

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO DEFINITIVO**

VAR0018 - Variante per la modifica del Piano Ferro del Bivio Fegino e Rilocalizzazione FA91

PIAZZALE IN91 - MURO DI SOSTEGNO MARCIAPIEDE

Strutture - Relazione di calcolo

GENERAL CONTRACTOR	ITALFERR S.p.A.
Consorzio Cociv Ing. N. Meistro	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
A 3 0 1	0 3	D	C V	C L	I N 9 1 0 0	0 0 3	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	3BA s.r.l.	24/11/17	COCIV	27/11/217	A. Mancarella 	27/11/17	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
		n. Elab.:				File: A301-03-D-CV-CL-IN-91-0-0-003_A00		

CUP: F81H92000000008

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">A301-03-D-CV-CL-IN91-00-003</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 14</p>

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	INQUADRAMENTO GENERALE E RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	6
4.	ANALISI DEI CARICHI.....	6
5.	ANALISI STRUTTURALE	7
5.1.	Verifiche geotecniche	9
5.1.1.	Verifica a traslazione	9
5.1.2.	Verifica a ribaltamento.....	10
5.1.3.	Verifica al carico limite fondazione	10
5.2.	Verifiche strutturali.....	12
5.2.1.	Base del fusto	12
5.2.2.	Sezione di suola più sollecitata.....	13

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	A301-03-D-CV-CL-IN91-00-003 <div style="float: right;">Foglio 4 di 14</div>

1. PREMESSA

Scopo della presente relazione sono i calcoli relativi ai muri di sostegno previsti nella zona del fabbricato PJ2 Fegino, facente parte delle opere per la realizzazione della linea Alta Capacità Milano – Genova.

La presente relazione fa parte del progetto definitivo ed è redatta allo scopo di verificare la correttezza dello schema strutturale, individuare le dimensioni degli elementi strutturali e stabilire il valore dell'incidenza di armatura.

L'opera in esame presenta un paramento di altezza 2.24 m (controterra per 2.04m) e spessore 50cm poggiante su una ciabatta di fondazione di spessore 50cm e larghezza circa 2.20m.

Per tutti i dettagli si rimanda agli elaborati grafici del progetto definitivo.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	A301-03-D-CV-CL-IN91-00-003 <div style="float: right;">Foglio 5 di 14</div>

2. INQUADRAMENTO GENERALE E RIFERIMENTI NORMATIVI

In relazione all'opera si sono assunti, in sede di progetto definitivo, i seguenti parametri geotecnici, più cautelativi rispetto a quelli di cui alla documentazione inerente l'inquadramento geologico e geotecnico dell'area:

angolo di attrito 30°
peso di volume 20 kN/mc
coesione nulla
falda non interagente con le fondazioni

Per la struttura in esame le verifiche sismiche del paragrafo D del DM 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" possono omettersi in quanto muro di sostegno con altezza inferiore ai 3m.

I calcoli di seguito esposti sono stati sviluppati con riferimento alle seguenti normative:

Legge 5/11/1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere in cemento armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

D.M. 14/02/1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (valido per il metodo di verifica alle tensioni ammissibili).

Circ. Min 24/06/1993 n. 37406: "Istruzioni relative alle Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (valido per il metodo di verifica alle tensioni ammissibili).

D.M 9/01/1996: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".

Circ. Min. 15/10/1996 n. 252: "Istruzioni relative alle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".

D.M. 16/01/1996: "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi".

Circ. Min 4/07/1996 n. 156 STC: "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche relative ai criteri per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi".

L. 2/02/1974 n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

D.M. 16/01/1996: "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica".

Circ. Min. 10/04/1997 n. 65: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16/11996".

D.M. 11/03/1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

Circ. Min. 24/9/1988 n. 30483: "Norme tecniche per terreni e fondazioni: istruzioni applicative del D.M. 11/3/1988".

