

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
PONTE SUL DEVIATORE DEL CANALE DUCALE DAL Km 16+496,1 AL Km 16+518,1
SPALLE
Relazione di calcolo baggioli e ritegni**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 Data:	Consortio 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	CL	V I 0 4 0 6	0 0 3	B	-	-	-	P - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing. Alberto LEVORATO 	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Ott.2021	M.Proietti 	Ott.2021	G.Grimaldi 	Ott.2021	
B	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISVI0400001B	E.d.in	Ott.2022	M. Proietti 	Ott.2022	G. Grimaldi 	Ott.2022	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2CLVI0406003B
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifia IN1712EI2CLVI0406003	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 ritegni e baggioli.....	5
3.2	Acciaio per barre di armatura	5
3.3	Stati limite	6
3.3.1	Stati limite ultimi	6
4	DESCRIZIONE DELL'OPERA	7
4.1	Sistemi di riferimento ed unità di misura.....	12
5	AZIONI DI PROGETTO.....	13
6	RITEGNI SISMICI.....	14
6.1	Ritegno sismico longitudinale	14
6.1.1	Verifica secondo il modello di mensola tozza	14
6.1.2	Verifica a tranciamento	17
6.2	Ritegno sismico trasversale.....	18
6.2.1	Verifica secondo il modello di mensola tozza.....	18
6.2.2	Verifica a tranciamento	22
6.2.1	Verifica dell'armatura di frettaggio al di sotto del ritegno sismico trasversale	23
7	BAGGIOLI.....	24
7.1	Verifica a tranciamento	24
7.2	Verifica a compressione del cls	25

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712EI2CLVI0406003	B

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento dei ritegni sismici e dei baggioli del *Ponte sul Deviatore del Canale Ducale – VI04*, che si inserisce nell'ambito della progettazione esecutiva del collegamento della linea AV/AC Verona-Padova.

Il viadotto è costituito da un solo impalcato a travi incorporate di luce pari a 22.0 m.

Tale relazione si ritiene valida sia per i ritegni sismici e il baggiolo della spalla fissa A, sia per quelli della spalla mobile B.

Il dimensionamento e la verifica degli elementi sopra riportati sono condotti secondo il metodo agli Stati Limite (S.L.).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712EI2CLVI0406003	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:

- IN1710EI2CLVI0005012A: Relazione di calcolo impalcato a travi incorporate $i=4.5m$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712EI2CLVI0406003	B

3 MATERIALI

3.1 Calcestruzzo per 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		

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifia IN1712EI2CLVI0406003	B

$\gamma_s =$	1,15	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$	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])

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:

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifia IN1712E12CLVI0406003	B

4 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il Ponte sul Deviatore del Canale Ducale – VI04, si estende dal km 16+496.1 al km 16+518.1 della Tratta Verona-Padova per uno sviluppo complessivo di 22 m ed è costituito da una campata isostatica con travi incorporate, con intervallata dei binari pari a 4.5 m.

Le spalle, in c.a., sono costituite da un muro frontale e da muri di risvolto per il contenimento del rilevato ferroviario.

La platea di fondazione presenta una pianta rettangolare di dimensioni pari a 16.5 m x 12.0 m e spessore 2.0 m, e poggia su 12 pali Ø1500.

Nella parte sommitale del muro frontale sono disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo lo schema della figura a seguire:

