

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI



PROGETTISTA:

Ing. Gaetano USAI

DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE

Ing. Piergiorgio GRASSO
Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE

SL05 – Prolungamento sottovia stazione

Relazione di calcolo impalcato

APPALTATORE		SCALA:
IMPRESA PIZZAROTTI & C. s.p.a. Dott. Ing. Sabino Del Balzo IL DIRETTORE TECNICO 24/02/2020		-

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

I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	C	L	S	L	0	5	0	0	0	0	1	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	I. Lardani 	24/02/2020	A. Tagliaferri 	24/02/2020	P. Grasso 	24/02/2020	Ing. Gaetano USAI

File: IF26.1.2.E.ZZ.CL.SL.05.0.0.001A.docx

n. Elab.:

Indice

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
2.1	NORMATIVE.....	5
2.2	ELABORATI DI RIFERIMENTO	6
3	MATERIALI.....	7
3.1	CALCESTRUZZO PER IMPALCATO	7
3.2	ACCIAIO PER PROFILATI E LAMIERE	8
3.3	ACCIAIO PER PIOLI	8
3.4	ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA.....	9
4	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	10
5	CRITERI DI CALCOLO.....	14
6	ANALISI DEI CARICHI	15
6.1	PERMANENTI STRUTTURALI (G1)	15
6.1.1	IMPALCATO TIPO A.....	15
6.1.2	IMPALCATO TIPO B.....	15
6.1.1	IMPALCATO TIPO C.....	15
6.2	PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)	16
6.2.1	IMPALCATO TIPO A.....	16
6.2.2	IMPALCATO TIPO B.....	16
6.2.3	IMPALCATO TIPO C.....	16
6.3	CARICHI VARIABILI VERTICALI	17
6.3.1	CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO (IMPALCATO TIPO B)	17
6.3.2	SOVRACCARICO ACCIDENTALE (IMPALCATO TIPO A - C).....	18
6.4	CARICHI VARIABILI ORIZZONTALI	19
6.4.1	AZIONI DI AVVIAMENTO E FRENATURA	19
6.4.2	SERPEGGIO	19
6.4.3	FORZA CENTRIFUGA	20
6.4.1	DERAGLIAMENTO	20
6.4.2	AZIONI DEL VENTO	22
6.4.1	AZIONI AERODINAMICHE INDOTTE DAL TRANSITO DEI CONVOGLI.....	26

6.4.2	AZIONI TERMICHE	26
6.4.3	AZIONI DA NEVE	26
6.5	RESISTENZE PARASSITE NEI VINCOLI	27
6.5.1	IMPALCATO TIPO A.....	27
6.5.2	IMPALCATO TIPO B.....	27
6.5.1	IMPALCATO TIPO C.....	27
6.6	AZIONI SISMICHE (E)	28
6.6.1	SPETTRI DI PROGETTO ALLO SLV	28
6.6.1	IMPALCATO TIPO A.....	29
6.6.2	IMPALCATO TIPO B.....	29
6.6.3	IMPALCATO TIPO C.....	29
7	COMBINAZIONI DI CARICO	31
8	ANALISI E VERIFICHE DELL'IMPALCATO IN ACCIAIO (TIPO B)	34
8.1	VERIFICHE DI RESISTENZA.....	34
8.2	VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ.....	35
9	ANALISI E VERIFICHE DELL'IMPALCATO A TRAVI INCORPORATE (TIPO C)	36
9.1	VERIFICHE DI RESISTENZA.....	36
9.2	VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ.....	37
10	AZIONI SUGLI APPOGGI.....	38
10.1	IMPALCATO A.....	40
10.2	IMPALCATO B.....	41
10.3	IMPALCATO C.....	42
10.4	RIEPILOGO.....	43
11	INCIDENZA.....	44

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0500 001</td> <td>A</td> <td>4 di 44</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	4 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	4 di 44								

1 PREMESSA

Nell'ambito dell'*Itinerario Napoli-Bari* si inserisce il *Raddoppio della Tratta Cancello – Benevento - 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino - Vitulano* oggetto della Progettazione Esecutiva in esame.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento strutturale dell'impalcato costituente il prolungamento del Sottovia di Stazione SL05 al km 26+312.00.

Nella presente relazione sono riportati in forma sintetica i risultati delle sollecitazioni e delle verifiche strutturali della struttura in oggetto.

Nel seguito si procede al calcolo dello stato di sollecitazione ed alle verifiche dei vari elementi costituenti la struttura in elevazione, nei confronti degli Stati Limite Ultimi strutturali di presso-flessione e taglio e gli Stati limite di Esercizio di fessurazione e tensionale.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0500 001</td> <td>A</td> <td>5 di 44</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	5 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	5 di 44								

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, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»*
- [2] *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 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 INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario*
- [4] *Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie*
- [5] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria*
- [6] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari*
- [7] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo*
- [8] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia*
- [9] *Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)*
- [10] *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*

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0500 001</td> <td>A</td> <td>6 di 44</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	6 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	6 di 44								

2.2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza.

3 MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO PER IMPALCATO

Classe C32/40

$R_{ck} =$	40.00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	33.20	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41.20	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
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	18.81	MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	3.10	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3.72	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	2.17	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	18.26	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	13.28	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)} =$	33643.00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0.20		Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	14018.00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Debolmente aggressive		
Classe di esposizione =	XC4		
$c =$	4.00	cm	Copriferro minimo
$w =$	0.20	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.4 [3])

3.2 ACCIAIO PER PROFILATI E LAMIERE

S355 J0

$f_{yk} \geq$	355.00	MPa	Tensione caratteristica di snervamento per $t \leq 40\text{mm}$
	335.00	MPa	Tensione caratteristica di snervamento per $t > 40\text{mm}$
$f_{tk} \geq$	510.00	MPa	Tensione caratteristica di rottura per $t \leq 40\text{mm}$
	470.00	MPa	Tensione caratteristica di rottura per $t > 40\text{mm}$
γ_{m0}	1.05	-	
γ_{m1}	1.10	-	
$\gamma_{m2} =$	1.25	-	
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{s} =$	338.1	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000.00	MPa	Modulo elastico di progetto

3.3 ACCIAIO PER PIOLI

S235

$f_{yk} \geq$	235.00	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	360.00	MPa	Tensione caratteristica di rottura
γ_{m0}	1.05	-	
γ_{m1}	1.10	-	
$\gamma_{m2} =$	1.25	-	
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{s} =$	223.8	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000.00	MPa	Modulo elastico di progetto

3.4 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		
$\gamma_s =$	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. §1.8.3.2.1 [3])

4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Il prolungamento del Sottovia di Stazione SL05 viene effettuato realizzando delle paratie di pali $\phi 1200$. Tra le paratie di pali viene realizzato un impalcato di larghezza complessiva pari a circa 14 m, suddiviso in tre parti:

- **Impalcato A:** impalcato con solettone a travi incorporate (5 HEB500) con spessore pari a 0.60 m e larghezza pari a 2.915 m, costituente una banchina della stazione;
- **Impalcato B:** impalcato portaballast in cassone in acciaio e riempimento in calcestruzzo, con larghezza pari a 3.81 m, sui cui è previsto il passaggio di un binario di precedenza;
- **Impalcato C:** impalcato con solettone a travi incorporate (13 HEB500) con spessore pari a 0.60 m, e larghezza variabile da 6.97 a 7.30 m, costituente una banchina della stazione.

L'opera in oggetto è progettata per una vita nominale VN pari a 75 anni, classe d'uso III ("Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.") ai sensi del D.M. 14/01/2008, coefficiente d'uso $C_u = 1.5$.

Di seguito si riportano la pianta e le sezioni rappresentative dell'impalcato. Si rimanda agli elaborati grafici allegati per ulteriori dettagli.