Ente Ferrovie dello Stato – Divisione tecnologie e sviluppo del sistema servizio Alta Velocità – Manuale di progettazione esecutiva.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">A301-03-D-CV-CL-IN91-00-003</p> <p style="text-align: right;">Foglio 6 di 14</p>

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo per strutture portanti in fondazione:

- Classe di resistenza C 25/30
- Resistenza caratteristica cubica $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
- Modulo di elasticità longitudinale: $E = 30000 \text{ N/mm}^2$
- Modulo di elasticità tangenziale: $G = 12930 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo per strutture portanti in elevazione:

- Classe di resistenza C 32/40
- Resistenza caratteristica cubica $R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$
- Modulo di elasticità longitudinale: $E = 30000 \text{ N/mm}^2$
- Modulo di elasticità tangenziale: $G = 12930 \text{ N/mm}^2$

Acciaio per armature:

- Barre ad aderenza migliorata tipo B450C (ex Fe B 44 k)
- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} > 430 \text{ N/mm}^2$

4. ANALISI DEI CARICHI

Peso proprio degli elementi strutturali

Il peso degli elementi strutturali in c.a. è preso in conto in funzione della geometria in sezione e con peso di volume 25 kN/mc .

Spinta del terreno

La spinta laterale del terreno in condizioni statiche è calcolata secondo la formulazione di Rankine e con riferimento ai parametri geotecnici anzidetti. Per quello che concerne l'attrito muro / terreno si fa riferimento ad un valore variabile fra $2/3$ dell'angolo di attrito e l'angolo di attrito stesso (vedi Bowles).

Carico accidentale

Si assume un carico accidentale di 20 kPa . In condizioni sismiche si assume la presenza di tale sovraccarico con riferimento ad un coefficiente parziale uguale a 0.50 .

I calcoli di cui al seguito sono effettuati con riferimento alla teoria delle tensioni ammissibili.

