

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

OPERE PRINCIPALI - GALLERIE ARTIFICIALI

Galleria artificiale di scavalco Tangenziale Ovest da km 5+106 a km 5+156

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	G A 0 1 0 0	0 0 2	A

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

ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE NORD
Dott. Ing. Francesco Borelli
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
n. 23172 Sez. 18

File: NM0Z10D26CLGA0100002A

n. Elab.:



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

Galleria artificiale di scavalco Tangenziale Ovest da km 5+106 a km
 5+156
 Relazione di calcolo platea di varo e muro reggispinta

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLGA0100002	A	2 di 15

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE GENERALE	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	6
5	CONDIZIONI GEOTECNICHE	7
6	GEOMETRIA.....	8
7	AZIONI	9
	7.1 PESO MONOLITE	9
	7.2 RESISTENZA ALLO SCORRIMENTO	9
	7.3 SPINTA AI MARTINETTI.....	9
8	CALCOLO PLATEA DI VARO	10
9	CALCOLO MURO REGGO-SPINTA.....	13
	9.1 VERIFICHE GEOTECNICA.....	13
	9.2 VERIFICHE STRUTTURALE	13

1 PREMESSA

Nell’ambito degli interventi di potenziamento della linea Milano – Genova, si prevede il quadruplicamento della linea ferroviaria nella tratta Milano Rogoredo-Pavia fra le stazioni di Milano Rogoredo e Pieve Emanuele.

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.

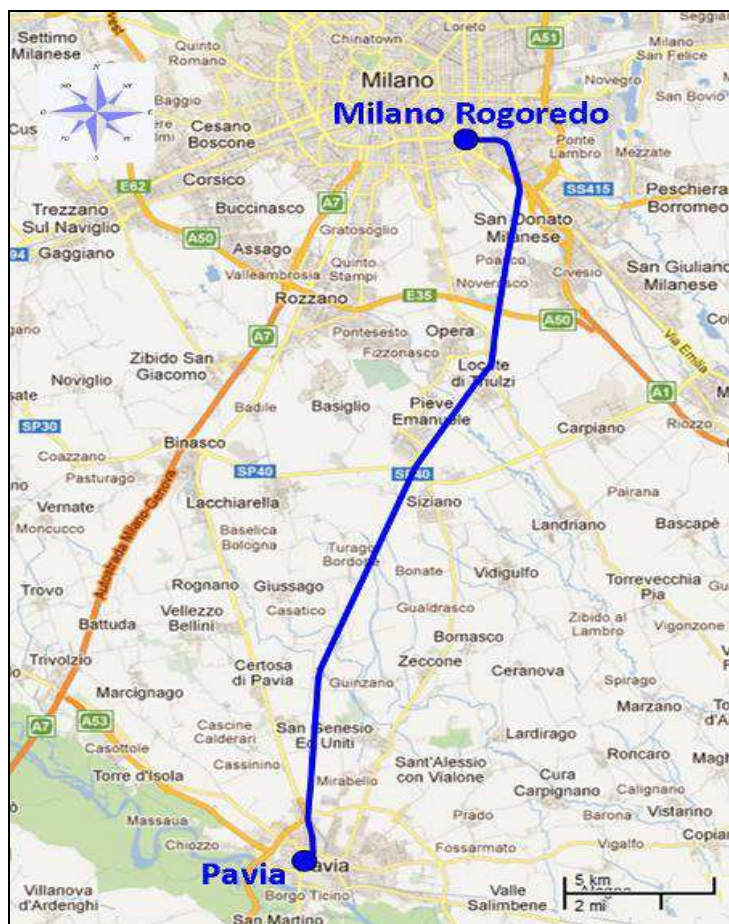


Figura 1 : Planimetria di progetto

La presente relazione definisce le modalità del calcolo statico della platea di varo e del muro reggispinta della galleria 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 17.0 m e lunghezza pari a 57.50 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 6.00 m.