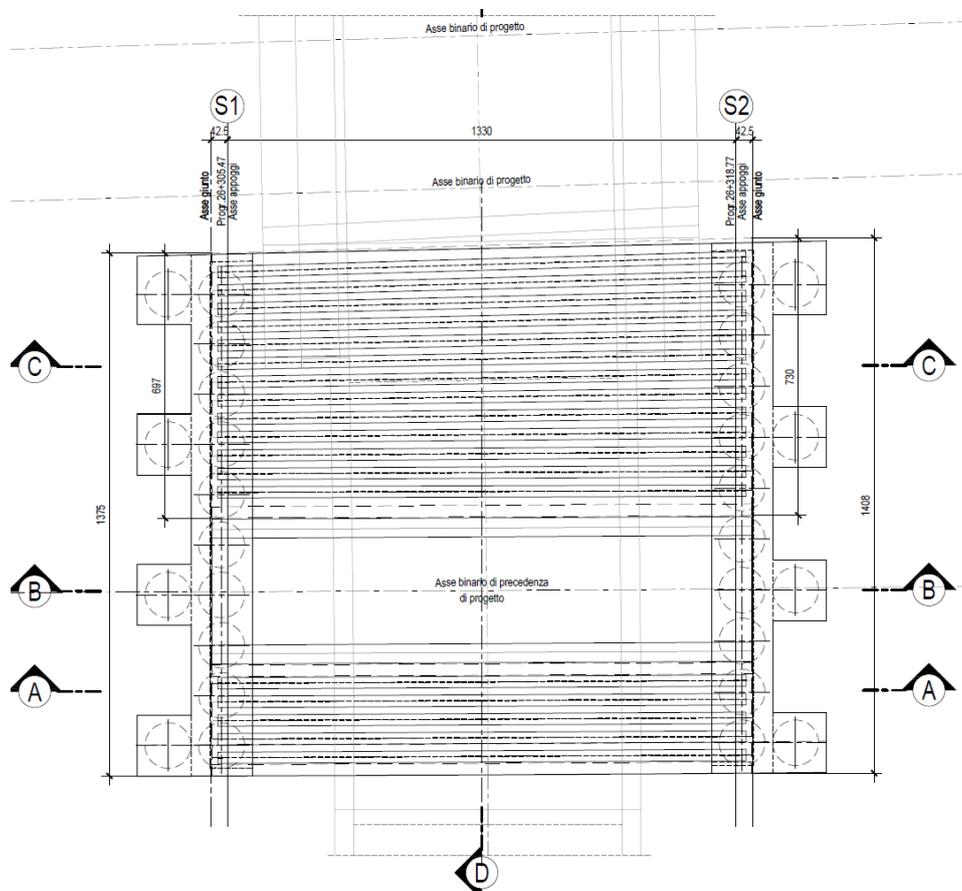


Figura 1 – Pianta impalcato

SEZIONE A-A-Scala 1:100

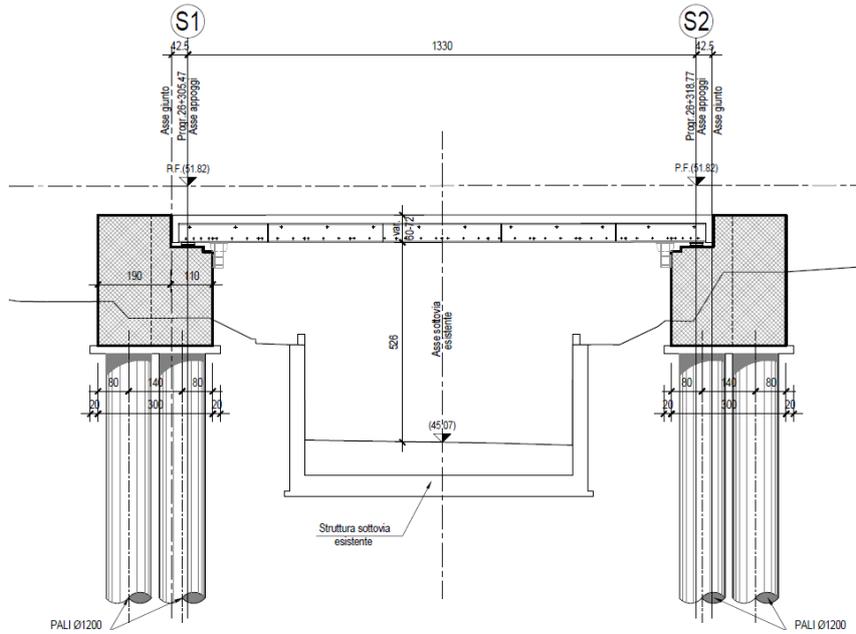


Figura 2 – Sezione longitudinale A-A

SEZIONE B-B-Scala 1:100

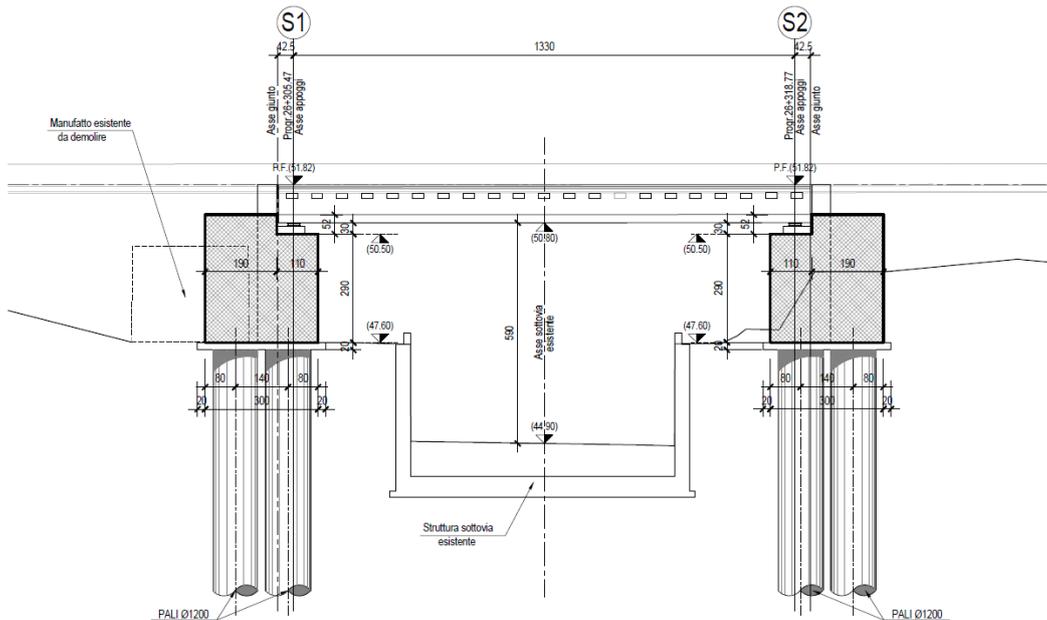


Figura 3 – Sezione longitudinale B-B

SEZIONE C-C-Scala 1:100

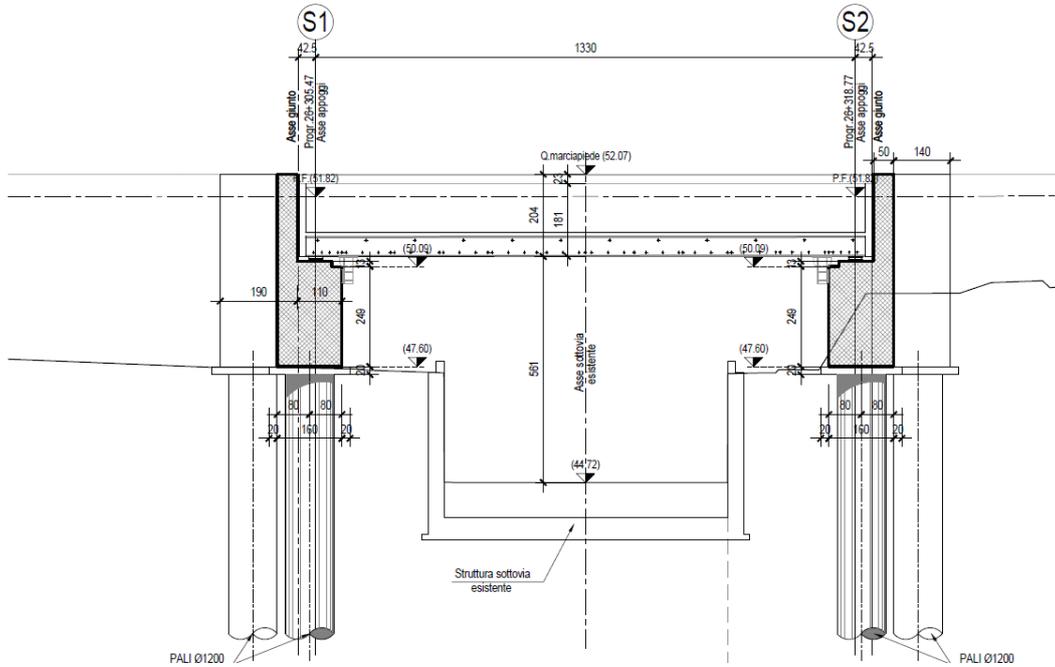


Figura 4 – Sezione longitudinale C-C

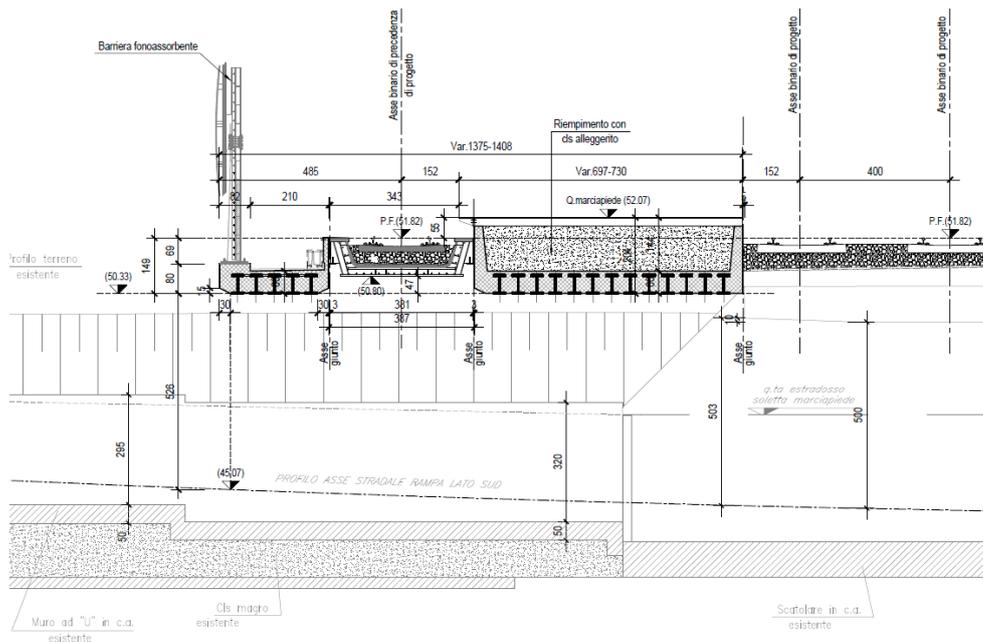


Figura 5 – Sezione trasversale

Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	13 di 44

