

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA

PROGETTO DEFINITIVO

VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA

VARIANTE DI BONORVA - TORRALBA

Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

SCALA:

-

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

RR0H 04 D 13 CL IF0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	A. Giavarella <i>AG</i>	15 Marzo 2018	M. Villani <i>MV</i>	15 Marzo 2018	L. Paoletti <i>LP</i>	15 Marzo 2018	L. Berardi 15 Marzo 2018

File: RR0H04D13CLIF0000001A

n. lab.: 268-1

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	CARATTERISTICHE FFP VARIANTE DI BONORVA	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
4	MATERIALI	10
4.1	Calcestruzzo	10
4.2	Acciaio da armatura ordinaria	10
5	COMBINAZIONI DEI CARICHI	11
6	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA MANUFATTO FFP SEZIONE TIPO IN RILEVATO	13
6.1	Carichi permanenti	13
6.2	Carichi ferroviari	14
6.3	Carichi variabili non ferroviari	16
6.4	Modellazione agli elementi finiti	17
6.5	Verifiche a pressoflessione, a taglio e a fessurazione	23
7	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA MANUFATTO FFP MANUFATTO FFP SEZIONE TIPO IN TRINCEA	27
8	RIEPILOGO INCIDENZA ARMATURE	30

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BONORVA - TORRALBA					
Fire Fighting Point (FFP) <i>Relazione descrittiva e di calcolo</i>	COMMESSA RR0H	LOTTO 04	CODIFICA D13CL	DOCUMENTO IF0000001	REV. A	FOGLIO 3 di 30

1 INTRODUZIONE

In ottemperanza al REGOLAMENTO (UE) N. 1303/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità (STI) concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea, è prevista, per le gallerie di lunghezza superiore a 1000 m, la realizzazione di Punti Antincendio (nel seguito Fire Fighting Points). In particolare le STI, le cui indicazioni sono state recepite nel Manuale di Progettazione RFI, prescrivono che, all'esterno di entrambi gli imbocchi di ciascuna galleria di lunghezza superiore a 1 km, sia realizzato un FFP.

I Fire Fighting Points (FFP) sono apposite zone in cui arrestare il treno incendiato al fine di consentire l'esodo dei passeggeri, l'intervento delle squadre di soccorso dei Vigili del Fuoco, la messa a terra della linea di contatto mediante dispositivi fissi (Sistema di Messa a Terra della Linea di Contatto in Sicurezza - STES) e il trattamento antincendio del treno stesso.

Per consentire l'esodo in sicurezza dei passeggeri l'FFP comprende un marciapiede caratterizzato da:

- caratteristiche geometriche: larghezza di 2 m ed altezza cm rispetto al piano ferro pari a 55 centimetri
- lunghezza pari alla lunghezza del treno di massima capacità ammesso a circolare sulle tratte in cui la galleria si trova, che nel caso della variante di Bonorva è pari a 180 metri.

Sul marciapiede è presente inoltre un impianto idrico antincendio a idranti - che potrà essere a secco o ad "acqua morta" - costituito da:

- una rete idranti UNI 45 disposti sul marciapiedi parallelamente alla galleria con un passo di 125 m;
- una condotta di adduzione primaria in materiale plastico annegata nel marciapiedi e protetta REI 60;
- condotte di derivazione per l'alimentazione degli idranti;
- saracinesche di intercettazione ad ogni derivazione per l'alimentazione degli idranti;
- sfiati, ammortizzatori per le sovrappressioni, valvole di scarico, valvole di non ritorno, accessori e valvolame vario;
- attacchi motopompa VVF del tipo UNI 70/UNI 100.

Fire Fighting Point (FFP)

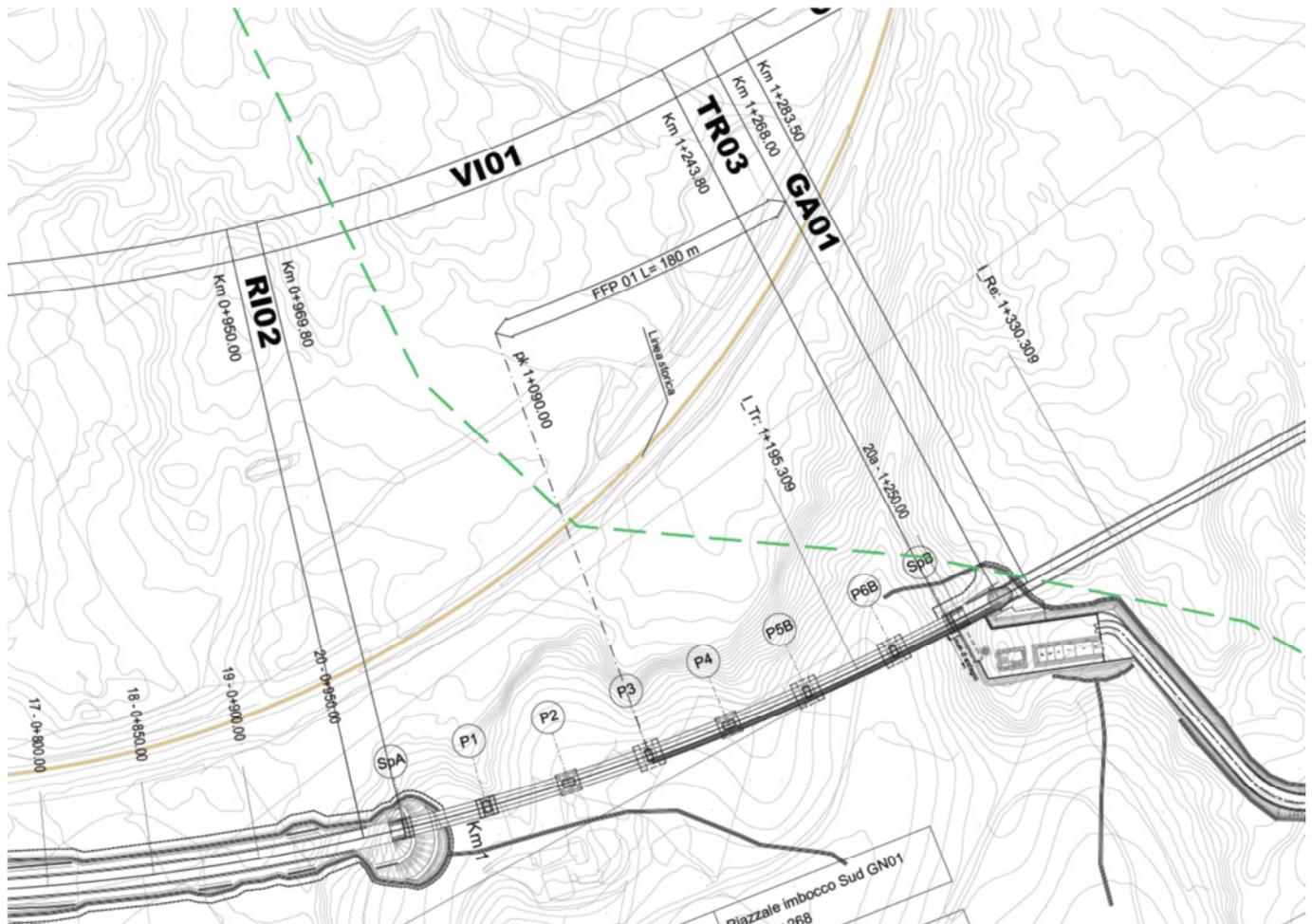
Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	4 di 30

2 CARATTERISTICHE FFP VARIANTE DI BONORVA

Lungo la variante di Bonorva sono presenti 2 Fire Fighting Points.