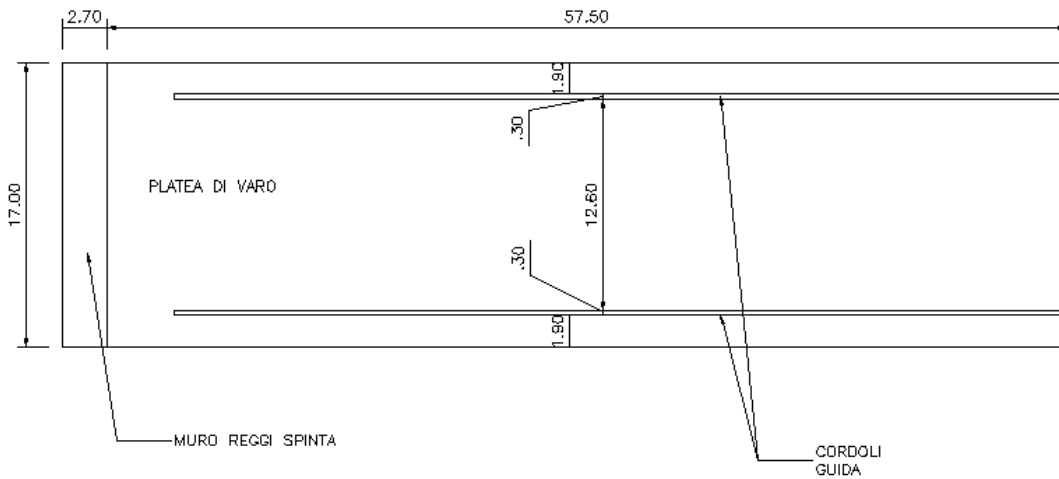


Figura 2 : Planimetria di progetto

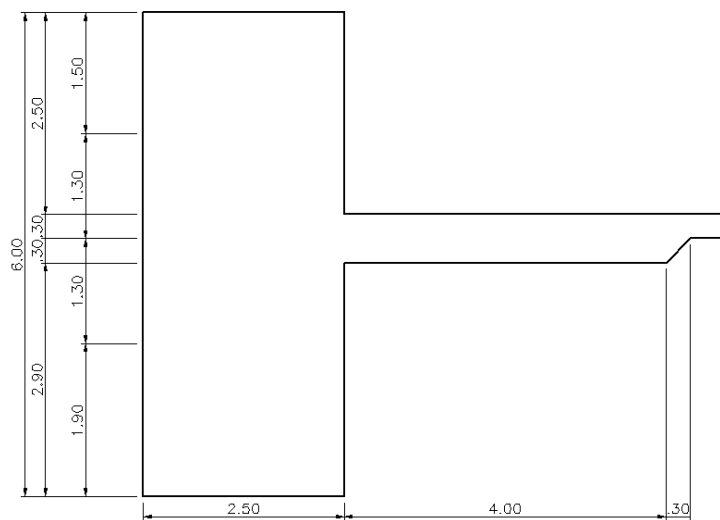



Figura 3: Sezione muro reggispinta

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO – PIEVE EMANUELE					
Galleria artificiale di scavalco Tangenziale Ovest da km 5+106 a km 5+156 <i>Relazione di calcolo platea di varo e muro reggispinta</i>	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLGA0100002	REV. A	FOGLIO 5 di 15

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

Galleria artificiale di scavalco Tangenziale Ovest da km 5+106 a km 5+156 Relazione di calcolo platea di varo e muro reggispinta	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM0Z	10	D 26	CLGA0100002	A	7 di 15

5 CONDIZIONI GEOTECNICHE

Nella seguente tabella sono riassunti i valori delle caratteristiche del terreno assunti nel calcolo dell'opera in oggetto.

