

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J47109000030009

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

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

Fermata CERTOSA DI PAVIA

Relazione di calcolo platea di varo e muro reggispinta

SCALA:



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

N M 0 Z 1 0 D 2 6 C L F V 0 4 0 B 0 0 3 A

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

ITALFERR - UD INFRASTRUTTURE NORD
Dott. Ing. Francesco Saccibini
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
n. 28172 Sez. A

File: NM0Z10D26CLFV040B003A

n. Elab.:



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

Fermata CERTOSA DI PAVIA
RELAZIONE DI CALCOLO PLATEA DI VARO E
MURO REGGISPINTA

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D26	CLFV040B003	A	2 di 13

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE GENERALE.....	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
5	GEOMETRIA	7
6	AZIONI.....	8
6.1	PESO MONOLITE	8
6.2	RESISTENZA ALLO SCORRIMENTO.....	8
6.3	SPINTA AI MARTINETTI.....	8
7	CALCOLO PLATEA DI VARO	9
8	CALCOLO MURO REGGO-SPINTA	11
8.1	VERIFICHE GEOTECNICA.....	11
8.2	VERIFICHE STRUTTURALE.....	12

1 PREMESSA

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

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

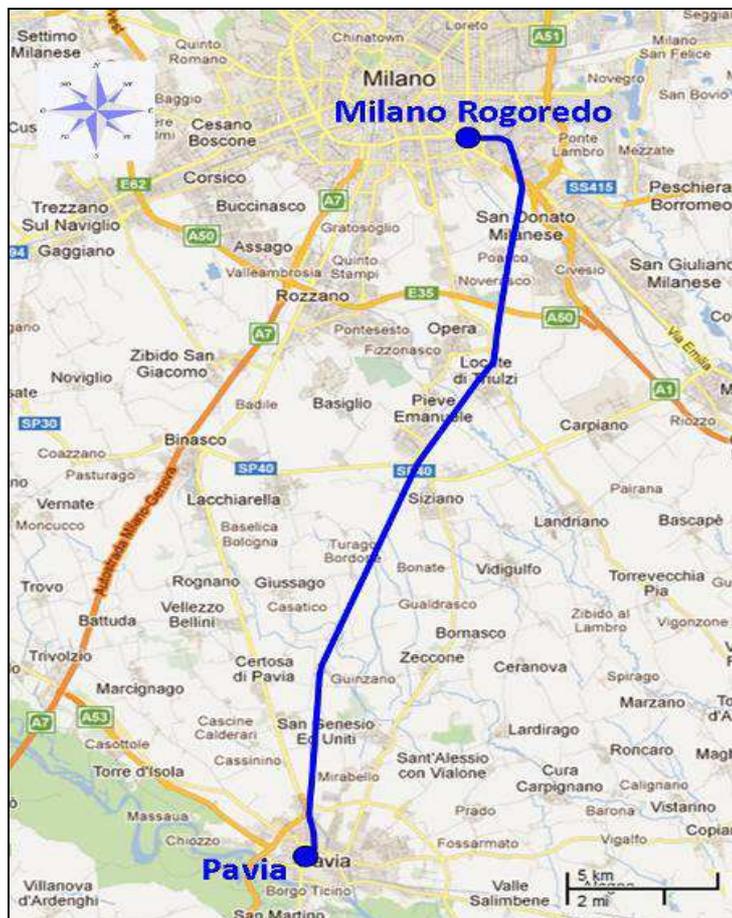


Figura 1 : Planimetria di progetto

La presente relazione definisce le modalità del calcolo statico della platea di varo e del muro reggispinta del sottopasso in oggetto.

2 DESCRIZIONE GENERALE

Il monolite sarà realizzato al di fuori della sede stradale, sopra un'apposita platea denominata "platea di varo" di larghezza complessiva pari a 6.10m e lunghezza pari a 16.00 m.

Il monolite sarà poi spinto verso il rilevato con un sistema di martinetti oleodinamici, posizionati a contrasto sul muro *reggispinta* avente una larghezza pari a quella della palatea ed un'altezza di 4.00 m.

