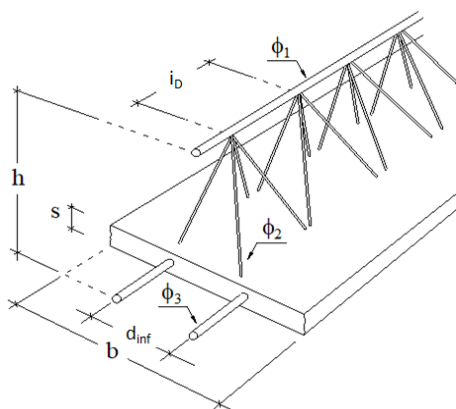
Peso proprio	γ_c	25	[kN/m ³]
Res. cubica car.	R_{ck}	45.0	[MPa]
Res. cilindrica car.	f_{ck}	35.0	[MPa]
Coeff. sicurezza	γ_M	1.50	[-]

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	[MPa]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Dimensione lastra	b	1200	[mm]
Spessore coppella	s	50	[mm]
n° tralici per predalla	n	3	[-]
Interasse tralici	i_T	400	[mm]
Altezza tralici	h	190	[mm]
Base fuoritutto traliccio	d_{inf}	110	[mm]
Interasse diagonali	i_D	200	[mm]
Interasse ferri inferiori	i_{inf}	96	[mm]
Braccio interno forze	z	176	[mm]
Angolo in sezione staffe	α	15.3	[°]
Angolo in profilo staffe	β	29.6	[°]



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	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]

BARRE INCLINATE

Diametro barra	Φ_2	10	[mm]
Area sezione barra	A	79	[mm ²]
Inerzia sezione barra	J	491	[mm ⁴]
Coefficiente di vincolo	β	0.70	[-]
Luce libera inflessione	L_0	147	[mm]
Carico critico	N_{cr}	47.2	[kN]
Snellezza adim.	λ	0.866	[-]
Coefficiente ϕ	ϕ	1.038	[-]
Coeff. di instabilità	χ	0.621	[-]
Res. a trazione	$N_{c,Rd}$	30.7	[kN]
Res. a compressione	$N_{b,Rd}$	19.1	[kN]

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804002				B

ANALISI DEI CARICHI ED EFFETTI LOCALI

<i>Interasse travi</i>	L	2.800	[m]	<i>PP predalla</i>	G1pred	1.50	[kN/m]
<i>Appoggio predalle</i>	c	50	[mm]	<i>PP getto campata</i>	G1sol,camp	8.75	[kN/m]
<i>Spessore getto campata</i>	Hgetto	400	[mm]				
				<i>Coeff. parziale G1</i>	γ_{G1}	1.35	[-]
				<i>Coeff. parziale Q</i>	γ_Q	1.50	[-]

VERIFICHE DEL TRALICCIO IN FASE DI GETTO

<i>Luce di calcolo campata</i>	L_c	2.85	[m]
Momento in appoggio			
<i>PP predalla</i>	$M_{g1,pred}$	1.52	[kNm]
<i>PP getto campata</i>	M_{g1}	10.15	[kNm]
<i>SLU</i>	M_{slu}	15.76	[kNm]
<i>SLU singolo traliccio</i>	M_{slu}	6.31	[kNm]
Taglio in appoggio			
<i>PP predalla</i>	$V_{g1,pred}$	2.14	[kN]
<i>PP getto campata</i>	V_{g1}	14.25	[kN]
<i>SLU</i>	V_{slu}	22.12	[kN]
<i>SLU singolo traliccio</i>	V_{slu}	8.85	[kN]

<i>Assiale corrente sup.</i>	$N_{Ed,sup}$	-35.8	[kN]
<i>(instabilità)</i>	$N_{Rd,sup}$	-38.3	[kN]
	η	0.94	[-] Ok

<i>Assiale corrente inf.</i>	$N_{Ed,inf}$	17.9	[kN]
<i>(resistenza trazione)</i>	$N_{Rd,inf}$	60.2	[kN]
	η	0.30	[-] Ok