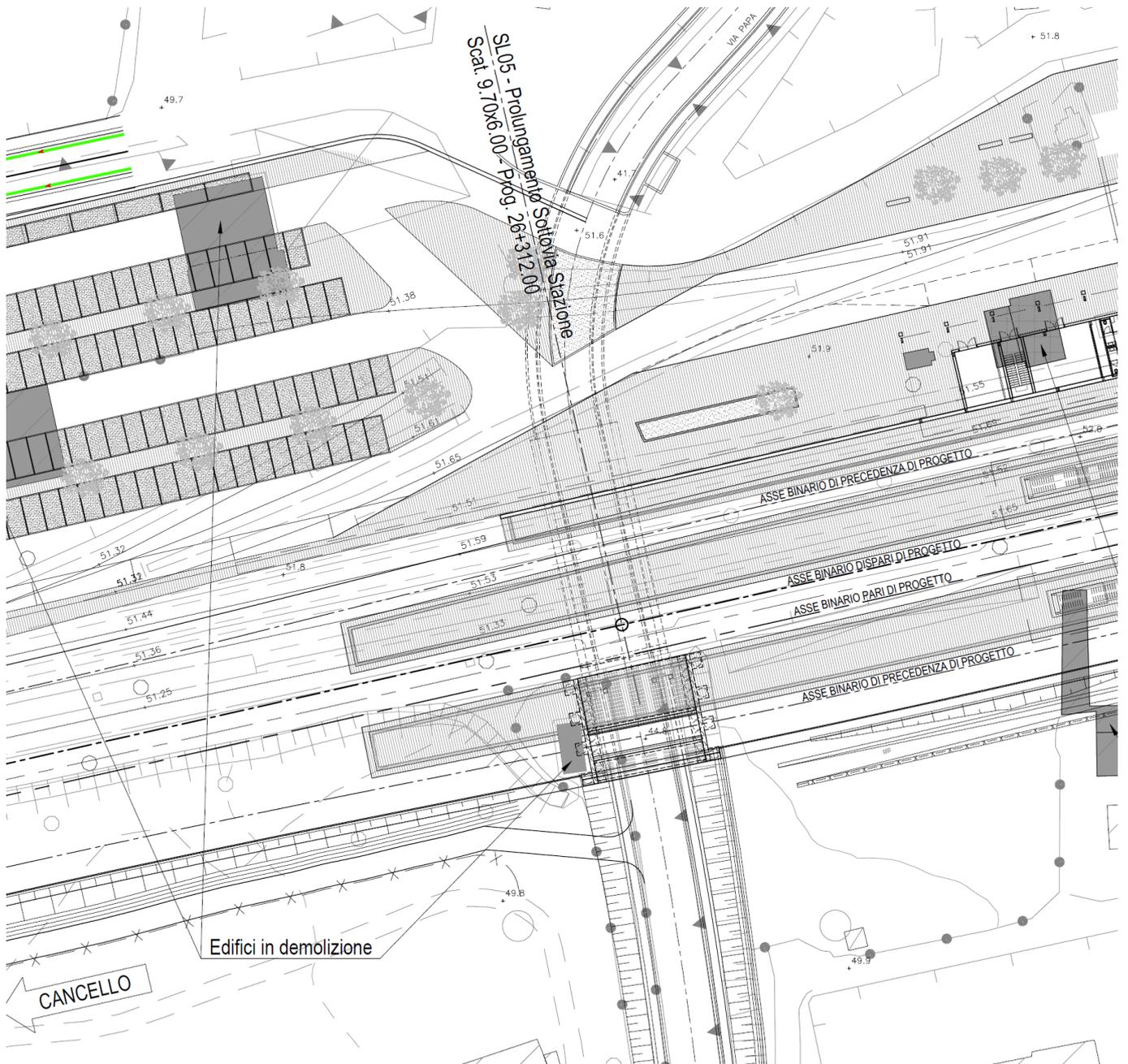


Figura 6 – Stralcio planimetrico

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0500 001</td> <td>A</td> <td>14 di 44</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	14 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	14 di 44								

5 CRITERI DI CALCOLO

Gli impalcati in oggetto, vengono dimensionati facendo riferimento ad uno schema semplificato di trave in semplice appoggio, secondo le specifiche contenute del manuale *RFI DTC SICS MA SP IFS 001 A*.