ZONA	SONDAGGIO DI RIFERIMENTO	PROFONDITA'	UNITA' TERRENO	γ_{sat}	γ_s	$\phi' [^\circ]$		$\phi' [^\circ]$	$\phi' [^\circ]$	$E'_{op} [MPa]$		$V_s [m/s]$		categoria	$G_0 [MPa]$	
				[kN/m^3]	[kN/m^3]	max	min	laboratorio	scelto	max	min	max	min	terreno	max	min
4	SCMP21001	da 0 a 12m	S	19	16	30	30	35	30	51	19	306	196	C	186	76
		da 12m a 30m	Sg	19	16	30	30		30	53	20	252	215		125	92

6 GEOMETRIA

Spessore soletta superiore	S_{ss}	0.90	[m]
Lunghezza soletta superiore	L_{ss}	50.00	[m]
Spessore soletta inferiore	S_{si}	1.10	[m]
Lunghezza soletta inferiore	L_{si}	50.00	[m]
Spessore piedritti	S_{pi}	1.00	[m]
Area parete laterale piedritto	A_{pi}	350.00	[m ²]
Larghezza totale	L_{tot}	12.50	[m]
Altezza totale monolite	H_{tot}	9.00	[m]
Rinterro superiore	H_{ri}	1.35	[m]
Lunghezza soletta di varo	L_{sol}	57.50	[m]
Larghezza soletta di varo	D_{sol}	17.00	[m]

7 AZIONI

7.1 PESO MONOLITE

Soletta Superiore	PP _{SS}	14062.50	[kN]
Soletta Inferiore	PP _{SI}	17187.5	[kN]
Piedritti	PP _{PI}	17500	[kN]
Totale	W _{mo}	48750	[kN]

7.2 RESISTENZA ALLO SCORRIMENTO

Peso monolite	W _{tot}	48750.00	[kN]
Coefficiente di attrito cls-cls	f _c	0.60	[]
Resistenza d'attrito monolite-calcestruzzo	R ₁	29250.00	[kN]
Spinta a vuoto (a rilevato stradale demolito)		SI	
Coefficiente di spinta a riposo	k ₀	0.50	[]
Pressione terreno in sommità	p _s	0.00	[kN/m ²]
Pressione terreno alla base	p _i	0.00	[kN/m ²]
Coefficiente di attrito cls-terreno	f _c	0.50	[]
Resistenza d'attrito laterale monolite-terreno	R ₂	0.00	[kN]

7.3 SPINTA AI MARTINETTI

Spinta ai martinetti totale	S = R ₁ + R ₂	29250.00	[kN]
Rapporto tra coeff. Attrito statico e dinamico	C _s	1.35	[]
Spinta ai martinetti allo spunto	S ₀ = C _s x S	39487.50	[kN]

8 CALCOLO PLATEA DI VARO

Lunghezza soletta interessata da singolo monolite	L_l	57.50	[m]
Larghezza soletta interessata da singolo monolite	L_t	17.00	[m]
Spessore soletta	s_s	0.30	[m]
Peso proprio platea interessata dal singolo monolite	W_p	7331.25	[kN]
Azione risultante sul terreno	$Q = W_{mo} + W_p$	56081.25	[kN]
Coefficiente di attrito cls-cls	f_t	0.60	[]
Resistenza di primo distacco platea-terreno	R_3	33648.75	[kN]
Trazione massima nella platea	$T_{max} = T_0 - R_3$	5838.75	[kN]
Trazione massima nella platea a metro	$T_{max/metro}$	343.46	[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	24	2261.95
	0	0	0.00
Armatura inferiore	5	24	2261.95
	0	0	0.00
Area totale acciaio			4523.89
Resistenza di progetto	f_{yd}	391.30	[MPa]
Trazione agente nella sezione	T_{ed}	343.46	[kN]
Resistenza a trazione della sezione	T_{max}	1770.22	[kN]

VERIFICATO

Sezione a 10 m dal muro

Allontanandosi dal muro la trazione nella platea diminuisce proporzionalmente :