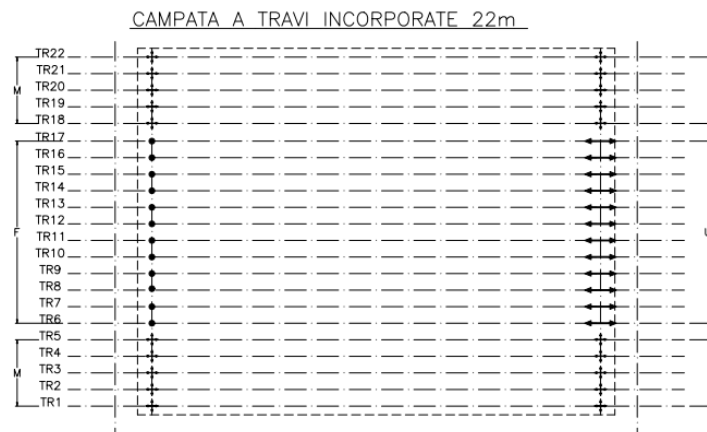


Figura 4-1: Schema appoggi



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	IN1712E12CLVI0406003	B

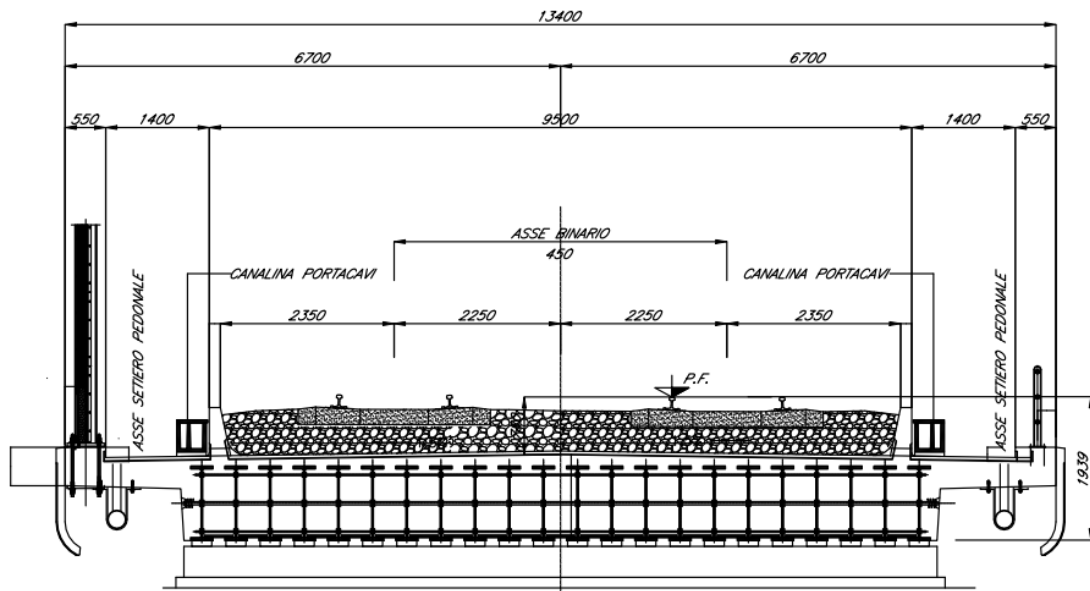


Figura 4-2 - Sezione trasversale impalcato

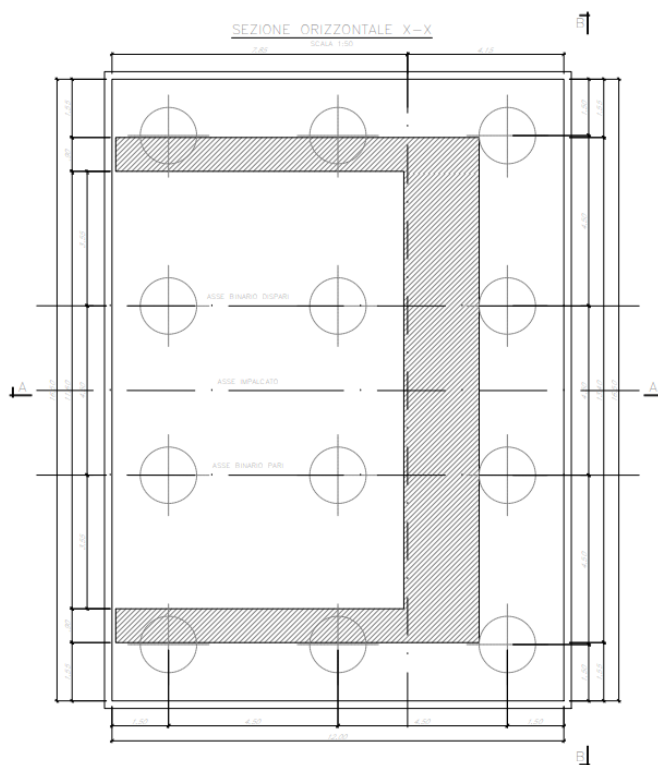


Figura 4-3 - Pianta Spalla A

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifia IN1712EI2CLVI0406003</p>	<p>B</p>