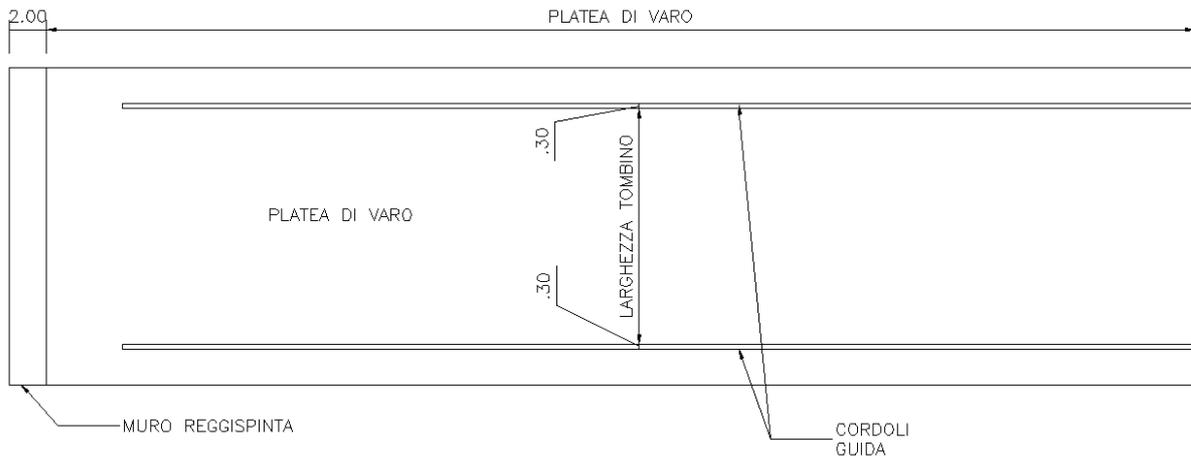


Figura 2 : Planimetria di progetto

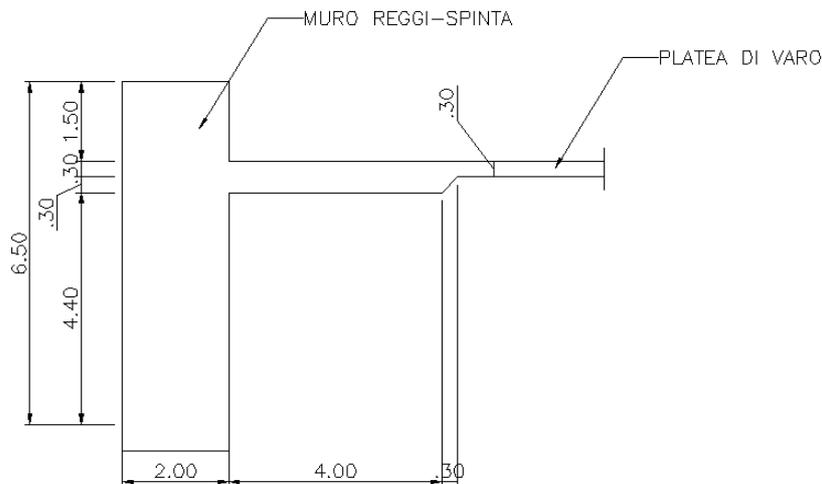


Figura 3: Sezione muro reggispinta

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO – PIEVE EMANUELE												
Fermata CERTOSA DI PAVIA RELAZIONE DI CALCOLO PLATEA DI VARO E MURO REGGISPINTA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE-ENTE</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NMOZ</td> <td>10</td> <td>D26</td> <td>CLFV040B003</td> <td>A</td> <td>5 di 13</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NMOZ	10	D26	CLFV040B003	A	5 di 13
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NMOZ	10	D26	CLFV040B003	A	5 di 13								

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

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

Riferimenti STI:

– Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea;

– Regolamento (UE) N. 1300/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l’accessibilità del sistema ferroviario dell’Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta;

– Regolamento (UE) N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “energia” del sistema ferroviario dell’Unione europea;

– Regolamento (UE) N. 1303/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità concernente la “sicurezza nelle gallerie ferroviarie” del sistema ferroviario dell’Unione europea;

– Regolamento (UE) 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi “controllo-comando e segnalamento” del sistema ferroviario nell’Unione europea.

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO

Classe di resistenza calcestruzzo

C25/30

Caratteristiche del calcestruzzo

resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	30	[MPa]
resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	24.9	[MPa]
resistenza cilindrica media	f_{cm}	32.9	[MPa]
resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	2.6	[MPa]
resistenza caratteristica a trazione (fratt. 5%)	f_{ctk}	1.8	[MPa]
modulo elastico istantaneo	E_{cm}	31 447	[MPa]

Resistenze di calcolo

resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	14.1	[MPa]
resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.2	[MPa]
coefficiente di espansione termica lineare	α	1.00E-05	[°C ⁻¹]

COEFFICIENTI

γ_c	=	1.5
α_{cc}	=	0.85

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Tipo di acciaio

B450C

Caratteristiche del calcestruzzo

tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	450	[MPa]
tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	540	[MPa]

Resistenze di calcolo

resistenza di progetto	f_{yd}	391.3	[MPa]
modulo elastico	E_s	200000	[MPa]