Il primo, denominato FFP01, è ubicato prima dell'imbocco sud della GN01, tra la pk 1+243,90 e pk1+268.00, come riportato nello stralcio planimetrico che segue:



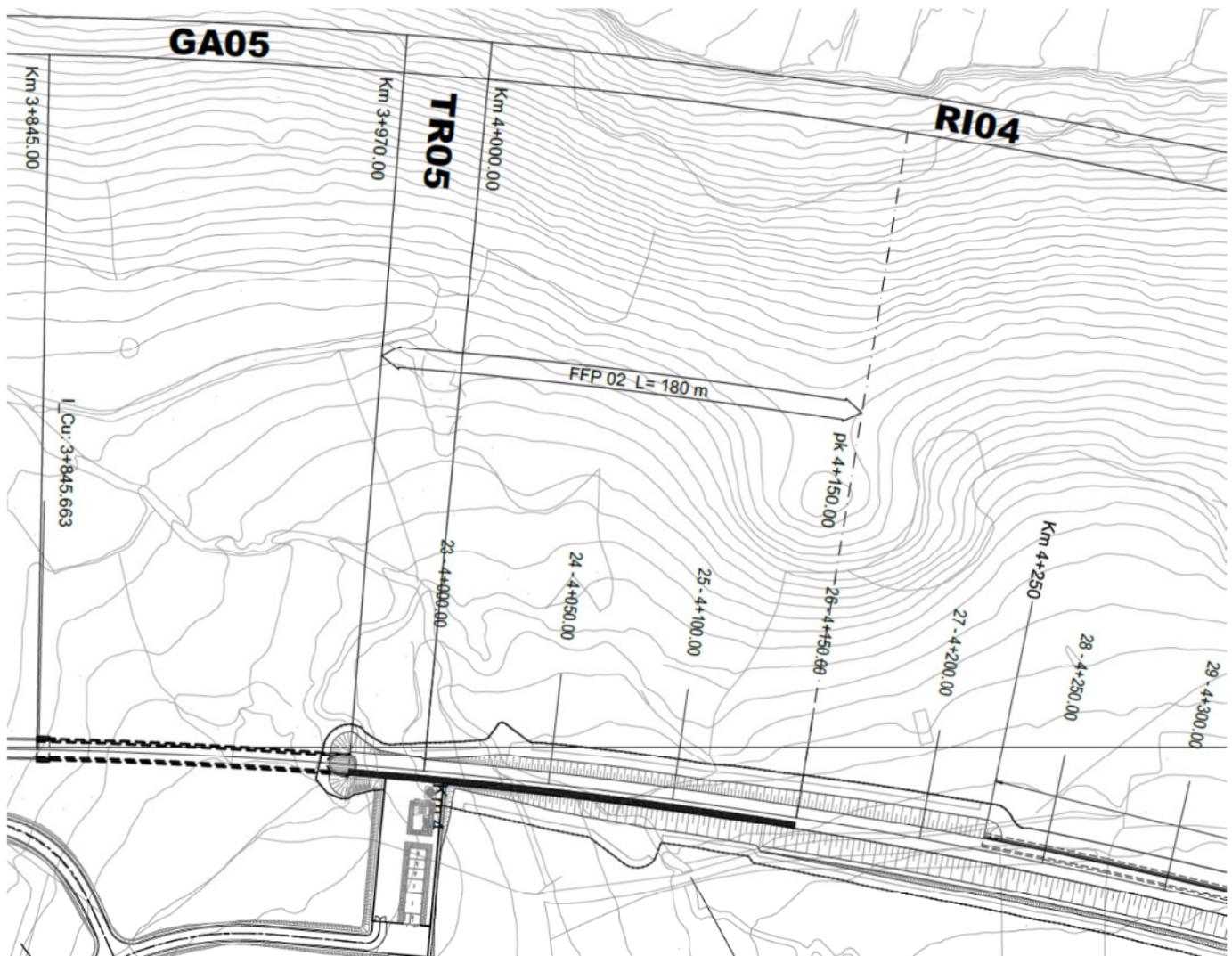
Esso ricade in parte in corrispondenza della trincea TR03 e in parte sul viadotto VI01.

Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	5 di 30

Il secondo, denominato FFP02, è localizzato all'imbocco nord della GN02 tra la pk 3+970 e pk4+150.00, e ricade in parte in trincea (TR05) e in parte in in rilevato (RI04).



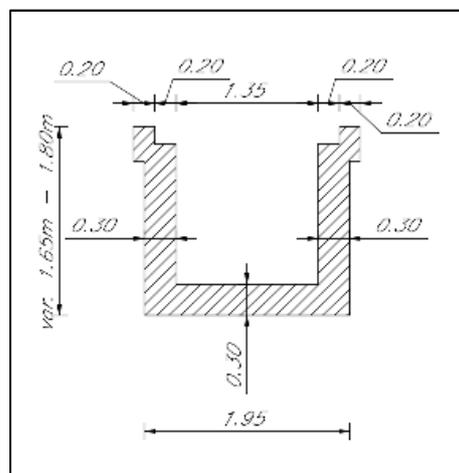
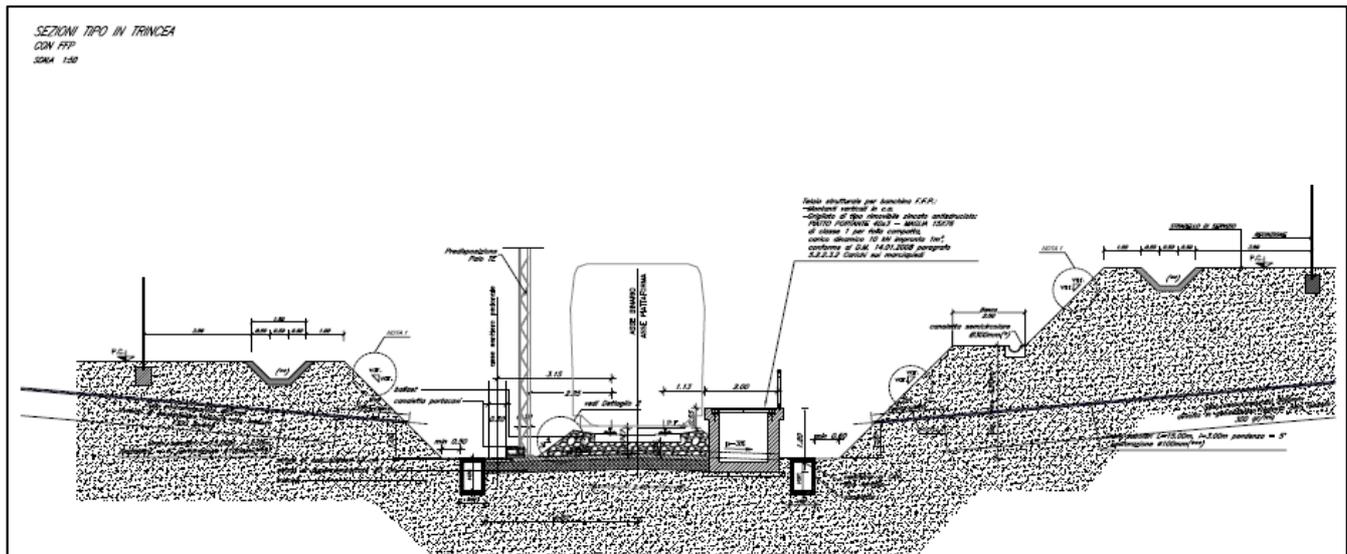
Le sezioni ferroviarie tipologiche che alloggianno il marciapiede e gli impianti dell'FFP sono di seguito riportate.

Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	6 di 30

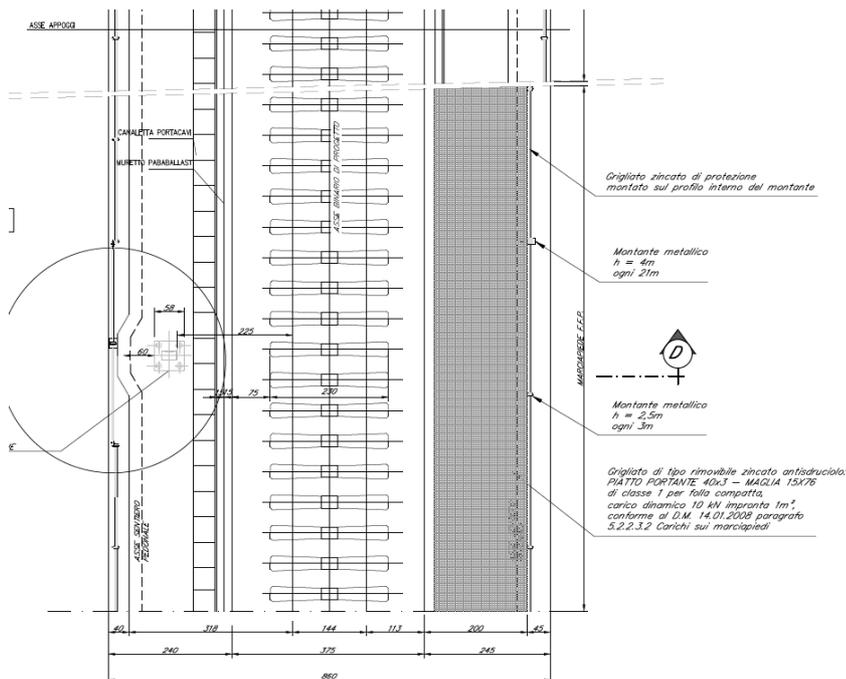
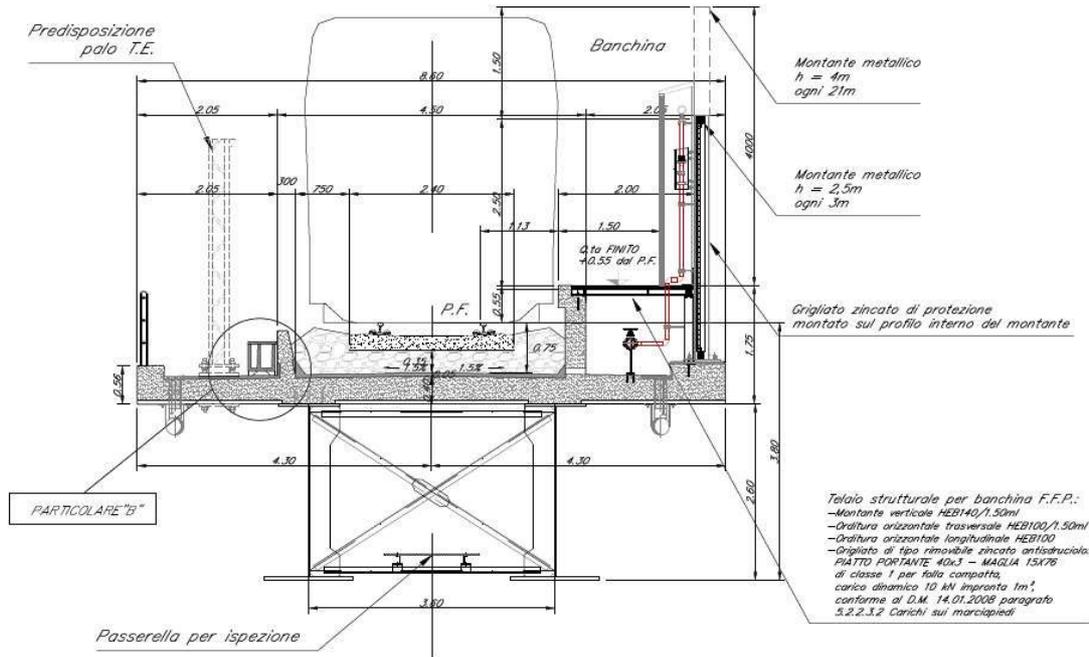
Nei tratti in **trincea** la sezione tipo di seguito riportata illustra la disposizione del manufatto per la realizzazione del marciapiede dell'FFP.



Manufatto in c.a. per FFP in trincea

Il piano di calpestio del marciapiede è realizzato con un grigliato metallico zincato removibile antisdrucchiolo. In generale, per seguire la pendenza della livelletta e realizzare una distanza costante tra piano di calpestio e pieno ferro pari a 55 cm, l'altezza degli elementi verticali del manufatto è variabile da 1.50 m a 1.80m circa.

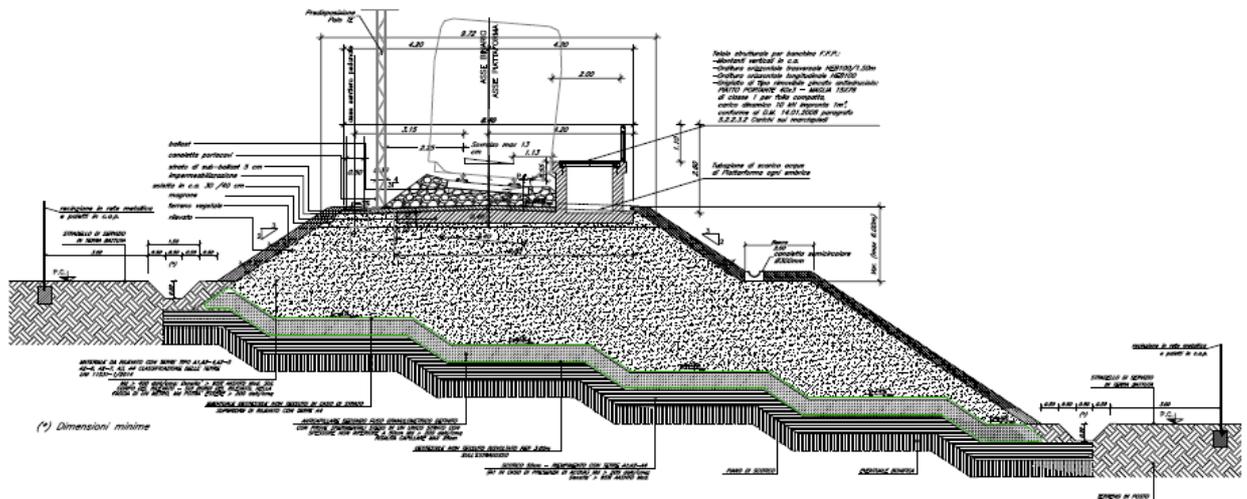
Nei tratti in **viadotto** la sezione tipo di seguito riportata illustra la disposizione del manufatto per la realizzazione del marciapiede dell'FFP.



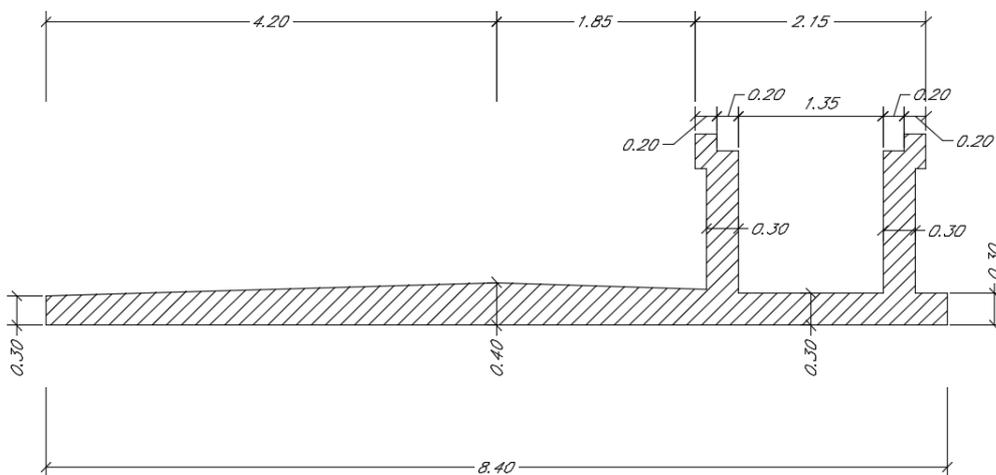
Il manufatto del marciapiede è realizzato con un piedritto verticale in c.a. gettato in opera, che è parte integrante delle strutture in c.a. della piattaforma (soletta impalcato) e, al fine di limitarne il peso proprio, con una montante metallico che realizza, oltre che l'elemento verticale di appoggio per il grigliato metallico del piano di calpestio, anche la funzione di parapetto.

Nei tratti in cui il FFP ricade su un **rilevato** la sezione tipo è raffigurata nel seguito.