In particolare, viene condotta un'analisi per gli impalcati a travi incorporate (tipo A e C) e un'analisi per l'impalcato a cassone in acciaio (tipo B).

Per l'impalcato in acciaio (tipo B) si prendono come riferimento le azioni agenti sull'impalcato.

Per il dimensionamento degli impalcati a travi incorporate si prende come riferimento l'impalcato tipo C, maggiormente sollecitato rispetto al tipo A.

Le azioni vengono combinate in modo da determinare le massime sollecitazioni negli elementi strutturali.

È stata condotta, parallelamente, una analisi globale dell'intero impalcato per la determinazione degli scarichi sugli apparecchi di appoggio.

6.2 PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)

I carichi permanenti non strutturali sono costituiti dal peso della massicciata, dal peso della pavimentazione e dal peso delle barriere antirumore (ove presenti).

6.2.1 IMPALCATO TIPO A

Permanenti non strutturali	h	num.	q	g2
	[m]	[-]	[kN/m2]	[kN/m]
Canaletta portacavi	-	1	-	2.5
Barriera a.r. (H10)	8.4	1	4	33.6
Tot.				36.1

6.2.2 IMPALCATO TIPO B

Permanenti non strutturali	A	γ	g2
	[m2]	[kN/m3]	[kN/m]
Ballast/Armamento/Impermeabilizzazione	1.3	18	23.0
Riempimento cls/conglomer.bituminoso	1.1	22.5	24.5
Tot.			47.6

6.2.3 IMPALCATO TIPO C

Permanenti non strutturali	B	sp.	γ	g2
	[m]	[m]	[kN/m3]	[kN/m]
Pavimentazione	7.2	0.1	22	15.7
Riempimento cls alleggerito	6.6	1.4	20	178.2
Tot.				193.9

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Relazione di calcolo impalcato	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">SL0500 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">17 di 44</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	17 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	17 di 44								

6.3 CARICHI VARIABILI VERTICALI

6.3.1 CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO (IMPALCATO TIPO B)

Per i sovraccarichi mobili agenti sull'impalcato tipo B, si considerano gli effetti prodotti dai modelli di carico rappresentativi del traffico normale (LM71) e pesante (SW/2). Tali effetti sono amplificati per il coefficiente di adattamento α e per il coefficiente dinamico ϕ_3 .

Le azioni verticali associate ai convogli ferroviari si schematizzano mediante i modelli di carico teorici LM71 e SW/2.

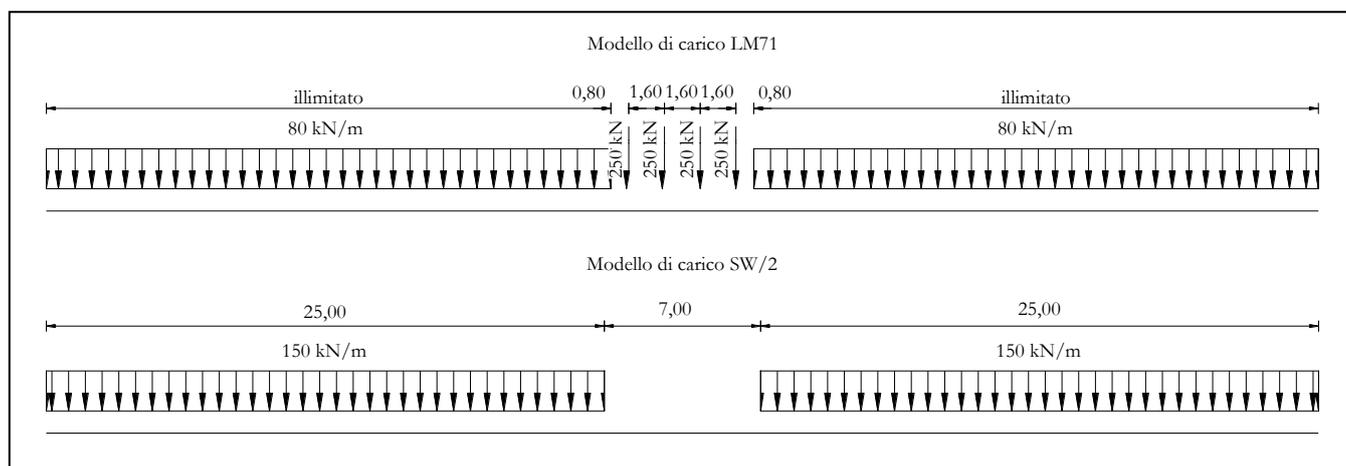


Figura 7 – Modelli di carico teorici LM71 e SW/2

Le differenti disposizioni degli assi e delle stese di carico considerate sono state definite in modo tale da massimizzare le sollecitazioni sulla struttura.

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico devono essere moltiplicati per il coefficiente α che deve assumersi come da tabella seguente:

Modello di carico	Coefficiente α
LM71	1,10
SW/2	1,00

Si sono considerati i carichi equivalenti (taglianti e flettenti) previsti dalle norme ferroviarie *RFI DTC SI PS MA IFS 001 A* in funzione della luce di impalcato netta. Tali carichi sono comprensivi del coefficiente di adattamento α .

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Relazione di calcolo impalcato	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">SL0500 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">18 di 44</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	18 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	18 di 44								

carichi equivalenti		q[kN/m]
αLM71	carico equiv. flettente	154.7
	carico equiv. tagliante	168.6
SW/2	carico equiv. flettente	149.2
	carico equiv. tagliante	153

Vista la presenza di un solo binario, si fa riferimento allo schema più gravoso tra i due, costituito, nel caso in esame, dal modello di carico LM71.

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico devono essere moltiplicati per coefficienti che tengono conto dell'amplificazione dinamica. I coefficienti di amplificazione dinamica Φ si assumono pari a Φ_2 o Φ_3 in dipendenza dal livello di manutenzione della linea. In particolare si assumerà:

- per linee con elevato standard manutentivo:
 $\Phi_2 = 1,44/(\sqrt{L_\phi - 0,2}) + 0,82$ con limitazione $1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$
- per linee con normale standard manutentivo:
 $\Phi_3 = 2,16/(\sqrt{L_\phi - 0,2}) + 0,73$ con limitazione $1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,00$

Per il caso in oggetto si ha:

L_ϕ 13.3 m L_c = luce travi
 ϕ_3 1.36 -

Alcuni scenari di carico prevedono l'impiego del treno scarico, convenzionalmente costituito da un carico uniformemente distribuito pari a 10.00 kN/m. Tale carico non è dimensionante per il manufatto in oggetto.

6.3.2 SOVRACCARICO ACCIDENTALE (IMPALCATO TIPO A - C)

Per gli impalcato a travi incorporate tipo A e C, costituenti due banchine di stazione, si adotta, cautelativamente, un carico variabile uniformemente distribuito di entità pari a 20 kN/m².

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0500 001</td> <td>A</td> <td>19 di 44</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	19 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	19 di 44								

6.4 CARICHI VARIABILI ORIZZONTALI

Le azioni variabili orizzontali dovute al traffico ferroviario quali forze di avviamento e frenatura, azione centrifuga, azione di serpeggio e vento, dove agenti, non risultano dimensionanti per l'impalcato in esame. Tali azioni vengono comunque prese in considerazione per il dimensionamento degli apparecchi di appoggio.