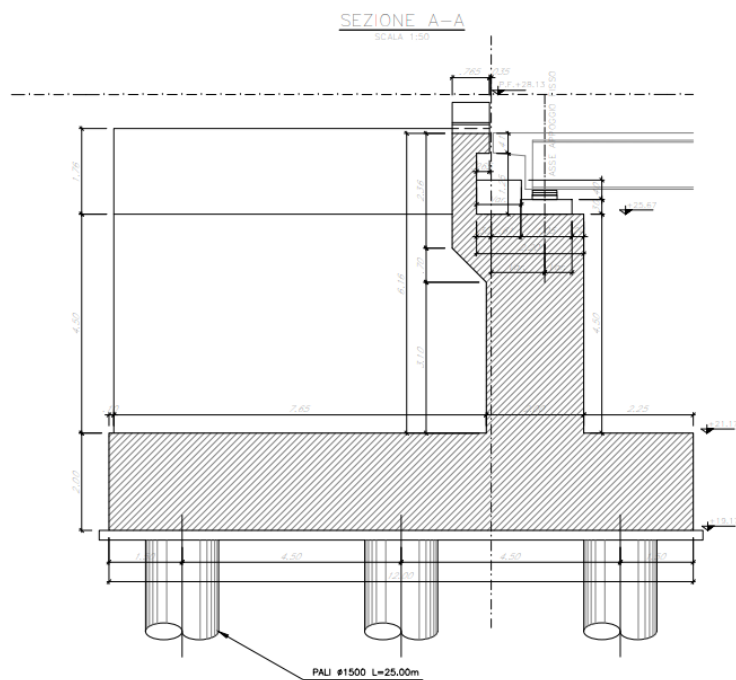


Figura 4-4 – Sezione longitudinale Spalla A



	Progetto	Lotto	Codifia	
	IN17	12	IN1712EI2CLVI0406003	B

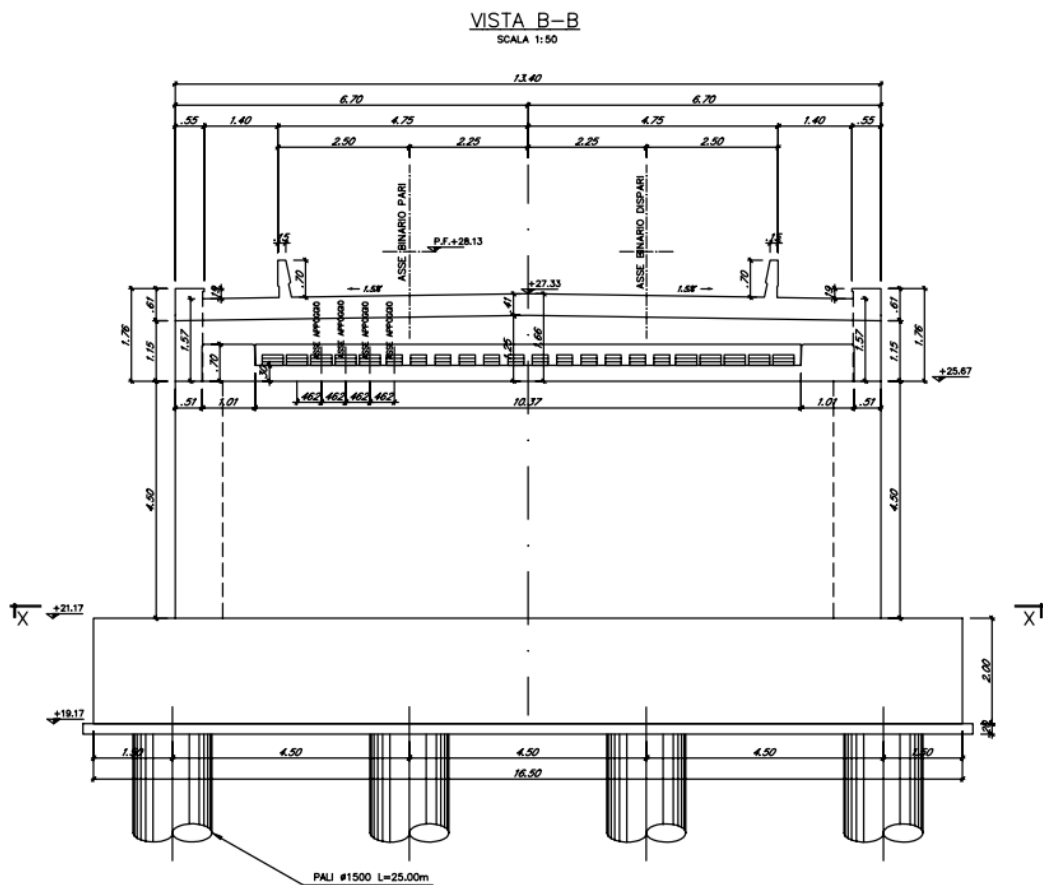


Figura 4-5 – Sezione trasversale Spalla A

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712EI2CLVI0406003	B

4.1 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 IN17	Lotto 12	Codifia IN1712EI2CLVI0406003	B