SEZIONI TIPO IN RILEVATO (sezione B-B)
CON FFP
Scala 1:50



Al fine di evitare risentimenti al bordo del rilevato (zona meno compattata), in corrispondenza della sezione tipo in rilevato, il manufatto in c.a. per realizzare il marciapiede dell'FFP presenta una soletta in c.a. che consente una maggiore distribuzione delle sollecitazioni su tutta la superficie superiore del rilevato.



Manufatto in c.a. per FFP in rilevato (altezza elementi verticali variabile da 1.55m a 1.80m circa)

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086: *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.*
- D.P.R. n. 380/2001 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- D.M. del 14.01.2008 “*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*” (G.U. n.29 del 04.02.2008);
- Circolare del 02.02.2009 contenente le istruzioni per le l’applicazione delle “*Nuove norme tecniche per le costruzioni*” di cui al D.M. del 14.01.2008 (G.U. n.47 del 26.02.2009).
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A: “*Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - sez.2 : Ponti e strutture*” del 30/12/2016.
- RFI DTC SI CS MA IFS 001 A: *Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - sez.3. : Corpo stradale*” del 30/12/2016.
- 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.
- EN 1992-1 “*Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1 : Regole generali e regole per edifici*”
- EN 1997-1 “*Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica- Parte 1 : Regole generali.*”

Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	10 di 30

4 MATERIALI

4.1 Calcestruzzo

- *Magrone di fondazione*

Classe C12/15

Peso specifico $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Modulo elastico $E = 30 \text{ GPa}$

Resistenza cilindrica $f_{ck} = 12 \text{ MPa}$

Resistenza cubica $R_{ck} = f_{ck} / 0.83 = 14,5 \text{ MPa}$

- *Strutture in cemento armato per l'FFP*

Classe C32/40

Peso specifico $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Modulo elastico $E = 30 \text{ GPa}$

Resistenza cilindrica $f_{ck} = 32 \text{ MPa}$

Resistenza cubica $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$

Classe di esposizione = XC4

4.2 Acciaio da armatura ordinaria

Acciaio tipo B450 C ($f_{yk} = 450 \text{ MPa}$)

Tensione di snervamento di calcolo $f_{yd} = f_{yk}/1.15 = 391 \text{ MPa}$

Modulo elastico $E_s = 200 \text{ GPa}$

Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	11 di 30

5 COMBINAZIONI DEI CARICHI

I calcoli di dimensionamento e verifica sono stati condotti adottando le condizioni più penalizzanti prodotte dalle due combinazioni carico per le verifiche geotecniche di sotto riportate con i rispettivi parametri di calcolo:

- combinazione 1: A1+M1+R1

- combinazione 2: A2+M2+R2

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	γ_{tan}	1,00	1,25
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qc}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_s	1,00	1,00

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR (Tabella 6.5.I)

Verifica	Coefficienti parziali	
	R1	R2
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00
Scorrimento	1,00	1,00
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00
Stabilità globale		1,10

Combinazioni di carico allo Stato Limite Ultimo (SLU)

Combinazione fondamentale:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Combinazione per lo SLU di fatica:

Combinazione di base per il carico non ciclico (equivalente alla combinazione SLE frequente):

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} (\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})$$

Combinazione ciclica:

$$\left(\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} (\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}) \right) + Q_{fat}$$

Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	12 di 30

- Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Combinazione caratteristica (rara):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{k2} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Combinazione frequente:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Combinazione quasi permanente:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

- Riepilogo coefficienti

Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni SLU A1

Carichi permanenti	$\gamma_{G1} =$	1.35
Carichi permanenti non strutturali	$\gamma_{G2} =$	1.5
Carichi variabili da traffico	$\gamma_Q =$	1.45
Carichi variabili	$\gamma_{Qk} =$	1.5

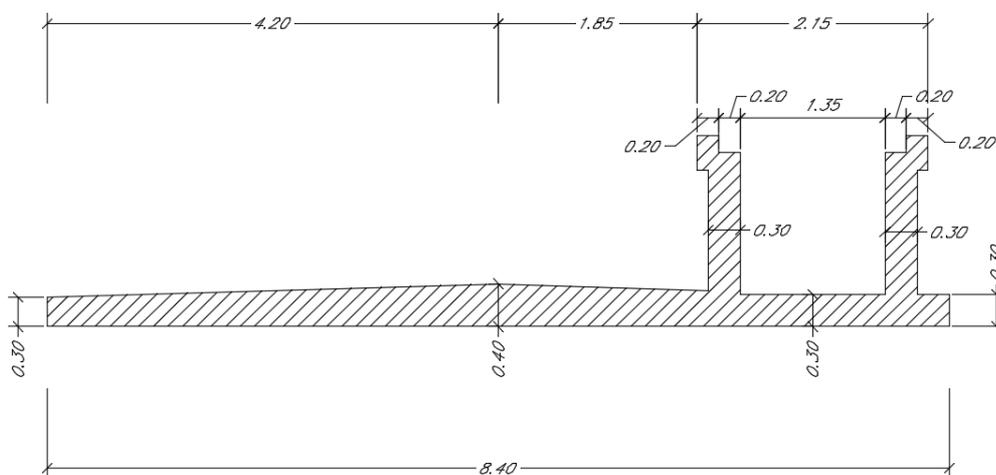
Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni SLU A2

Carichi permanenti	$\gamma_{G1} =$	1
Carichi permanenti non strutturali	$\gamma_{G2} =$	1.3
Carichi variabili da traffico	$\gamma_Q =$	1.25
Carichi variabili	$\gamma_{Qk} =$	1.3

Coefficiente di combinazione ψ delle azioni

		ψ_2	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0.8	0.5	0

6 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA MANUFATTO FFP SEZIONE TIPO IN RILEVATO



6.1 Carichi permanenti

Sono stati adottati i seguenti pesi specifici dei materiali da costruzione:

Cemento armato : $\gamma_c = 25.00 \text{ KN/m}^3$

Acciaio strutturale : $\gamma_s = 78.50 \text{ KN/m}^3$

Il carico permanente sulla soletta dovuto al ballast vale circa 14,4 kN/mq, è approssimato a 15 kN/mq nei calcoli eseguiti ed è applicato, a favore di sicurezza, a tutta la lunghezza della soletta, sottostante i binari.

Il ballast esercita inoltre una spinta orizzontale sul piedritto adiacente al binario.

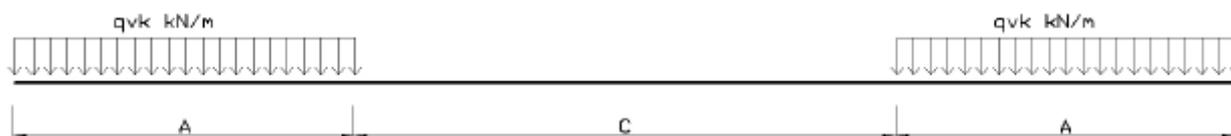
Sul piedritto opposto, il agisce la spinta del terreno costituite il piazzale di emergenza, adiacente all'FFP.

Di seguito si riportano lo schema dei carichi adottato (i valori sono in kN/ml agenti su porzioni a metro lineare della struttura)

Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	15 di 30



	Qwk (KN/m)	A (m)	C(m)
SW/2	150	25.00	7.00

La diffusione trasversale dei carichi è effettuata a partire dall'intradosso della traversa nell'ipotesi di ripartizione nel ballast con rapporto 4/1, su una fascia di carico di lunghezza pari 2,60m.

Pertanto il carico di 250 kN/m va distribuito su questa lunghezza, producendo un carico equivalente di circa 60 kN/m.