6.4.1 AZIONI DI AVVIAMENTO E FRENATURA

Le azioni di frenatura e avviamento sono costituite da forze uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato. I valori da considerare sono i seguenti:

- avviamento: $Q_{1a,k} = 33 \text{ kN/m} \cdot L \leq 1000 \text{ kN}$ per i modelli di carico LM71, SW/2
- frenatura: $Q_{1b,k} = 20 \text{ kN/m} \cdot L \leq 6000 \text{ kN}$ per i modelli di carico LM71
 $Q_{1b,k} = 35 \text{ kN/m}$ per i modelli di carico SW/2

I valori caratteristici dell'azione di frenatura e di avviamento devono essere moltiplicati per α e **non** devono essere moltiplicati per Φ .

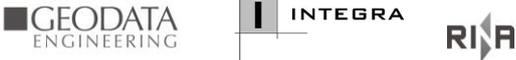
Si ottiene, pertanto:

L binario	14.0	m	
Q _{1a,k}	462	kN	avviamento
Q _{1b,k} _LM71	280.0	kN	frenatura LM71
Q _{1b,k} _SW/2	490.0	kN	frenatura SW/2
Q_{avv} (LM71)	508.2	kN	avv LM71 (valori moltiplicati per α)
Q_{avv} (SW/2)	462.0	kN	avv SW/2 (valori moltiplicati per α)
Q_{fren} (LM71)	308.0	kN	frenat LM71 (valori moltiplicati per α)
Q_{fren} (SW/2)	490.0	kN	frenat SW/2 (valori moltiplicati per α)

6.4.2 SERPEGGIO

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario.

Il valore caratteristico di tale forza è assunto pari a 100 kN. Tale valore deve essere moltiplicato per α ma non per il coefficiente di amplificazione dinamica.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Relazione di calcolo impalcato	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL0500 001	REV. A	FOGLIO 20 di 44

6.4.3 FORZA CENTRIFUGA

L'azione centrifuga è schematizzata come una forza agente in direzione orizzontale perpendicolarmente al binario e verso l'esterno della curva, applicata ad 1,80 m al di sopra del p.f.. Il valore caratteristico della forza centrifuga si determina in accordo con la seguente espressione:

$$Q_{tk} = \frac{V^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot Q_{vk})$$

$$q_{tk} = \frac{V^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot q_{vk})$$

dove V velocità di progetto espressa in km/h
 Q_{vk} q_{vk} valore caratteristico dei carichi verticali
 R raggio di curvatura in m
 f fattore di riduzione

$$f = \left[1 - \frac{V-120}{1000} \left(\frac{814}{V} + 1,75 \right) \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{2,88}{L_f}} \right) \right]$$

L_f lunghezza di influenza, in metri, della parte curva di binario carico sul ponte (la più sfavorevole per il progetto del generico elemento strutturale)

Per il modello di carico LM71 e per velocità di progetto superiori a 120 km/h, si considerano i seguenti 2 casi:

- modello di carico LM71 e forza centrifuga per $V = 120$ km/h e $f = 1$;
- modello di carico LM71 e forza centrifuga calcolata per la massima velocità di progetto.

Per i modelli di carico SW si assume una velocità massima di 100 km/h.

La forza centrifuga non deve essere incrementata dei coefficienti dinamici.

Nel caso in esame l'azione centrifuga è nulla in quanto l'opera si sviluppa in rettilineo.

6.4.1 DERAGLIAMENTO

In alternativa ai modelli di carico verticale da traffico ferroviario, ai fini della verifica della struttura si dovrà tenere conto della possibilità che un locomotore o un carro pesante deragli. La normativa propone due diverse situazioni di progetto:

Caso 1

Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	21 di 44

Si considerano due carichi verticali lineari $q_{A1d} = 60 \text{ kN/m}$ (comprensivo dell'effetto dinamico) ciascuno. Trasversalmente i carichi distano fra loro di S (scartamento del binario) e possono assumere tutte le posizioni comprese entro i limiti indicati in Fig. 5.2.12.

Per questa condizione sono tollerati danni locali, purché possano essere facilmente riparati, mentre sono da evitare danneggiamenti delle strutture portanti principali.

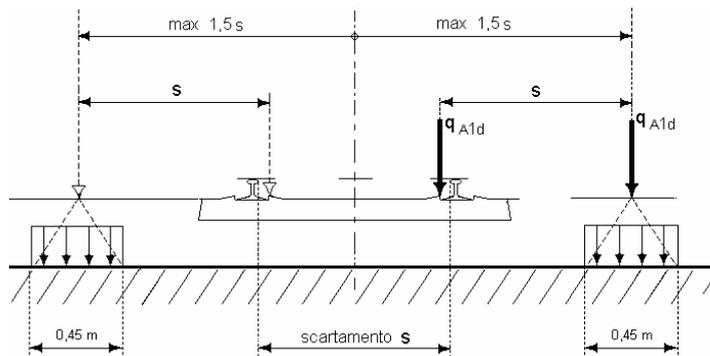


Figura 11 – posizione azioni da deragliamento – caso 1

Caso 2

Si considera un unico carico lineare $q_{A2d} = 80 \times 1.4 \text{ kN/m}$ esteso per 20 m e disposto con una eccentricità massima, lato esterno, di 1.5 s rispetto all'asse del binario. Tale caso deve essere applicato solo per effetti globali.

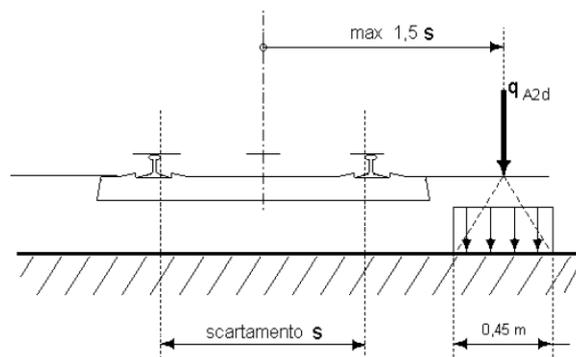


Figura 12 – posizione azioni da deragliamento – caso 2

La posizione dei carichi non determina scenari che vedono coinvolti elementi sensibili a rotture localizzate (mensole, muretti, elementi puntuali, ecc.). Inoltre, sia la posizione che l'entità dei carichi (molto inferiori rispetto ai carichi da traffico considerati in progetto), unitamente al fatto che i relativi effetti devono essere considerati nell'ambito delle combinazioni eccezionali (con valori dei coefficienti parziali sensibilmente meno gravosi di quelli considerate nelle combinazioni caratteristiche) portano a concludere che le azioni da deragliamento non sono significative per le verifiche degli elementi strutturali del manufatto e non determinano scenari più gravosi di quelli effettivamente considerati nei confronti della stabilità globale del manufatto.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0500 001</td> <td>A</td> <td>22 di 44</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	22 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	22 di 44								

6.4.2 AZIONI DEL VENTO

L'azione del vento viene ricondotta ad un'azione statica equivalente costituita da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici.

La pressione del vento è data dalla seguente espressione:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

- dove
- q_b pressione cinetica di riferimento
 - C_e coefficiente di esposizione
 - C_p coefficiente di forma
 - C_d coefficiente dinamico, posto generalmente pari a 1

Di seguito si riporta il dettaglio del calcolo di tali fattori per l'opera in oggetto.

PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO

La pressione cinetica di riferimento si determina mediante l'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \text{ (in N/m}^2\text{)}$$

- dove
- v_b velocità di riferimento
 - ρ densità dell'aria, convenzionalmente posta pari a 1,25 kg/m³

Di seguito si determina la pressione di riferimento sulla base dei parametri caratteristici del sito e il tempo di ritorno dell'opera in oggetto:

Parametri dipendenti dal sito

Zona =	3	
$v_{b,0}$ =	27.00	m/s
a_0 =	500.00	m
k_a =	0.02	1/s

Altitudine del sito

a_s =	45.00	m s,l,m,
v_b =	27.00	m/s

Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	23 di 44

Tempo di ritorno

TR =	75	anni
$\alpha_R(TR) =$	1.023	
$v_b(TR) =$	27.63	m/s

Pressione di riferimento

qb =	477.3	N/m ²
------	-------	------------------

Dove:

$$\alpha_R = 0,75 \cdot [1 - 0,2 \cdot \ln(-\ln(1 - 1/TR))]^{0,5}$$

$$v_b(TR) = \alpha_R \cdot v_b$$

COEFFICIENTE DI FORMA DELL'IMPALCATO

Il coefficiente di forma dell'impalcato e l'area di riferimento per il calcolo della forza risultante si determinano in base ai criteri enunciati nel §8.3.1 [9].

A tal proposito si riconduce il coefficiente di forma c_p al coefficiente di forza $c_{fx,0}$, Il coefficiente di forza $c_{fx,0}$ si determina in base al rapporto tra larghezza b e altezza totale dell'impalcato d_{tot} .

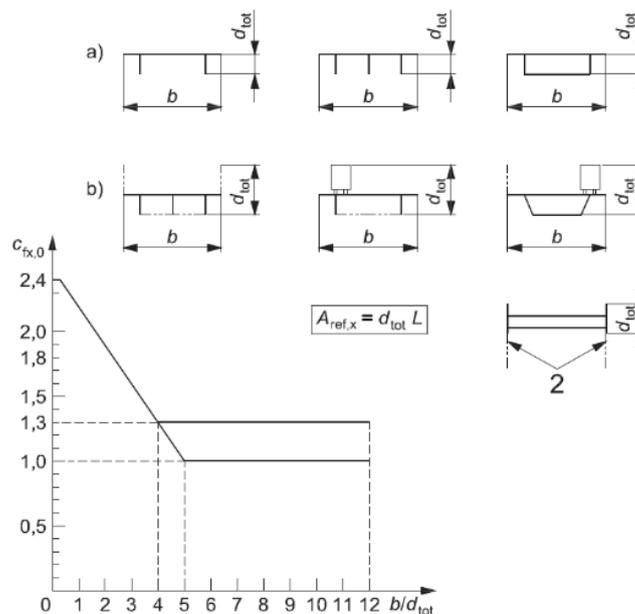


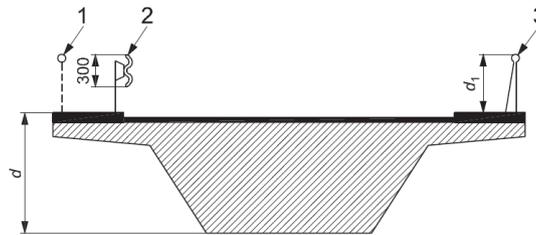
Figura 8 – Correlazione tra il rapporto b/d_{tot} e coefficiente di forma c_{fx0} (figura 8,3 EC1-4)

Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	24 di 44

Legenda

- 1 Parapetti aperti
 - 2 Barriere di sicurezza aperte
 - 3 Parapetti, barriere antirumore o barriere di sicurezza a parete piena
- Dimensioni in millimetri



Altezza d_{tot} da impiegarsi per il calcolo di $A_{ref,x}$

Sistema di ritenuta	su un lato	su entrambi i lati
Parapetto aperto o barriera di sicurezza aperta	$d + 0,3 \text{ m}$	$d + 0,6 \text{ m}$
Parapetto a parete piena o barriera di sicurezza a parete piena	$d + d_1$	$d + 2 d_1$
Parapetto aperto e barriera di sicurezza aperta	$d + 0,6 \text{ m}$	$d + 1,2 \text{ m}$

Figura 9 – Criteri per la determinazione dell'area di riferimento (figura 8,5 EC1-4)

Nello specifico si fa riferimento alla situazione di ponte con Barriera Antirumore, considerando quest'ultimo caso ai fini delle analisi, in quanto più gravoso o comunque pressoché coincidente con il caso di presenza del convoglio.

Per il caso in esame si ha:

h imp	0.8	m	fino attacco barriera
h treno	4	m	
h barriera	8.4	m	
d tot max	9.2	m	
Lc	13.30	m	
b trasv	3.00	m	
A tot	39.9	m ²	
b/d tot	0.33	-	
cp, max	2.32	-	

COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito e si determina mediante l'espressione:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

dove k_r, z_0, z_{min} sono parametri che dipendono dalla categoria di esposizione del sito;

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0500 001</td> <td>A</td> <td>25 di 44</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	25 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	25 di 44								

c_t è il coefficiente di topografia, posto generalmente pari a 1

Di seguito si determina il coefficiente di esposizione sulla base della classe d'esposizione e l'altezza z del punto considerato, posta pari alla massima quota del complesso impalcato, barriere antirumore, sagoma del treno. A tal proposito il §2.5.1.4.4.2 [3] impone di considerare il treno come una superficie piana continua convenzionalmente alta 4.00 m sul p.f..

Categoria di esposizione

Classe di rugosità = D
Distanza dalla costa = > 30 km

Categoria di esposizione = II
 k_r = 0.19
 z_0 = 0.05 m
 z_{min} = 4.00 m

Quota di riferimento z

z di riferimento = 6.4 m

Coefficiente di esposizione

c_e = 2.08

AZIONE DEL VENTO DA IMPALCATO

Di seguito si procede al calcolo dell'azione del vento agente sull'impalcato in relazione ai parametri determinati nei paragrafi precedenti.

Pressione del vento

q_b = 477.3 N/m²
 c_e = 2.08
 c_p = 2.32
 c_d = 1.00

$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 2.30 \text{ kN/m}^2$

6.4.1 AZIONI AERODINAMICHE INDOTTE DAL TRANSITO DEI CONVOGLI

Per la valutazione delle azioni aerodinamiche indotte dal transito dei convogli si è fatto riferimento a quanto riportato al punto 2.5.1.4.6 delle istruzioni RFI [RFI DTC SICS MA IFS 001 con riferimento al caso di “Superfici verticali parallele al binario”.

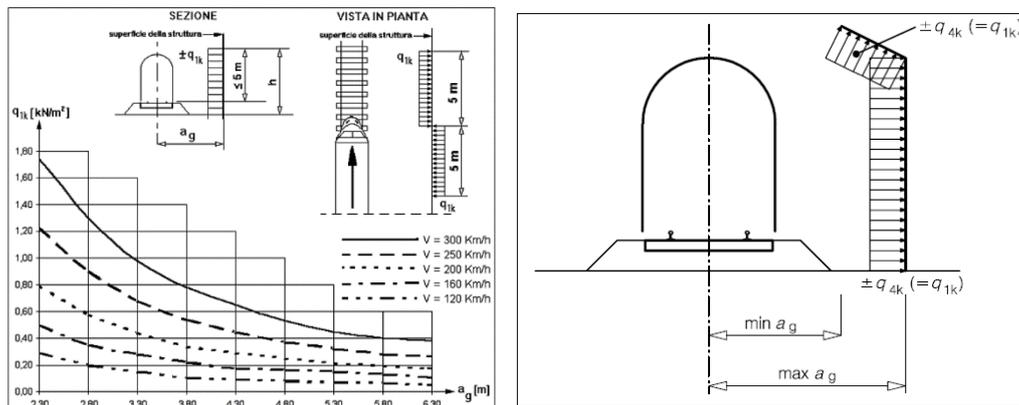


Figura 10 – Valori caratteristici delle azioni e definizione della distanza minima e massima della barriera dal convoglio [NTC – Fig. 5.2.8 e 5.2.11]

Per la linea in esame è possibile considerare, cautelativamente, convogli con forme aerodinamiche sfavorevoli e aventi velocità di linea pari a 180 km/h ed una distanza tra asse binario e barriera antirumore pari a circa 4.30 m, ottenendo quindi un valore del carico aerodinamico pari a 0.25 kN/m².