COEFFICIENTI

γ_s	=	1.15
------------	---	------

Per il calcestruzzo armato si assume

γ_{cls} 25 kN/m³



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

Fermata CERTOSA DI PAVIA
RELAZIONE DI CALCOLO PLATEA DI VARO E
MURO REGGISPINTA

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D26	CLFV040B003	A	7 di 13

5 GEOMETRIA

Spessore soletta superiore	S_{ss}	0.40	[m]
Lunghezza soletta superiore	L_{ss}	33.46	[m]
Spessore soletta inferiore	S_{si}	0.70	[m]
Lunghezza soletta inferiore	L_{si}	33.46	[m]
Spessore piedritti	S_{pi}	0.60	[m]
Area parete laterale piedritto	A_{pi}	137.86	[m ²]
Larghezza totale	L_{tot}	5.30	[m]
Altezza totale monolite	H_{tot}	4.12	[m]
Rinterro superiore	H_{ri}	1.55	[m]
Lunghezza soletta di varo	L_{sol}	37.00	[m]
Larghezza soletta di varo	D_{sol}	9.50	[m]

6 AZIONI

6.1 PESO MONOLITE

Soletta Superiore	PP _{SS}	1773.38	[kN]
Soletta Inferiore	PP _{SI}	3103.415	[kN]
Piedritti	PP _{PI}	4135.65	[kN]
Totale	W _{mo}	9012.45	[kN]

6.2 RESISTENZA ALLO SCORRIMENTO

Peso monolite	W _{tot}	9012.45	[kN]
Coefficiente di attrito cls-cls	f _c	0.60	[]
Resistenza d'attrito monolite-calcestruzzo	R ₁	5407.47	[kN]
Spinta a vuoto (a rilevato stradale demolito)		NO	
Coefficiente di spinta a riposo	k ₀	0.61	[]
Pressione terreno in sommità	p _s	15.10	[kN/m ²]
Pressione terreno alla base	p _i	55.25	[kN/m ²]
Coefficiente di attrito cls-terreno	f _c	0.50	[]
Resistenza d'attrito laterale monolite-terreno	R ₂	4849.17	[kN]

6.3 SPINTA AI MARTINETTI

Spinta ai martinetti totale	S=R ₁ +R ₂	10253.64	[kN]
Rapporto tra coeff. Arrtito statico e dinamico	C _s	1.35	[]
Spinta ai martinetti allo spunto	S ₀ = C _s x S	13486.47	[kN]



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

Fermata CERTOSA DI PAVIA
RELAZIONE DI CALCOLO PLATEA DI VARO E MURO REGGISPINTA

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NMOZ	10	D26	CLFV040B003	A	9 di 13

7 CALCOLO PLATEA DI VARO

Lunghezza soletta interessata da singolo monolite	L_l	37.00	[m]
Larghezza soletta interessata da singolo monolite	L_t	9.50	[m]
Spessore soletta	S_s	0.30	[m]
Peso proprio platea interessata dal singolo monolite	W_p	2636.25	[kN]
Azione risultante sul terreno	$Q=W_{mo}+W_p$	11648.70	[kN]
Coefficiente di attrito cls-cls	f_t	0.60	[]
Resistenza di primo distacco platea-terreno	R_3	6989.22	[kN]
Trazione massima nella platea	$T_{max} = T_0-R_3$	6857.25	[kN]
Trazione massima nella platea a metro	$T_{max/metro}$	721.82	[kN/m]

Verifiche di resistenza

Sezione a 0 m dal muro

Distanza da muro di spinta		0.00	[]
	n	φ [mm]	A [mm ²]
Armatura superiore	5	20	1570.80
	5	16	1005.31
Armatura inferiore	5	20	1570.80
	5	16	1005.31
Area totale acciaio			5152.21
Resistenza di progetto	f_{yd}	391.30	[MPa]
Trazione agente nella sezione	T_{ed}	721.82	[kN]
Resistenza a trazione della sezione	T_{max}	2016.08	[kN]

VERIFICATO



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

Fermata CERTOSA DI PAVIA
RELAZIONE DI CALCOLO PLATEA DI VARO E MURO REGGISPINTA

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D26	CLFV040B003	A	10 di 13

Sezione a 10 m dal muro

Allontanandosi dal muro la trazione nella platea diminuisce proporzionalmente :

Distanza da muro di spinta

10.00 []

Armatura superiore

n	φ [mm]	A[mm ²]
5	20	1570.80
0	0	0.00
5	20	1570.80
0	0	0.00

Armatura inferiore

Area totale acciaio

3141.59

Resistenza di progetto

f_{yd} 391.30 [MPa]

Trazione agente nella sezione

T_{ed} 526.73 [kN]