Per il rilevato e il ballast sono stati considerati i seguenti valori dei parametri meccanici:

Rilevato

$$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$$

$$\varphi' = 35^\circ \text{ (} k_a = 0,42 \text{)}$$

Ballast

$$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$$

$$\varphi' = 38^\circ \text{ (} k_a = 0,38 \text{)}$$

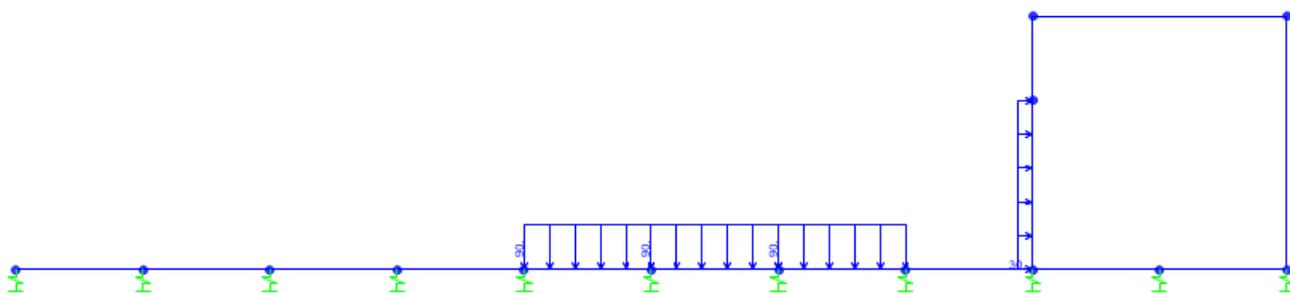
Sul piedritto contiguo al binario agisce una spinta orizzontale, uniformemente ripartita, dovuta al transito del convoglio ferroviario.

Di seguito si riportano lo schema dei carichi adottato (i valori sono in kN/ml agenti su porzioni a metro lineare della struttura)

Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	16 di 30



Schema di carico ferroviario

6.3 Carichi variabili non ferroviari

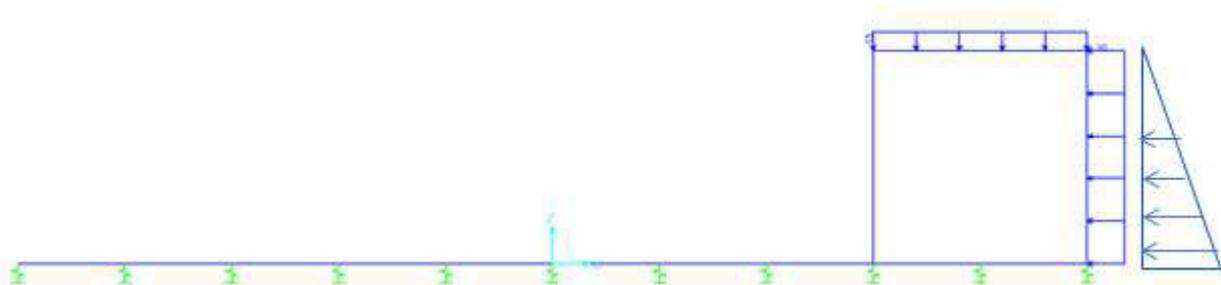
Sul piano di calpestio del marciapiede dell'FFP si considera un carico di 10 kN/mq (folla).

Sul piedritto opposto al binario agisce, oltre alla spinta del terreno, una spinta orizzontale, uniformemente ripartita, corrispondente alla presenza di mezzi di soccorso e/o manutenzione (sovraccarico accidentale assunto pari a 20 kN/mq).

Di seguito si riportano lo schema dei carichi adottato (i valori sono in kN/ml agenti su porzioni a metro lineare della struttura)

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BONORVA - TORRALBA</p>					
<p>Fire Fighting Point (FFP) <i>Relazione descrittiva e di calcolo</i></p>	<p>COMMESSA RR0H</p>	<p>LOTTO 04</p>	<p>CODIFICA D13CL</p>	<p>DOCUMENTO IF0000001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 17 di 30</p>

Schema di carico variabile non ferroviario



6.4 Modellazione agli elementi finiti

Il modello è stato realizzato ed analizzato con l'ausilio del programma di calcolo SAP2000 della CSI. Gli elementi strutturali sono stati schematizzati mediante elementi monodimensionali tipo frame. Essi presentano caratteristiche geometriche e meccaniche in accordo con le proprietà reali dei materiali e delle sezioni che li rappresentano. Ciascuna asta è stata posizionata in corrispondenza dell'asse baricentrico degli elementi strutturali. L'interazione tra terreno e struttura è stata studiata ipotizzando un comportamento elastico del terreno.

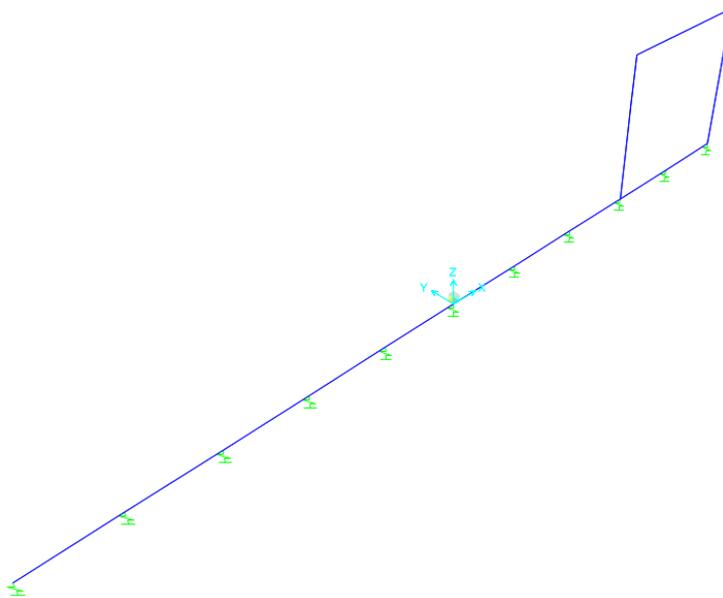
L'intera struttura è poggiata a terra su un letto di molle alla Winkler la cui rigidezza viene assegnata per unità di lunghezza di elemento. Il coefficiente di fondazione (Winkler) adottato nel modello è pari a $K = 15000 \text{ kN/m}^3$, tipico di terreni sciolti incoerenti compattati utilizzati per i rilevati ferroviari (modulo elastico rilevato ferroviario 40 MPa).

Si riportano di seguito immagini del modello sviluppato nel software SAP2000:

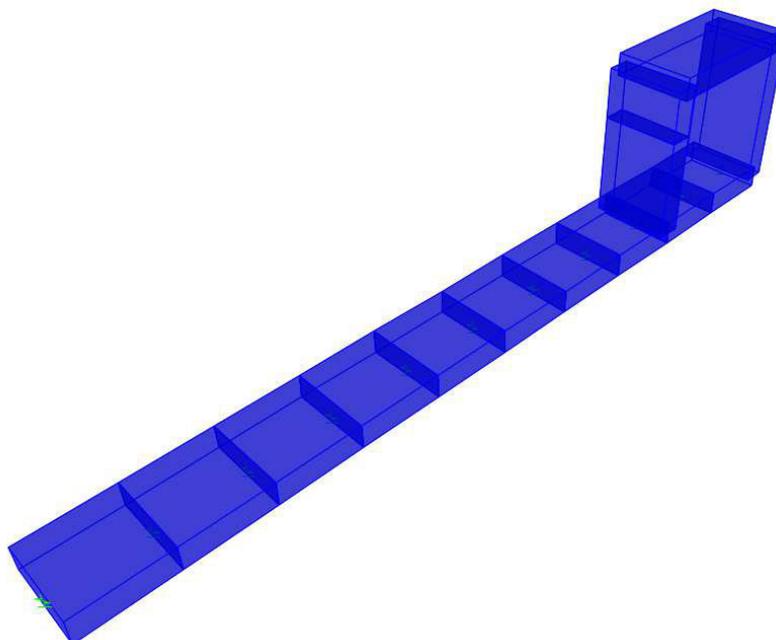
Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	18 di 30