L'entità di tale azione risulta quindi trascurabile rispetto all'azione del vento.

6.4.2 AZIONI TERMICHE

VARIAZIONE TERMICA UNIFORME

È stata considerata una variazione termica uniforme della struttura pari a $\pm 25^\circ\text{C}$.

VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE

È stata considerata una differenza di temperatura tra estradosso e intradosso della soletta superiore pari a $\pm 5^\circ\text{C}$.

6.4.3 AZIONI DA NEVE

Il carico da neve sulla piattaforma ferroviaria non può essere contemporaneo al traffico ferroviario.

6.5 RESISTENZE PARASSITE NEI VINCOLI

Per la valutazione delle coazioni generate dallo scorrimento dei vincoli, è stato considerato un coefficiente d'attrito f pari a 0,06, applicato alle azioni verticali agenti sugli apparecchi d'appoggio.

La forza agente sulla spalla mobile per impalcato a travate isostatiche si considera pari a:

$$F_a = f (V_G + V_Q)$$

dove V_G reazione verticale massima associata ai carichi permanenti
 V_Q reazione verticale massima associata ai carichi mobili dinamizzati
 $f = 0.06$ coefficiente d'attrito

6.5.1 IMPALCATO TIPO A

Reazioni verticali massime

$V(G1+G2) = 580$ kN
 $V(Q_{max}) = 411$ kN

Forza d'attrito risultante per il singolo impalcato

$F_{long_spalla} = 59$ kN

6.5.2 IMPALCATO TIPO B

Reazioni verticali massime

$V(G1+G2) = 523$ kN
 $V(Q_{max}) = 1613$ kN

Forza d'attrito risultante per il singolo impalcato

$F_{long_spalla} = 128$ kN

6.5.1 IMPALCATO TIPO C

Reazioni verticali massime

$V(G1+G2) = 2362$ kN
 $V(Q_{acc}) = 1006$ kN

Forza d'attrito risultante per il singolo impalcato

$F_{long_spalla} = 202$ kN

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0500 001</td> <td>A</td> <td>28 di 44</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	28 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	28 di 44								

6.6 AZIONI SISMICHE (E)

L'azione sismica risulta non essere dimensionante per le verifiche dell'impalcato. Pertanto, di seguito verrà trattata per definire l'entità delle azioni trasmesse sulle sottostrutture e sugli apparecchi d'appoggio.

Per la valutazione della massa dell'impalcato vengono presi in considerazione i risultati derivanti dall'analisi dei carichi permanenti riportata precedentemente, a cui viene aggiunto un contributo pari al 20% dei carichi variabili.

L'azione sismica di progetto è rappresentata da spettri di risposta definiti in base alla pericolosità sismica di base del sito ove sorge l'opera in oggetto, la vita di riferimento e le caratteristiche del sottosuolo.

Di seguito si riportano i parametri di input utilizzati per la definizione degli spettri di progetto orizzontali e verticali e i grafici degli stessi.

6.6.1 SPETTRI DI PROGETTO ALLO SLV

Coordinate geografiche del sito:

Latitudine [°]	Longitudine [°]
41,211	14,524

Strategia di progettazione

Vita nominale VN =	75	anni
Coefficiente d'uso cu =	1.5	
Vita di riferimento VR =	112.5	anni
Categoria di sottosuolo =	C	
Categoria topografica =	T1	

PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELLO SPETTRO ORIZZONTALE

Tr	1068	anni
ag	0.314	g
Fo	2.341	-
S	1.259	-
TB	0.191	sec
TC	0.572	sec
TD	2.856	sec

PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELLO SPETTRO VERTICALE

Tr	1068	anni
ag	0.238	g
Fv	1.771	-
S	1.000	-
TB	0.050	sec
TC	0.150	sec
TD	1.000	sec

6.6.1 IMPALCATO TIPO A

G1+G2	1161	kN
20% Q acc	164	kN
Massa tot	1325	kN

F h	524	kN
F vert	315	kN

6.6.2 IMPALCATO TIPO B

G1+G2	1047	kN
20% Q acc	645	kN
Massa tot	1692	kN

F h	669	kN
F vert	402	kN

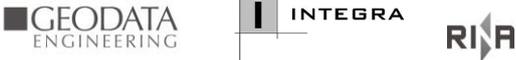
6.6.3 IMPALCATO TIPO C

G1+G2	4724	kN
20% Q acc	402	kN
Massa tot	5127	kN

F h	2027	kN
F vert	1218	kN

  	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>Relazione di calcolo impalcato</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0500 001</td> <td>A</td> <td>30 di 44</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	30 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	30 di 44								

Come si evince dalle tabelle esposte, la forza sismica dovuta alla massa dell'impalcato a travi incorporate tipo C è significativamente superiore rispetto a quella dell'impalcato a cassone tipo B. Tale azione viene, dunque, presa in considerazione per il dimensionamento delle sottostrutture.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Relazione di calcolo impalcato	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0500 001</td> <td>A</td> <td>31 di 44</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	31 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	31 di 44								

7 COMBINAZIONI DI CARICO

La determinazione delle Sollecitazioni di Progetto utili al dimensionamento strutturale e geotecnico delle opere oggetto del presente documento, è stata condotta utilizzando il metodo agli stati limite, secondo quanto specificato a riguardo al paragrafo 2.6 del DM 14.01.08, con riferimento all'Approccio 2.

Per la definizione dei criteri di combinazione degli effetti prodotti dalle singole condizioni elementari di carico previste sull'opera, si è fatto inoltre riferimento a quanto prescritto al prg 2.5.3 dello stesso DM, di seguito riproposto per completezza:

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Trattandosi nel caso in esame di opere ferroviarie, la definizione dei coefficienti parziali di combinazione (γ) e di partecipazione (ψ) è stata effettuata seguendo a riguardo le specifiche di cui al paragrafo 5.2.3 del DM 14.01.08 nonché quanto indicato nel relativo manuale di progettazione RFI già citato al paragrafo dei documenti di riferimento; nel seguito un estratto significativo sul tema dei documenti citati.

Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	32 di 44

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_p	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 1 – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni agli SLU

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	33 di 44

	Azioni	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 ⁽³⁾	(1)	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 ⁽³⁾	-	-
	Centrifuga	(2) ⁽³⁾	(2)	(2)
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 ⁽³⁾	0,80	0,0

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti Ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti Ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 2 – Coefficienti di combinazione ψ delle azioni

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc...)
 (2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Tabella 3 – Definizione dei gruppi di carico

8 ANALISI E VERIFICHE DELL'IMPALCATO IN ACCIAIO (TIPO B)

8.1 VERIFICHE DI RESISTENZA

Sulla base dell'analisi dei carichi precedentemente esposta, si valuta il massimo momento flettente agente in mezzeria e il massimo sforzo di taglio agente nella sezione di appoggio per le diverse combinazioni di carico.