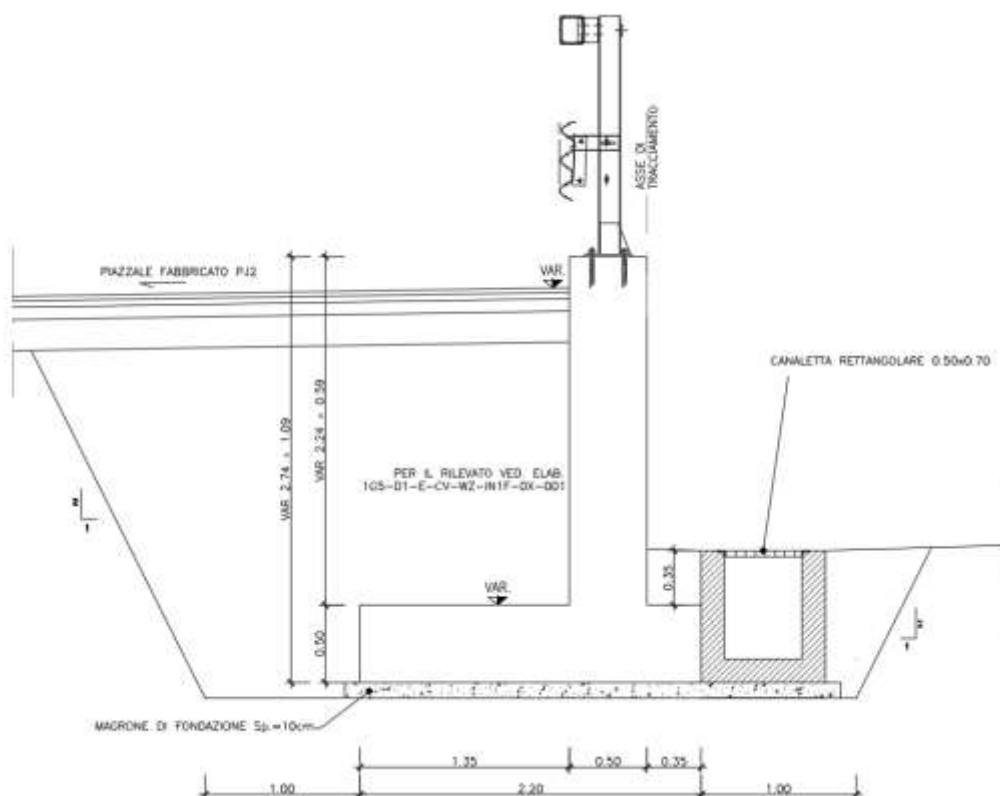
5. ANALISI STRUTTURALE

La struttura è analizzata mediante la classica formulazione statica del corpo rigido valutando i diversi contributi di carico favorevoli e sfavorevoli alla stabilità del muro:

- Pesi propri e carichi permanenti
- Spinta del terreno
- Azioni dovute alla presenza del sovraccarico accidentale

In funzione di quanto sopra si valutano in primo luogo le condizioni di stabilità del muro nei confronti della traslazione e della rotazione. Poi si effettua anche la valutazione inerente la capacità portante.

Da ultimo, si determinano le sollecitazioni sugli elementi strutturali (sforzo normale, momento flettente e taglio) e si provvede al dimensionamento e alla verifica delle armature.



Di seguito si riporta il dettaglio dei calcoli effettuati:

Sovraccarico uniforme $q = 2000 \text{ daN/mq}$

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI
TERRENO DI MONTE

Descrizione	Simbolo	Dim.	u.m.
Angolo di attrito interno	ϕ_m	30	gradi
Peso specifico	γ_m	2.0	tm^3
Angolo di attrito terra-muro ($\leq 0.6 \cdot \phi_m$)	δ	20	gradi

TERRENO DI FONDAZIONE

Descrizione	Simbolo	Dim.	u.m.
Angolo di attrito interno	ϕ_{ff}	30	gradi
Peso specifico	γ_{ff}	2.0	tm^3
Angolo di attrito terra-fondazione (ϕ_{ff})	δ_{ff}	30	gradi
Coesione	c'	0.00	tm^3
Coefficiente d'attrito terra-fondazione	$\tan \delta_{ff}$	0.577	

MURO

Descrizione			
Peso specifico del muro	γ_m	2.5	tm^3

 Coeff. Spinta in condizioni statiche $K_a = 0.297$

5.1. Verifiche geotecniche

Calcestruzzo	1	1.1	[m ³]			
	2	1.025	[m ³]			
	3	0	[m ³]			
				Volume [m ³]	γ (cls) [KN/m ³]	Peso (cls) [KN]
				2.125	25	53.125

Peso cls

Terreno di riporto						
				Volume [m ³]	γ (ter) [KN/m ³]	Peso (cls) [KN]
				2.7675	20	55.35

Sovraccarico			
	[KN/m ²]	Peso [KN]	
		20	27

Peso totale 135.475 [KN]

Spinta terreno 19.312 [KN]

Spinta sovracc. 15.147 [KN]

Spinta totale 34.459 [KN]

5.1.1. Verifica a traslazione

$$F_s = \frac{(W + P_v) \cdot \tan \delta + C \cdot B}{P_k} > 1.3$$

1.430 > 1,3

5.1.2. Verifica a ribaltamento

Momento stabilizzante

	F	b	M stab.
1	27.5	1.1	30.250
2	25.625	0.6	15.375
terreno	55.35	1.525	84.409

130.03375 [KN*m]

Momento ribaltante

b	M ribal.
0.850	16.4156
1.28	19.3124

35.7280 [KN*m]

$$F_s = \frac{W \cdot a}{P_H \cdot h - P_V \cdot b} > 1.5$$

3.6395 > 1,5

5.1.3. Verifica al carico limite fondazione

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

Calcolo B

M_{tot} 94.30576 [KN*m]

$$M_{tot} = M_{stab} - M_{rib}$$

e_a 0.696112

$$e_A = M_{tot} / W_{tot}$$

e 0.403888 [m]

$$e = B/2 - e_A$$

B 1.392224 [m]

$$B_R = B - 2e$$

Considerando

Fondazione nastroforme

s=1

Piano di posa orizzontale b=1

Piano di campagna orizzontale g=1

Trascurando l'approfondimento d=1

No falda $\gamma' = \gamma$ [KN/m³]