5 AZIONI DI PROGETTO

Nelle tabelle che seguono si riportano le azioni sugli appoggi sia per le combinazioni statiche SLU che per quelle sismiche SLV.

Sono state considerate tutte le azioni e le combinazioni di carico descritte nella relazione di calcolo dell'impalcato a travi incorporate, sopra citata.

Le azioni sismiche sono state calcolate assumendo un fattore di struttura q unitario e un fattore di smorzamento pari al 10% per considerare la capacità di dissipazione allo SLU della struttura del ponte nel suo complesso, coerentemente con quanto riportato al par. 2.5.1.8.3.3 del M.d.P.

Impalcato Travi Incorporate – L=22 m, $i_b=4.5$ 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	

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.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifia IN1712E12CLVI0406003	B

6 RITEGNI SISMICI

6.1 Ritegno sismico longitudinale

Il ritegno sismico longitudinale ha un'altezza dall'estradosso dei baggioli di 0.40 m, una larghezza minima nella direzione longitudinale del ponte di 0.84 m e una larghezza complessiva nella direzione trasversale di 10.39 m.

L'azione sollecitante è ottenuta dal par. 5 ed è pari al taglio complessivo in direzione longitudinale in combinazione sismica:

$$V_{Ed} = V_{long,f,max} \cdot n_{app,fissi}$$

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

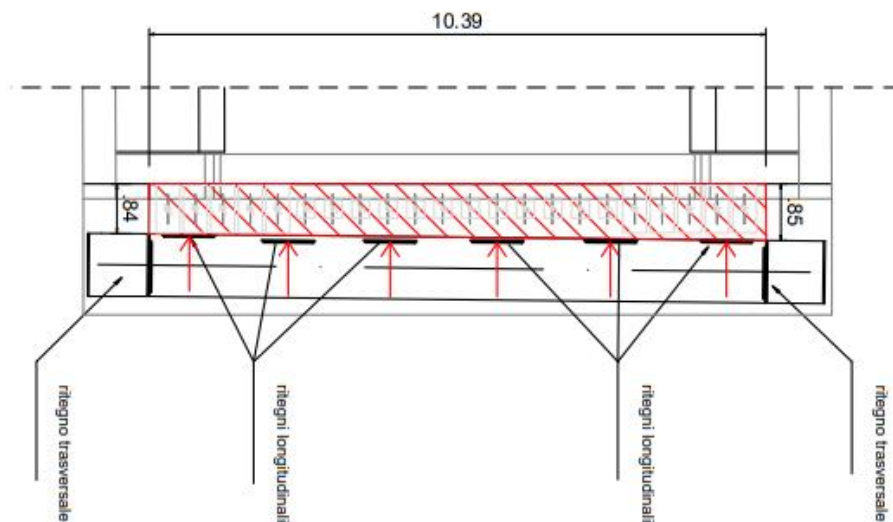


Figura 6-1: Schema di applicazione delle forze sul ritegno sismico longitudinale (Pianta)

6.1.1 Verifica secondo il modello di mensola tozza

Il dimensionamento e la verifica dell'armatura verticale principale vengono condotti 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, ovvero a 30 cm dalla testa del baggiolo, come mostrato nella figura che segue.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712EI2CLVI0406003	B