Vista 3d elementi "frame" nel modello FEM

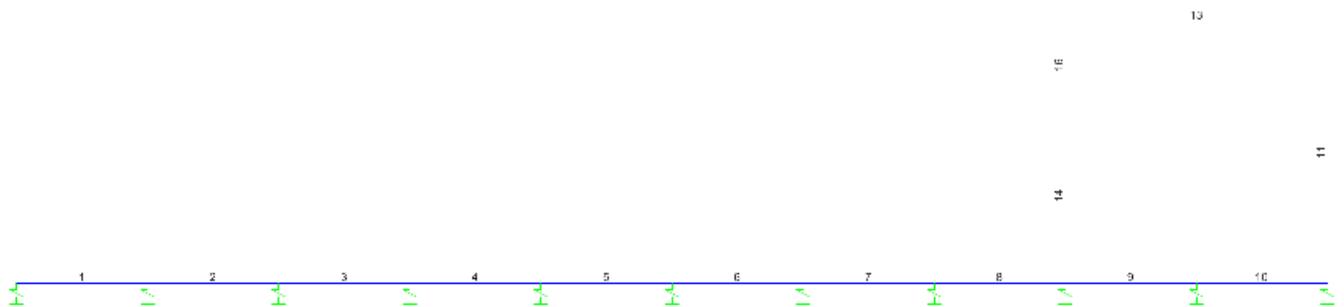


Vista estrusa 3d elementi "frame" nel modello FEM

Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

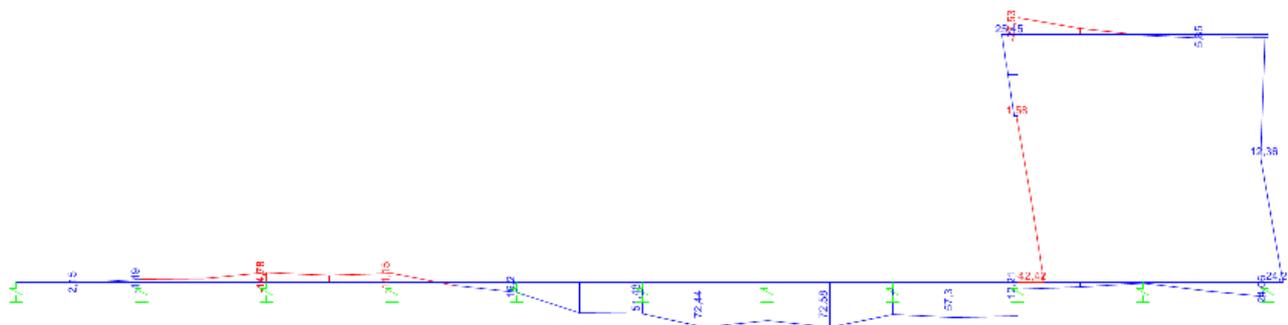
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	19 di 30



Numerazione elementi "frame" nel modello FEM

Si riportano di seguito i risultati della modellazione di cui sopra:

MOMENTO FLETTENTE



Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	21 di 30

Sollecitazioni agenti sugli elementi verticali del manufatto in c.a. dell'FFP

Frame	P	V2	M3
Text	KN	KN	KN-m
11	-8,703	-25,937	3,9231
11	-18,825	11,563	12,3597
11	-28,947	64,063	-24,2036
14	-61,683	-28,562	-42,4245
14	-54,935	-33,562	-21,5316
14	-48,187	-35,228	1,5836
16	-47,84	-29,062	6,0744
16	-44,466	-29,062	15,7616
16	-41,092	-29,062	25,4488

Sollecitazioni agenti sugli elementi orizzontali del manufatto in c.a. dell'FFP

Frame	P	V2	M3
Text	KN	KN	KN-m
1	0	-13,073	3,553E-14
1	0	4,488	2,1462
1	0	22,049	-4,4881
2	-40	-7,267	-4,4881
2	-40	10,294	-5,2449
2	-40	27,855	-14,7823
3	1,137E-13	-18,19	-14,7823
3	1,137E-13	-0,629	-10,0777
3	1,137E-13	16,932	-14,1537
4	-128	-47,916	-14,1537
4	-128	-30,355	5,4139
4	-128	-12,794	16,2011
5	-88	-97,843	16,2011
5	-88	-35,282	49,4821
5	-88	27,279	51,4826
6	-136	-73,204	51,4826
6	-136	-10,643	72,4442
6	-136	51,918	62,1252

Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	22 di 30

Sollecitazioni agenti sugli elementi orizzontali del manufatto in c.a. dell'FFP			
Frame	P	V2	M3
Text	KN	KN	KN-m
7	-104	-51,726	62,353
7	-104	10,835	72,5759
7	-104	73,396	51,5183
8	-120	-20,336	51,5183
8	-120	-2,775	57,2958
8	-120	14,786	54,2929
9	-96,938	5,295	12,2147
9	-96,938	10,356	8,3019
9	-96,938	15,417	1,8587
10	-80,938	-27,648	1,4736
10	-80,938	-22,587	14,0321
10	-80,938	-17,526	24,0602

Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	23 di 30

6.5 Verifiche a pressoflessione, a taglio e a fessurazione

Paramenti verticali

Sollecitazioni agenti sugli elementi verticali del manufatto in c.a. dell'FFP			
Frame	P	V2	M3
[]	KN	KN	KN-m
11	-28,947	64,063	-24,2036
14	-61,683	-28,562	-42,4245

Verifica a pressoflessione

Mediante il software di calcolo è stata eseguita la verifica a pressoflessione della sezione: disponendo 5Φ12 a metro lineare su entrambe le facce.

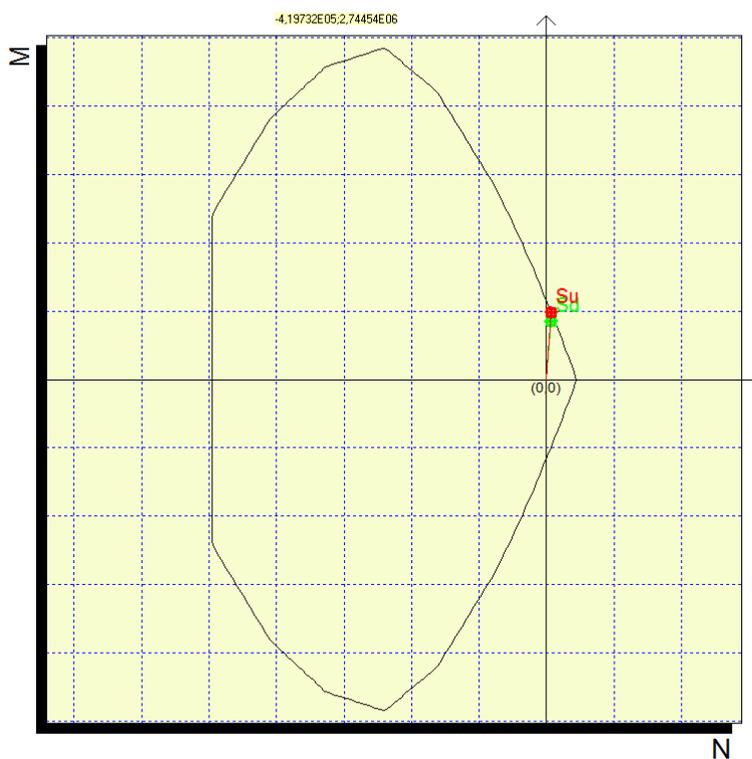
Come riportato nell'immagine che segue la verifica è soddisfatta con un fattore di sicurezza superiore a 1:

Mx: -424245
My: 0
N: 6168

Sovrapponi Curve
 Aggiungi alla relazione
 Curva M - N
 Curva Mx - My

Simmetria sezione
Nessuna

[Curva Mx/My = cost.]:
c.s.=1,15303754
Mx ultimo =-489170,409
My ultimo =0,
N ultimo =7111,936
[Curva N = cost.]:
c.s.=1,18073123
Mx ultimo =-500919,32
My ultimo =0,
N ultimo =6168,
Nmax =44255,44
Nmin =-495767,44



Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	24 di 30

Verifica a taglio

Mediante il software di calcolo PresFle+ è stata eseguita la verifica a taglio della sezione: disponendo una staffatura di $\Phi 10$ con passo 20cm la verifiche di norma risultano soddisfatte.