<i>Assiale sul diagonale</i>	$N_{Ed,diag}$	-5.3	[kN]
<i>(instabilità)</i>	$N_{Rd,diag}$	-19.1	[kN]
	η	0.28	[-] Ok

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA				
		Progetto	Lotto	Codifica					
		IN17	12	EI2CLVI1804002					B

Verifica di fase II – Getto di completamento dei pulvini

Geometria sezione

H	0.4	m	Altezza sezione resistente
B	1.2	m	Larghezza sezione resistente

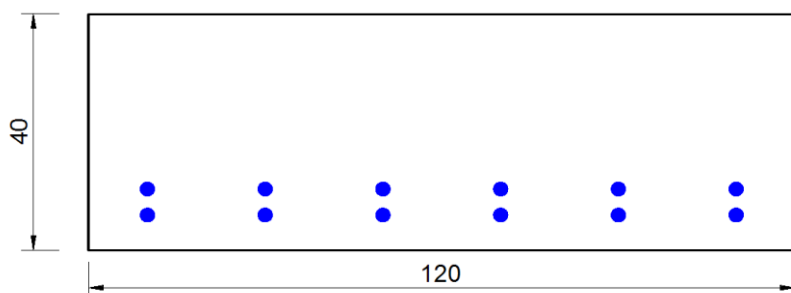
Azioni - Getto di completamento del cls

Hgetto	1.1	m	Altezza del getto di cls di fase 2
B	1.2	m	Larghezza del getto di cls di fase 2
PP getto fase 2	33	kN/m	Peso al metro lineare del getto di cls di fase 2
Lc	2.85	m	Luce di calcolo campata
M,pp getto fase 2	33.51	kNm/m	Momento in mezzeria
T,pp getto fase 2	47.03	kN/m	Taglio appoggio
$\gamma G1$	1.35		Coeff. Sicurezza SLU
M SLU, pp getto fase 2	45.23	kNm/m	Momento in mezzeria SLU
T SLU, pp getto fase 2	63.48	kN/m	Taglio appoggio SLU

Armatura

φ	20	mm
Passo	20	cm
Strati	2	

La verifica della sezione resistente nella fase di getto di completamento dei pulvini è stata effettuata mediante l'uso di RCSEC ed è di seguito riportata.



DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: Pulvino_Fase 2 Getto

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:	Moderat. aggressive

GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA			
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI1804002	B

Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	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:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.02 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.2 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.2 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 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:	360.00 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	120.0	40.0
2	120.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	40.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	110.0	10.4	20.0
2	90.0	10.4	20.0
3	70.0	10.4	20.0
4	50.0	10.4	20.0
5	30.0	10.4	20.0
6	10.0	10.4	20.0
7	110.0	6.0	20.0
8	90.0	6.0	20.0
9	70.0	6.0	20.0
10	50.0	6.0	20.0
11	30.0	6.0	20.0
12	10.0	6.0	20.0

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI1804002				B

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	45.23	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	33.50	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	33.50 (114.83)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.4 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)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	45.23	0.00	417.66	9.23	37.7(8.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI1804002	B

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	0.246	120.0	40.0	-0.00887	30.0	10.4	-0.01071	110.0	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000417944	-0.013217748	0.246	0.748

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 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	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.53	120.0	40.0	-35.9	10.0	6.0	1080	18.8

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
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	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica [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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00023	0.00000	0.500	20.0	50	0.00011 (0.00011)	365	0.039 (990.00)	114.83	0.00

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

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
		Progetto	Lotto	Codifica			
		IN17	12	EI2CLVI1804002	B		

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.53	120.0	40.0	-35.9	10.0	6.0	1080	18.8

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00023	0.00000	0.500	20.0	50	0.00011 (0.00011)	365	0.039 (0.30)	114.83	0.00

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI1804002	B

9 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, trattandosi di uno schema a trave reticolare.