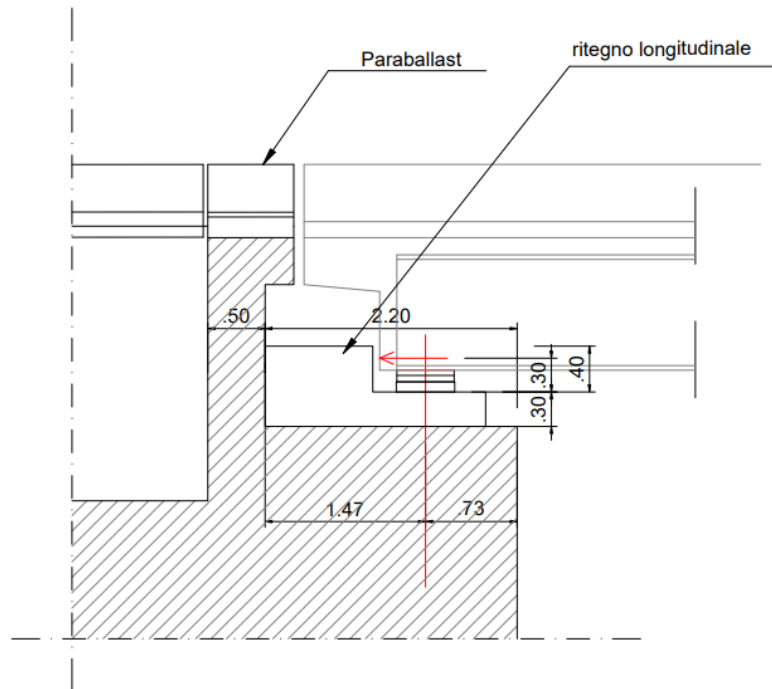


Figura 6-2: Schema di applicazione delle forze sul ritegno sismico longitudinale (Prospetto)

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.

L'armatura resistente a trazione è costituita da un solo strato di $\phi 24$ passo 10 cm. La verifica è esplicitata nella tabella che segue.

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	IN1712E12CLVI0406003	B

3) Geometria della mensola

Altezza mensola	hc	840	mm
Lunghezza della mensola	lc	400	mm
Distanza di applicazione carico	a	300	mm
Profondità mensola	b	10390	mm
Copriferro netto	c netto	50	mm
Copriferro da asse tirante	c tir	62	mm
Altezza utile tirante superiore	d	778	mm
Braccio delle forze interne (0.9d)	z	700.2	mm
Proiezione orizzontale del puntone	l	455.6	mm
ctg Ψ	λ	0.651	
Inclinazione puntone	Ψ	0.994	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

Resistenza tirante	PRs	28022.23	kN
Verifica	PRs>Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fs	3.20	

2) Puntone e G.d.R.

In presenza di staffe $c=1.5$, altrimenti $c=1$	c	1.5	
Resistenza puntone	PRc	61788.17	kN
Verifica	PRc>Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fc	7.05	
Gerarchia delle resistenze	PRc>PRs	ok	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifia IN1712EI2CLVI0406003	B

6.1.2 Verifica a tranciamento

Sono state effettuate le seguenti verifiche a tranciamento:

- 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:

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

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.

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 _t	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	8727600	mm ²
As/Ac	ρ	0.011	
Resistenza di progetto	τ_{rd}	2.79	MPa
Tensione agente	τ_{ed}	1.00	MPa
Verifica	Verifica	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _s	2.78	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifia IN1712E12CLVI0406003	B

6.2 Ritegno sismico trasversale

Sono presenti due ritegni sismici trasversali, ognuno con un'altezza dall'estradosso dei baggioli di 0.40 m, una larghezza nella direzione trasversale del viadotto di 1.00 m e una larghezza nella direzione longitudinale di 1.05 m.

L'azione di progetto di ogni ritegno sismico trasversale si ottiene moltiplicando il taglio trasversale massimo di ogni appoggio fisso, riportato nel par. 5, per il numero di appoggi fissi presenti sul baggiolo della spalla fissa.

$$T_{Ed} = T_{trasv,max} \cdot n_{app,fissi}$$

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

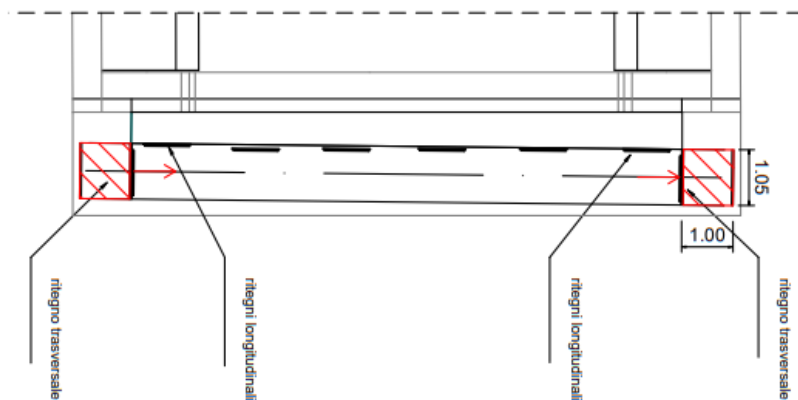


Figura 6-3: Schema di applicazione delle forze sul ritegno sismico trasversale (Pianta)

6.2.1 Verifica secondo il modello di mensola tozza

Il dimensionamento e la verifica dell'armatura verticale principale vengono condotti 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, ovvero a 30 cm dalla testa del baggiolo, come mostrato nella figura che segue.