Mx	-424245
My	0
N	6168
Tx	0
Ty	6406

Direzione X: Armatura a taglio assente!
 ϕ staffe Y = 10
 Numero bracci Y = 2
 Passo staffe Y = 20
 Area staffe Y = 7.854 cm²/m
 bw X = 30 , hu X = 73.5
 bw Y = 100 , hu Y = 24
 Asl X = 2.26
 Asl Y = 0
 Tx = 0 , Ty = 6406

Resistenza a taglio senza armature
 Vcd X = 8346.61
 Vcd Y = 12804.81
 Tx/Vcd X + Ty/Vcd Y = 0.5 <= 1
 non serve armatura a taglio

resistenza a taglio per rottura delle bielle compresse
 Vrd,max X = 64369.65
 Vrd,max Y = 70062.21
 Tx/Vrd,max X + Ty/Vrd,max Y = 0.09 <= 1
 Resistenza staffe in direzione x
 Vrsd X = 0
 Tx/Vrsd X = 0 <= 1
 Resistenza staffe in direzione y
 Vrsd Y = 14430.97
 Ty/Vrsd Y = 0.44 < 1

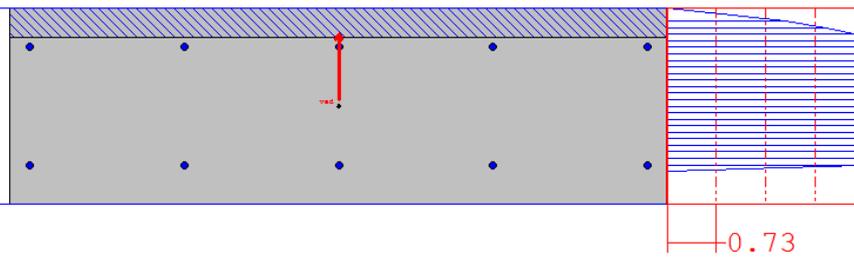
Verifica a taglio DM
14/01/2008

fyw,k 3913 7 s 1.15
 fck 332 7 c 1.5

Dir.X Dir.Y
 ast [mm] 0 10
 i st 0 20
 n. br. 0 2

Bw 30.00 100.00
 Hu 73.50 24.00
 Asl 2.26 0.00

Direzione X: Armatura a taglio



Verifica a fessurazione

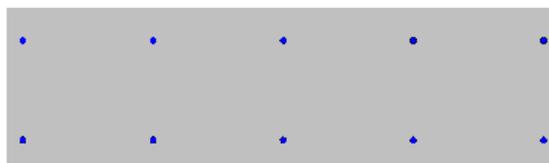
Mediante il software di calcolo PresFle+ è stata eseguita la verifica a fessurazione della sezione: come riportato nell'immagine che segue la verifica è soddisfatta

Mx -424245
 My 0
 N 6168

Es/Ec 15 Molt. diametro 7.5
 Passo (cm) 1 Rid. zona tesa 0.5
 Beta 1 1 Beta 2 0.8
 K 1 0.8
 K2 0.5
 fct 35
 fct,sr 35
 Copriferro 0
 Interferro 0
 fck 320

DM 96 EC2

Sezione non fessurata
 Sigma c max < fctd
 Sollecitazioni di fessurazione con fct,sr 35,
 Mx = -519161,6 daNcm
 My = 0,0 daNcm
 N = 7548,0 daN
 Eps,max acciaio = 0.000204



Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	25 di 30

Soletta di fondazione

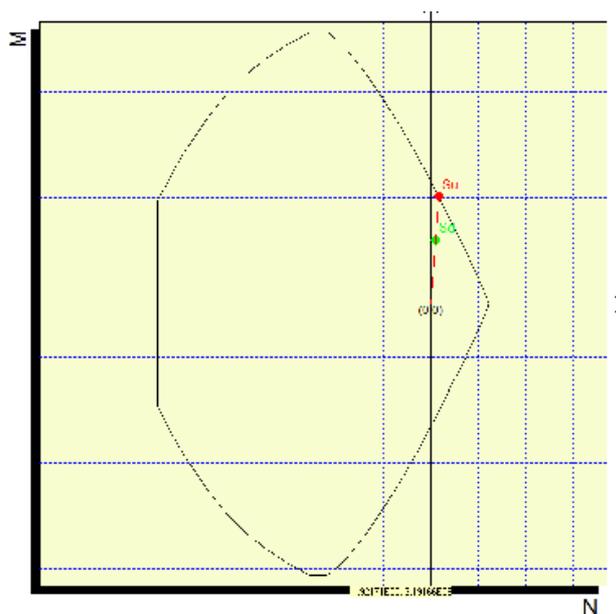
Solicitazioni agenti sugli elementi orizzontali del manufatto in c.a. dell'FFP			
Frame	P	V2	M3
Text	KN	KN	KN-m
5	-88	-97,843	16,2011
7	-104	10,835	72,5759
8	-120	-20,336	51,5183

Verifica a pressoflessione

Mediante il software di calcolo è stata eseguita la verifica a pressoflessione della sezione: disponendo 5 Φ 20 a metro lineare su entrambe le facce, la verifica è soddisfatta con un fattore di sicurezza superiore a 1:

Mx	725759
My	0
N	10400

[Curva Mx/My = cost.]:
c.s.=1,67886934
Mx ultimo =1218454,534
My ultimo =0,
N ultimo =17460,241
[Curva N = cost.]:
c.s.=1,78030075
Mx ultimo =1292069,292
My ultimo =0,
N ultimo =10400,
Nmax =122931,886
Nmin =-574443,886



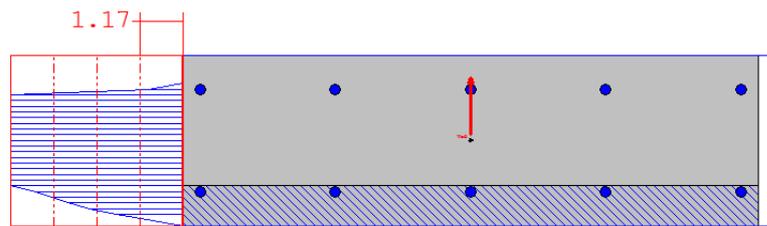
Verifica a taglio

Mediante il software di calcolo PresFle+ è stata eseguita la verifica a taglio della sezione: disponendo una staffatura di $\Phi 10$ con passo 20cm come la verifiche di norma risultano soddisfatte.

Mx	725759
My	0
N	10400
Tx	0
Ty	9784

Verifica a taglio DM
14/01/2008

f _{yw,k}	3913	γ_s	1.15
f _{ck}	332	γ_c	1.5
D _{ix}		D _{iy}	
est [mm]	0		10
i	0		20
n. br.	0		2
Bw	30.00		100.00
Hu	73.50		24.00
Asl	4.02		0.00



Direzione X: Armatura a taglio assente!
 σ staffeY = 10
 Numero bracciY = 2
 Passo staffeY = 20
 Area staffeY = 7.854 cm²/m
 b_wX = 30 , h_uX = 73.5
 b_wY = 100 , h_uY = 24
 AslX = 4.02
 AslY = 0
 T_x = 0 , T_y = 9784

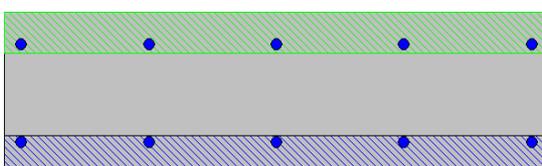
Resistenza a taglio senza armature
 V_{cd}X = 8346.61
 V_{cd}Y = 12804.81
 T_x/V_{cd}X + T_y/V_{cd}Y = 0.76 <= 1
 non serve armatura a taglio

resistenza a taglio per rottura delle bielle compresse
 V_{rd,max}X = 64369.65
 V_{rd,max}Y = 70062.21
 T_x/V_{rd,max}X + T_y/V_{rd,max}Y = 0.14 <= 1
 Resistenza staffe in direzione x
 V_{rsd}X = 0
 T_x/V_{rsd}X = 0 <= 1
 Resistenza staffe in direzione y
 V_{rsd}Y = 14430.97
 T_y/V_{rsd}Y = 0.68 < 1

Verifica a fessurazione

Mediante il software di calcolo PresFle+ è stata eseguita la verifica a fessurazione della sezione: come riportato nell'immagine che segue la verifica è soddisfatta poiché la sezione risulta fessurata tuttavia la fessurazione ha un'ampiezza minore dell'ampiezza limite (0,4).