Distanza da muro di spinta		10.00	[]
----------------------------	--	-------	----

	n	ϕ [mm]	A[mm ²]
Armatura superiore	5	20	1570.80
	0	0	0.00
Armatura inferiore	5	20	1570.80
	0	0	0.00
Area totale acciaio			3141.59

Resistenza di progetto	f_{yd}	391.30	[MPa]
Trazione agente nella sezione	T_{ed}	283.72	[kN]
Resistenza a trazione della sezione	T_{max}	1229.32	[kN]

VERIFICATO

Sezione a 20 m dal muro

Allontanandosi dal muro la trazione nella platea diminuisce proporzionalmente :

Distanza da muro di spinta

20.00 []

	n	ϕ [mm]	A[mm ²]
Armatura superiore	5	20	1570.80
	0	0	0.00
Armatura inferiore	5	20	1570.80
	0	0	0.00
Area totale acciaio			3141.59

Resistenza di progetto	f_{yd}	391.30	[MPa]
Trazione agente nella sezione	T_{ed}	223.99	[kN]
Resistenza a trazione della sezione	T_{max}	1229.32	[kN]

VERIFICATO

Sezione a 30 m dal muro

Allontanandosi dal muro la trazione nella platea diminuisce proporzionalmente :

Distanza da muro di spinta

30.00 []

	n	ϕ [mm]	A[mm ²]
Armatura superiore	5	16	1005.31
	0	0	0.00
Armatura inferiore	5	16	1005.31
	0	0	0.00
Area totale acciaio			2010.62

Resistenza di progetto	f_{yd}	391.30	[MPa]
------------------------	----------	--------	-------

Galleria artificiale di scavalco Tangenziale Ovest da km 5+106 a km 5+156
Relazione di calcolo platea di varo e muro reggispinta

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLGA0100002	A	12 di 15

Trazione agente nella sezione	T_{ed}	164.26	[kN]
Resistenza a trazione della sezione	T_{max}	786.76	[kN]

VERIFICATO

Sezione a 40 m dal muro

Allontanandosi dal muro la trazione nella platea diminuisce proporzionalmente :

Distanza da muro di spinta

40.00 []

Armatura superiore

Armatura inferiore

Area totale acciaio

n	ϕ [mm]	A[mm ²]
5	16	1005.31
0	0	0.00
5	16	1005.31
0	0	0.00

2010.62

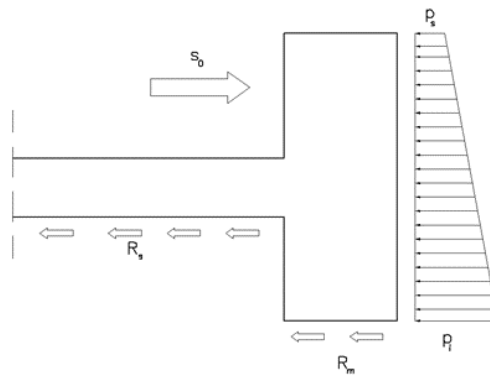
Resistenza di progetto	f_{yd}	391.30	[MPa]
Trazione agente nella sezione	T_{ed}	104.53	[kN]
Resistenza a trazione della sezione	T_{max}	786.76	[kN]

VERIFICATO

9 CALCOLO MURO REGGO-SPINTA

9.1 VERIFICHE GEOTECNICA

Coefficiente di attrito parete-terreno	$\delta = \phi/2$	20.00	[°]
Inclinazione parete	α	90	[°]
Inclinazione superiore terreno	β	0	[°]
Coefficiente di sicurezza	β	1.00	[]
Coefficiente di spinta passiva	k_p	6.10	[]
Altezza terrapieno	h_p	0.00	[m]
Altezza muro reggi-spinta	h_m	6.00	[m]
Spessore muro reggi-spinta	S_m	2.50	[m]
Peso muro reggi-spinta	W_m	6375.00	[kN]
Resistenza alla base del muro	R_m	3680.61	[kN]
Resistenza alla base della soletta	R_s	4232.70	[kN]