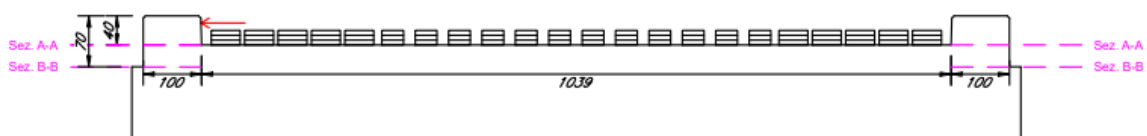


Figura 6-4: Schema di applicazione delle forze sul ritegno sismico trasversale (Prospetto)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	IN1712E12CLVI0406003	B

L'armatura resistente a trazione è costituita da due strati di $\Phi 30$ passo 10 cm. Nelle tabelle che seguono sono esplicitate le verifiche del ritegno trasversale 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	1000	mm
Lunghezza della mensola	lc	400	mm
Distanza di applicazione carico	a	300	mm
Profondità mensola	b	1050	mm
Copriferro netto	c netto	50	mm
Copriferro da asse tirante	c tir	80	mm
Altezza utile tirante superiore	d	820	mm
Braccio delle forze interne (0.9d)	z	828	mm
Proiezione orizzontale del puntone	l	484	mm
ctg Ψ	λ	0.585	
Inclinazione puntone	Ψ	1.042	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	
Numero totale di barre	n tot	18	
Area barre	As	12723.45	mm ²

Resistenza tirante	PRs	8517.35	kN
--------------------	-----	---------	----

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	IN1712EI2CLVI0406003	B

Verifica	PRs>Ped	ok
Coefficiente di sicurezza	Fs	2.00

2) Puntone e G.d.R.

In presenza di staffe $c=1.5$, altrimenti $c=1$	c	1.5	
Resistenza puntone	PRc	7833.47	kN
Verifica	PRc>Ped	ok	
Coefficiente di sicurezza	Fc	1.84	
Gerarchia delle resistenze	PRc>PRs	Verificato con il minimo di armatura	

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	1000	mm
Lunghezza della mensola	lc	700	mm
Distanza di applicazione carico	a	600	mm
Profondità mensola	b	1050	mm
Copriferro netto	c netto	50	mm
Copriferro da asse tirante	c tir	80	mm
Altezza utile tirante superiore	d	920	mm
Braccio delle forze interne (0.9d)	z	828	mm
Proiezione orizzontale del puntone	l	784	mm
ctg Ψ	λ	0.947	
Inclinazione puntone	Ψ	0.813	rad

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica IN1712EI2CLVI0406003	B

RESISTENZE E VERIFICHE

1) Tirante

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

<i>Resistenza tirante</i>	PRs	5258.16	kN
<i>Verifica</i>	PRs>Ped	ok	
<i>Coefficiente di sicurezza</i>	Fs	1.23	

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	5541.70	kN
<i>Verifica</i>	PRc>Ped	ok	
<i>Coefficiente di sicurezza</i>	Fc	1.30	
<i>Gerarchia delle resistenze</i>	PRc>PRs	ok	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifia	
	IN17	12	IN1712EI2CLVI0406003	B

6.2.2 Verifica a tranciamento

Sono state effettuate le verifiche a tranciamento descritte al par. 6.1.2 e riportate nelle tabelle seguenti.

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	A _{s,tot}	29845.13	mm ²

Resistenza a tranciamento	V _{rd}	6742.60	kN
Verifica	V _{rd} >P _{ed}	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _t	1.58	

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	29845.13	mm ²
Area totale cls	A _c	1050000	mm ²
As/Ac	ρ	0.028	
Resistenza di progetto	τ _{rd}	6.96	MPa
Tensione agente	τ _{ed}	4.06	MPa
Verifica	Verifica	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _s	1.71	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifia IN1712EI2CLVI0406003	B

6.2.1 Verifica dell'armatura di frettaggio al di sotto del ritegno sismico trasversale

Al di sotto del ritegno sismico trasversale, all'interno del muro frontale, si devono prevedere due strati di $\phi 24/20$ aggiuntivi, in grado di contrastare l'azione sismica proveniente dal ritegno trasversale, pari a 4267 kN, come si può dedurre dal par. 5.