Per $\varphi' =$ [rad]

$\varphi=30$	N_γ	22.4
	N_q	18.4

q' [KN] q' deriva dalla spinta passiva

i_γ $i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{N}\right]^{m+1}$

i_q $i_q = \left[1 - \frac{H}{N}\right]^m$

Utilizzeremo la formula semplificata di Brinch-Hansen per calcolare la capacità portante secondo:

$$q_{lim} = 1/2 \cdot \gamma' \cdot B_R \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma + q' \cdot N_q \cdot i_q$$

[KN/m²]

$$q_{serv} = W / (B_r \cdot 1m)$$

[KN/m²]

$$F_s = q_{lim} / q_{serv}$$

>

5.2. Verifiche strutturali

5.2.1. Base del fusto

Sezione A-A

Sforzo N_{sd}	<input type="text" value="25.625"/> [KN]	Derivante dal peso proprio del muro
Sforzo M_{sd}	<input type="text" value="21.010"/> [KN*m]	Derivante dalla spinta del terreno e dalla componente orizzontale del sovraccarico per il loro relativo braccio
Sforzo T_{sd}	<input type="text" value="24.658"/> [KN]	Derivante dalla spinta del terreno e dalla componente orizzontale del sovraccarico

Armatura verticale

$$A_r = \frac{M}{0,9 \cdot d \cdot \sigma_t} \quad \text{input: } 1.91038 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Adottiamo 5Ø16 da passo [cm]

ω μ ν campo 2

Verifica a taglio

$$V_{sd} \leq V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_l)] \cdot b \cdot d$$

τ_{rd}

k

ρ_l

< [KN]

Armatura di ripartizione sarà 50% dell'area ferri verticale [cm²]

Adottiamo Ø12/20" [cm²]

Spilli min 6Ø10 al m²

5.2.2. Sezione di suola più sollecitata

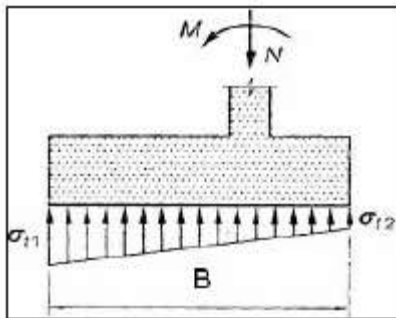
Sezione B-B

M causato da muro, terreno e q (orario) [KN*m]

Reazioni del terreno alla base della fondazione

N	<input type="text" value="135.475"/> [KN]
M	<input type="text" value="35.7280"/> [KN*m]

e < B/6 Carico nel terzo medio



σ_{t1}

σ_{t2}

Momento causato dal terreno (antiorario) [KN*m]

Sforzo M_{sd} [KN*m]

Sforzo T_{sd} [KN]

Armatura verticale

$$A_v = \frac{M}{0,9 \cdot d \cdot \sigma_s} \quad \text{input: } \text{input type="text" value="3.43419"/> \text{ [cm}^2\text{]}$$

Adottiamo 5Ø16 da passo [cm]

 ω

0.0571

 μ

0.001148

 ν

0.001129

campo 2

Verifica a
taglio

$$V_{sd} \leq V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_1)] \cdot b \cdot d$$

 T_{rd}

0.028

k

1.13

 ρ_1

0.0021

$$T_{sd} < 191.1689 \text{ [KN]}$$

Armatura di ripartizione sarà 50% dell'area ferri verticale

5.025 [cm²]

Adottiamo Ø12/20"

5.66 [cm²]

Spilli min

6Ø10 al m²