Resistenza a trazione della sezione

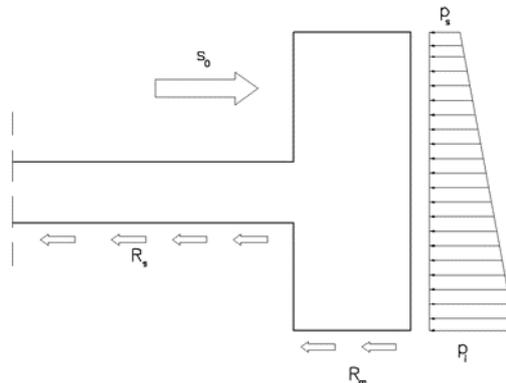
T_{max} 1229.32 [kN]

VERIFICATO

8 CALCOLO MURO REGGO-SPINTA

8.1 VERIFICHE GEOTECNICA

Coefficiente di attrito parete-terreno	$\delta = \phi/2$	15.33	[°]
Inclinazione parete	α	90	[°]
Inclinazione superiore terreno	β	0	[°]
Coefficiente di sicurezza	β	1.00	[]
Coefficiente di spinta passiva	k_p	3.53	[]
Altezza terrapieno	h_p	0.00	[m]
Altezza muro reggi-spinta	h_m	6.50	[m]
Spessore muro reggi-spinta	S_m	2.00	[m]
Considerare resistenze di attrito platea		SI	
Peso muro reggi-spinta	W_m	3087.50	[kN]
Resistenza alla base del muro	R_m	1310.57	[kN]
Resistenza alla base della soletta	R_s	1119.02	[kN]



Pressione terreno in sommità del muro	p_s	38.00	[kN/m ²]
Pressione terreno alla base del muro	p_i	405.12	[kN/m ²]
Capacità resistente totale	P_{tot}	13681.33	[kN]



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

Fermata CERTOSA DI PAVIA
RELAZIONE DI CALCOLO PLATEA DI VARO E
MURO REGGISPINTA

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D26	CLFV040B003	A	12 di 13

Pressione totale agente dietro muro P_a 11416.88 [kN]

Coefficiente di sicurezza η 1.20 []

Pressione sul terreno σ_t 224.23 [kN/m²]
 0.22 [MPa]

8.2 VERIFICHE STRUTTURALE

Altezza muro fuori terra H_m 1.50 [m]

Coefficiente a stato limite ultimo 1.30 []

Momento flettente massimo agente M_{max} 327.94 [kNm/m]

Azione tagliante massima T_{max} 437.26 [kNm/m]

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	15.71	6
			2	15.71	194

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 327.94 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

M_{xRd} 1178 kN m

Materiali

Proprietà	B450C	C25/30
ϵ_{su}	67.5 %	2 %
f_{yd}	391.3 N/mm²	3.5 %
E_s	200 000 N/mm²	14.17 %
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd}	1.957 %	$\sigma_{c,adm}$ 9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co} 0.6
		τ_{c1} 1.829

σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 2.181 %
 ϵ_s 67.5 %
d 194 cm
x 6.073 x/d 0.0313
 δ 0.7

Metodo di calcolo
 S.L.U. + S.L.U. -
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

RELAZIONE

$V_d = 437.26$ [kN] $N_d = 0$ [kN]

Base "bw" 100 [cm]
Altezza "h" 200 [cm]
Copriferro "C" 5 [cm]
Spessore "sp" 2 [cm]
Altezza Utile "d" 194.0 [cm]

Armatura Tesa

N°	Ø
5	20

A [cm²] 15.71

ELEMENTI SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTI A TAGLIO

Rapporto Geometrico ρ_l 8.098E-4 []
Coefficiente k 1.32 []
 v_{min} 0.27 [MPa]
Tensione Media Di Compressione Nella Sezione σ_{cp} 0.0 [MPa]
Calcestruzzo C25/30
Resistenza Caratteristica Cilindrica f_{dk} 24.9 [MPa]

Taglio Resistente V_{rd} 336.5 [MPa]

$V_{rd} < V_d$
La sezione necessita di armatura a taglio

ELEMENTI CON ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTI A TAGLIO

Diametro Delle Staffe ... 10 [mm]
Numero Braccia ... 2.5 []
Passe delle staffe ... 40 [cm]
Inclinazione Puntone Compresso ... 21.81 [°]
Inclinazione Staffe ... 90 [°]
Area Armatura Trasversale a Taglio ... 392.7 [mm²]
Coef. maggiorativo ... 1.0 []
Cotangente di θ Auto ($V_{rsd}=V_{rcd}$) θ 1 []
 f_{yd} ... 391.3 [MPa]
Resistenza a compressione ridotta 0.5 f_{cd} 7.05 [MPa]

Resistenza offerta dall'armatura a taglio 1970.7 [kN]
Resistenza offerta dai puntoni 2496.0 [kN]
Taglio Resistente V_{rd} 1970.7 [kN]

$V_{rd} > V_d$
La sezione è verificata a taglio