Ved	4267	kN	<i>Taglio di progetto dal singolo ritegno trasversale</i>
f _{yd}	391	MPa	<i>Resistenza di calcolo acciaio</i>
A _{s,min}	10905.07	mm ²	<i>Area minima di acciaio necessaria</i>

ϕ	20	mm	<i>Diametro</i>
n	10		<i>Numero di ferri per strato</i>
s	1		<i>Numero di strati</i>
ϕ	24	mm	<i>Diametro</i>
n	10		<i>Numero di ferri per strato</i>
s	2		<i>Numero di strati</i>
A _s	12189.379	mm ²	<i>Area di acciaio presente</i>

FS	1.12	<i>Fattore di sicurezza</i>
----	------	-----------------------------

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifia IN1712EI2CLVI0406003	B

7 BAGGIOLI

7.1 Verifica a tranciamento

Sul baggiolo della spalla fissa si considera agente un taglio di progetto pari al massimo taglio risultante in combinazione sismica:

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

	All. fisso
V_{long}	8762
V_{trasv}	4267
V_{ris}	8855

Nel caso in esame, il taglio di progetto del singolo appoggio fisso è pari a: $V_{Ed} = 8855 \text{ kN}$.

È necessario disporre dei ferri verticali $\phi 22$ passo 10 cm, per soddisfare le due verifiche 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:

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

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 taglio di progetto V_{Ed} si considera agente su una larghezza collaborante pari a 5.5m.

ϕ	22	mm	Diemetro 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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifia IN1712EI2CLVI0406003	B

Verifica a tranciamento (Acciaio)

Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Area totale ferri	A _{s,tot}	41814.6	mm ²

Resistenza a tranciamento	V _{rd}	9446.74	kN
Taglio di progetto	V _{ed}	8855.42	kN
Verifica	V _{rd} >V _{ed}	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _t	1.07	

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	41814.6	mm ²
Area totale cls	A _c	6772500	mm ²
As/Ac	ρ	0.006	
Resistenza di progetto	τ _{rd}	1.73	MPa
Tensione agente	τ _{ed}	1.31	MPa
Verifica	Verifica	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _s	1.32	

7.2 Verifica a compressione del cls

La verifica è stata condotta 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 massimo sforzo assiale sull'apparecchio d'appoggio multidirezionale più esterno, pari a 727 kN.

La forza di compressione ultima è data da:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifia IN1712E12CLVI0406003	B

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

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 omotetica a quella di A_{c0} .

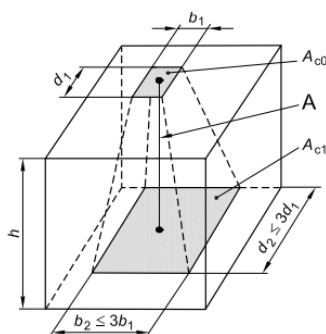
figura 6.29 Distribuzione di progetto nel caso di pressioni localizzate

Legenda

A Linea di azione

$h \geq (b_2 - b_1)$ e

$\geq (d_2 - d_1)$



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

b1	0.4	mm	Larghezza appoggio multidirezionale trasv
d1	0.8	mm	Larghezza appoggio multidirezionale long
h	0.30	mm	Altezza baggiolo

$b_2 < 3 b_1$	ok
$d_2 < 3 d_1$	ok

b2	0.462	mm	Larghezza area diffusione direzione trasv
d2	1.05	mm	Larghezza area diffusione direzione long

$A_{c,0}$	0.32	mm ²	Area caricata
$A_{c,1}$	0.485	mm ²	Area di massima diffusione del carico

f_{cd}	18.13	MPa	Resistenza cilindrica di progetto
$F_{r,du}$	7144.4	kN	Forza di compressione ultima

$F_{r,du}/2$	3572.2	kN	Forza di compressione ultima dimezzata
Ned	727.4	kN	Sforzo di compressione massimo

Verifica	ok		
Ft	4.91		Coefficiente di sicurezza