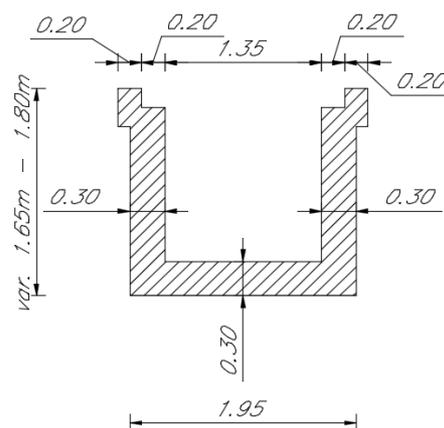
Ac,eff = 762,1 cm²
 As,eff = 15,7 cm²
 w_m = 0,317 mm
 w_d = w_m = 0,317 mm
 s_m = 335,0 mm
 E_{ps} = 0,0009465
 Copriferro = 5,0
 Interferro = 23,5
 Sollecitazioni di fessurazione con f_{ct,sr} 35,
 M_x = 572592,8 daNcm
 M_y = 0,0 daNcm
 N = 8205,2 daN



Mx	725759		
My	0		
N	10400		
Es/Ec	15	Molt. diametro	7.5
Passo (cm)	1	Rid. zona tesa	0.5
Beta 1	1	Beta 2	0.8
K 1	0.8		
K 2	0.5	<input checked="" type="checkbox"/>	
f _{ct}	24		
f _{ct,sr}	35		
Copriferro	5	<input checked="" type="checkbox"/>	
Interferro	23.5	<input checked="" type="checkbox"/>	
f _{ck}	320		

7 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA MANUFATTO FFP MANUFATTO FFP SEZIONE TIPO IN TRINCEA

Il manufatto in cemento armato per realizzare il marciapiede dell'FFP, nei tratti in cui esso ricade in trincea, dal punto di vista strutturale, cioè in termini di spessori e incidenze di armatura, è stato dimensionato con gli stessi criteri descritti al paragrafo precedente.



Nel seguito è riportata la **verifica a scorrimento** del manufatto, poiché, stante l'assenza della soletta sotto binario il manufatto in esame, deve garantire da solo un'adeguata resistenza alla spinta laterale del ballast e dei carichi ferroviari.

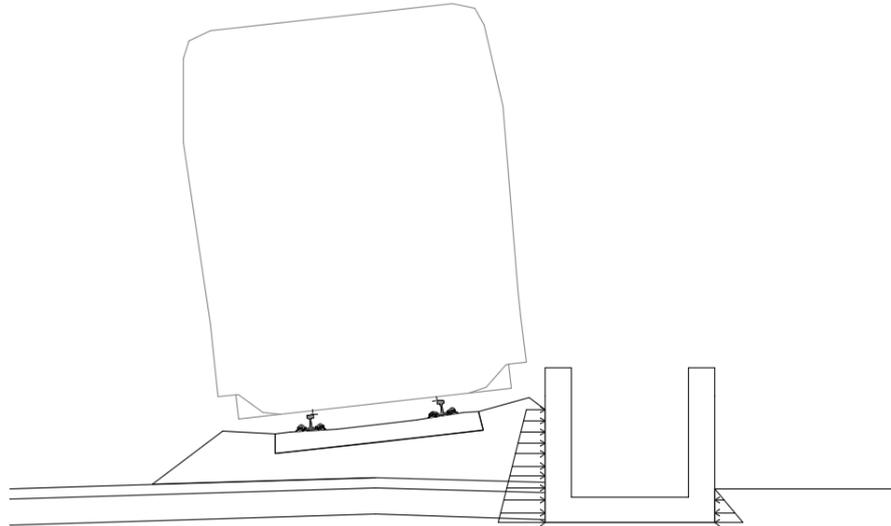
La verifica è effettuata, cautelativamente, non considerando la presenza dei carichi accidentali sul marciapiede e considerando, invece, la presenza del carico ferroviario (Traffico pesante: Treno SW/2).

Lo schema dei carichi applicati è rappresentato nella figura seguente.

Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	28 di 30



Il manufatto è contatto, mediante il magrone, con la porzione di formazione rocciosa (fascia alterata) che presenta valori angoli di attrito mai inferiori a 50° e valori di coesione efficace sempre maggiore di 80 KPa .

A favore di sicurezza, per tenere conto del disturbo delle operazioni di scavo, si considerano i seguenti valori ridotti dei parametri meccanici:

$$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$$

$$\varphi' = 45^\circ$$

$$c' = 0$$

Si considera come angolo di attrito ballast – muro un valore di paria $\delta = 30^\circ$

Tenendo inoltre conto della riduzione prevista dalle NTC 2008 della $\text{tg } \varphi'$ secondo un fattore pari a $1/1,25$, il valore di calcolo dell'angolo di attrito è pari a $\varphi'_{\text{calc}} = 39^\circ$ e il valore di calcolo dell'angolo attrito ballast – muro: $\delta_{\text{calc}} = 26^\circ$.

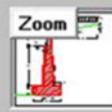
Nella verifica allo scorrimento si tiene conto del contributo offerto dalla spinta passiva presente sul piede del piedritto opposto a quello sollecitato dal ballast. Il contributo della spinta passiva resistente ($k_p = 1/k_a = 1/0,42 = 2,5$) ha distribuzione triangolare lungo lo spessore pari a 30 centimetri della soletta di fondazione.

Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	29 di 30

Nel prospetto di seguito sono riassunti i risultati delle verifiche eseguite con un software commerciale, dove si evince che il coefficiente di sicurezza allo scorrimento è pari a 1.21.

Altezza paraghiaia (m)	h1	0	Angolo attrito interno	φ^o	39	Ni	0	dN	0												
Spessore paraghiaia (m)	s1	0	Ang. attrito terra-muro	δ^o	26	Vi	-2.5	kN													
Inclinazione parete (%)	i	0	Ang. attrito fondazione	φ_f^o	39	Zoom 															
Altezza parete (m)	h2	2	Peso spec. terre [kN/m3]	γ_t	20																
Spessore in testa (m)	s2	0.3	Peso spec. muro [kN/m3]	γ_m	25																
Spessore alla base (m)	s3	0.3	Dati Sisma	K_v	0.0000	K_h	0.0000														
Altezza fondazione (m)	h3	0.3	N° lati terreno		2																
Sbalzo fond. contro terra	L1	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Lungh.</th> <th>Dislivello</th> <th>q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lato 1</td> <td>1.5</td> <td>0.5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Lato 2</td> <td>3.5</td> <td>0</td> <td>35</td> </tr> </tbody> </table>								Lungh.	Dislivello	q	Lato 1	1.5	0.5	0	Lato 2	3.5	0	35
	Lungh.	Dislivello	q																		
Lato 1	1.5	0.5	0																		
Lato 2	3.5	0	35																		
Larghezza totale fond.	L2	2	Calcolo	Visualizza																	

Parete		St	16,84	
St	13,87	kN	Sq	12,17
Sq	10,84	kN	Ss	0
Ss	0	kN	Si	0
Si	0	kN	V	22,82
M	8,931	kNm	N	42,72
N	24,33	kN	c. scor.	1,212
V	18,46	kN		

Fire Fighting Point (FFP)

Relazione descrittiva e di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	04	D13CL	IF0000001	A	30 di 30

8 RIEPILOGO INCIDENZA ARMATURE

I calcoli strutturali presentati per i manufatti in c.a. che realizzano il marciapiede dell'FFP permettono di riassumere le seguenti incidenze:

- Paramenti verticali e soletta del manufatto in trincea: 100 Kg/m³
- Paramenti verticali manufatto in viadotto 100 Kg/m³
- Soletta di fondazione sotto binario manufatto in rilevato: 150 Kg/m³
- Paramenti verticali manufatto in rilevato: 100 Kg/m³