Pressione terreno in sommita del muro	p_s	10.00	[kN/m ²]
Pressione terreno alla base del muro	p_i	705.40	[kN/m ²]
Capacità resistente totale	P_{tot}	36485.40	[kN]
Pressione totale agente ditro muro	P_a	31574.19	[kN]
Coefficiente di sicurezza	η	1.16	[]
Pressione sul terreno	σ_t	387.13	[kN/m ²]
		0.39	[MPa]

9.2 VERIFICHE STRUTTURALE

Altezza muro fuori terra	H_m	2.50	[m]
Coefficiente a stato limite ultimo		1.30	[]

Galleria artificiale di scavalco Tangenziale Ovest da km 5+106 a km 5+156
Relazione di calcolo platea di varo e muro reggiapinta

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NMOZ	10	D 26	CLGA0100002	A	14 di 15

Momento flettente massimo agente M_{max} 1572.73 [kNm]
Azione tagliante massima T_{max} 1258.18 [kNm]

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

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

Titolo : _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	250	1	22.62	6
			2	22.62	244

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 1572 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} 2 129 kN m

Materiali

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200 000 N/mm²	f_{cd}	14.17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	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

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

σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 2.086 ‰
 ϵ_s 67.5 ‰
d 244 cm
x 7.314 x/d 0.02998
 δ 0.7

Galleria artificiale di scavalco Tangenziale Ovest da km 5+106 a km 5+156
Relazione di calcolo platea di varo e muro reggiata

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NMOZ	10	D 26	CLGA0100002	A	15 di 15



RELAZIONE

$V_d = 1259$ [kN] $N_d = 0$ [kN]

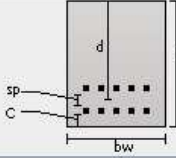
Base "bw"	100	[cm]
Altezza "h"	250	[cm]
Copriferro "C"	5	[cm]
Spessore "sp"	2	[cm]
Altezza Utile "d"	244,0	[cm]

Armatura Tesa

N°	Ø
5	24

A[cm²]

22,62



ELEMENTI SENZA ARMATURA
TRASVERSALE RESISTENTI A TAGLIO

Rapporto Geometrico	ρ_l	9.27E-4	[]
Coefficiente	k	1,29	[]
	v_{min}	0,25	[MPa]
Tensione Media Di Compressione Nella Sezione	σ_{cp}	0,0	[MPa]
Calcestruzzo		C25/B30	
Resistenza Caratteristica Cilindrica	f_{ck}	24,9	[MPa]

Taglio Resistente $V_{rd} 621.69$ [MPa]

$V_{rd} < V_d$

La sezione necessita di armatura a taglio

ELEMENTI CON ARMATURA
TRASVERSALE RESISTENTI A TAGLIO

Diametro Delle Staffe	..	12	[mm]
Numero Braccia	..	5	[]
Passo delle staffe	..	20	[cm]
Inclinazione Puntone Compresso	..	45,02	[°]
Inclinazione Staffe	..	90	[°]
Area Armatura Trasversale a Taglio	..	565,49	[mmq]
Coef. maggiorativo	..	1,0	[]
Cotangente di θ <input type="radio"/> Auto ($V_{rsd}=V_{rcd}$)	θ	1	[]
f_{yd}	..	391,3	[MPa]
Resistenza a compressione ridotta	0.5 fcd	7,05	[MPa]

Resistenza offerta dall'armatura a taglio 2429,6 [kN]

Resistenza offerta dai puntoni 7746,4 [kN]

Taglio Resistente $V_{rd} 2429.6$ [kN]

$V_{rd} > V_d$

La sezione è verificata a taglio