	G1	G2	Q LM71	Q SW/2
q_v_flettente [kN/m]	26.7	47.6	209.9	202.4
q_v_tagliante [kN/m]	26.7	47.6	228.7	207.6

	SLU1	SLU2	SLE-rara1	SLE-rara2	SLE-freq1	SLE-freq2	SLE-qp
G1	1.35	1.35	1	1	1	1	1
G2	1.5	1.5	1	1	1	1	1
Q LM71	1.45	0	1	0	0.8	0	0
Q SW/2	0	1.45	0	1	0	0.8	0

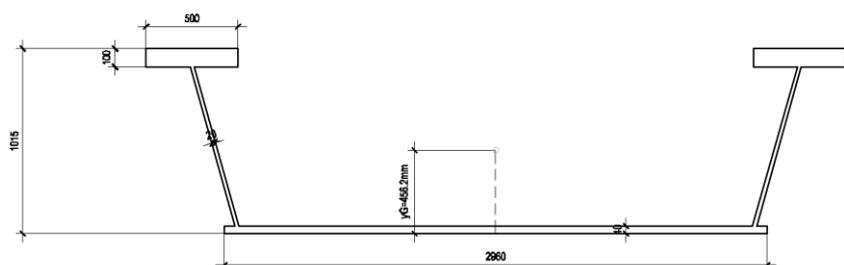
Si ottengono i seguenti carichi e sollecitazioni combinati:

	SLU1	SLU2	SLE-rara1	SLE-rara2	SLE-freq1	SLE-freq2	SLE-qp	
q_flettente	412	401	284	277	242	236	74	kN/m
q_tagliante	439	408	303	282	257	240	74	kN/m

M max mezzeria	9103	8863	6282	6117	5354	5222	1641	kNm/m
V max appoggio	2919	2715	2015	1874	1711	1598	494	kN/m

Le verifiche sono eseguite in termini tensionali, valutando le tensioni normali di compressione e trazione agenti in mezzeria e le tensioni tangenziali nella sezione di appoggio, considerando, a vantaggio di sicurezza, solo l'area delle anime del cassone.

H	1015	mm
A	2.55E+05	mm ²
Jyy	5.08E+10	mm ⁴
yG, inf	456.2	mm
W sup	-9.09E+07	mm ³
W inf	1.11E+08	mm ³
Av	36400	mm ²



Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	35 di 44

Si ottengono le seguenti tensioni:

	SLU1	SLU2	SLE-rara1	SLE-rara2	SLE-freq1	SLE-freq2	SLE-qp	
$\sigma_{sup} = M/W_{sup}$	-100	-97	-69	-67	-59	-57	-18	MPa
$\sigma_{inf} = M/W_{inf}$	82	80	56	55	48	47	15	MPa
$\tau = V/Av$	80	75	55	51	47	44	14	MPa

Le tensioni massime sono:

$$\sigma_{max} = f_{yd} / \gamma_{M0} = 355 \text{ MPa} / 1.05 = 338.1 \text{ MPa} \quad \text{per } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$\sigma_{max} = f_{yd} / \gamma_{M0} = 335 \text{ MPa} / 1.05 = 319.1 \text{ MPa} \quad \text{per } t > 40 \text{ mm}$$

$$\tau_{max} = f_{yd} / \sqrt{3} / \gamma_{M0} = 355 \text{ MPa} / \sqrt{3} / 1.05 = 195.2 \text{ MPa} \quad \text{per } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$\tau_{max} = f_{yd} / \sqrt{3} / \gamma_{M0} = 335 \text{ MPa} / \sqrt{3} / 1.05 = 184.2 \text{ MPa} \quad \text{per } t > 40 \text{ mm}$$

Le verifiche sono soddisfatte.

8.2 VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ

Secondo quanto esposto nel manuale *RFI DTC SI PS MA IFS 001 A* p.to 5.2.3.3.2.1, si verifica, che l'inflessione nel piano verticale dell'impalcato, considerando la presenza dei treni di carico (LM71), incrementati con il corrispondente coefficiente dinamico e con il coefficiente di adattamento α , non ecceda il valore di $L/600$.

$$L/600 = 13.3 \text{ m} / 600 = 22.2 \text{ mm}$$

	G1	G2	Q(LM71)	tot
q [kN/m]	26.7	47.6	209.9	
δ [mm]	1.02	1.82	8.02	10.85

La verifica è soddisfatta.

9 ANALISI E VERIFICHE DELL'IMPALCATO A TRAVI INCORPORATE (TIPO C)

9.1 VERIFICHE DI RESISTENZA

Sulla base dell'analisi dei carichi precedentemente esposta, si valuta il massimo momento flettente agente in mezzeria e il massimo sforzo di taglio agente nella sezione di appoggio per le diverse combinazioni di carico.

	G1	G2	Q acc
q [kN/m]	141.1	193.9	142.7

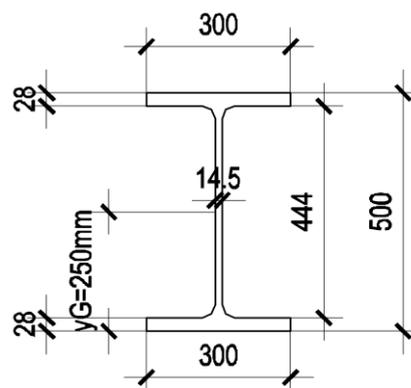
	SLU	SLE-rara1	SLE-freq1	SLE-qp
G1	1.35	1	1	1
G2	1.5	1	1	1
Q acc	1.45	1	0.8	0

Si ottengono i seguenti carichi e sollecitazioni combinati:

	SLU	SLE-rara1	SLE-freq1	SLE-qp	
q	688	478	449	335	kN/m
M max mezzeria	15220	10564	9933	7408	kNm/m
V max appoggio	4577	3177	2987	2228	kN/m

Le condizioni di carico distribuite sull'impalcato consentono di svolgere la verifica ripartendo uniformemente le sollecitazioni agenti sull'impalcato sulle singole travi. A vantaggio di sicurezza, la verifica viene svolta considerando il calcestruzzo non collaborante e affidando la resistenza alle sole travi in acciaio.

H	500	mm
B	300	mm
sp ali	28	mm
sp w	14.5	mm
hw	444	mm
A	2.39E+04	mm ²
Jyy	1.10E+09	mm ⁴
yG, inf	250	mm
W sup	-4.40E+06	mm ³
W inf	4.40E+06	mm ³
Av	6438	mm ²
num travi	13	-



  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Relazione di calcolo impalcato	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">SL0500 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">37 di 44</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	37 di 44
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	37 di 44								

Si riportano, di seguito, le tensioni sulla singola trave HEB500:

	SLU	SLE-rara1	SLE-freq1	SLE-qp	
$\sigma_{sup} = M/W_{sup}$	-266	-185	-174	-130	MPa
$\sigma_{inf} = M/W_{inf}$	266	185	174	130	MPa
$\tau = V/Av$	55	38	36	27	MPa

Le tensioni massime sono:

$$\sigma_{max} = f_{yd} / \gamma_{M0} = 355 \text{ MPa} / 1.05 = 338.1 \text{ MPa}$$

$$\tau_{max} = f_{vd} / \sqrt{3} / \gamma_{M0} = 355 \text{ MPa} / \sqrt{3} / 1.05 = 195.2 \text{ MPa}$$

Le verifiche sono soddisfatte.

9.2 VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ

Per la verifica di deformabilità, si considera il calcestruzzo interamente reagente, ai fini della determinazione dell'inerzia flessionale dell'impalcato, con coefficiente di omogeneizzazione pari a $n = 6.0$.

Pur non essendo l'impalcato soggetto ai carichi ferroviari, la verifica di deformabilità viene svolta considerando il limite di $L/600$:

$$L/600 = 13.3\text{m} / 600 = 22.2 \text{ mm}$$

E acciaio	2.10E+05	MPa
J 1 trave	1.10E+09	mm ⁴
H cls	600	mm
b cls	482.3	mm
J cls	8.68E+09	mm ⁴
E cls	3.36E+04	MPa
n omog	6	-
J tot	2.55E+09	mm ⁴

	G1	G2	Q(LM71)	tot
q 1 trave [kN/m]	10.9	14.9	11.0	
δ [mm]	8.27	11.36	8.36	27.99

La verifica è soddisfatta.

10 AZIONI SUGLI APPOGGI

Di seguito si riporta lo schema degli appoggi per i tre impalcato.

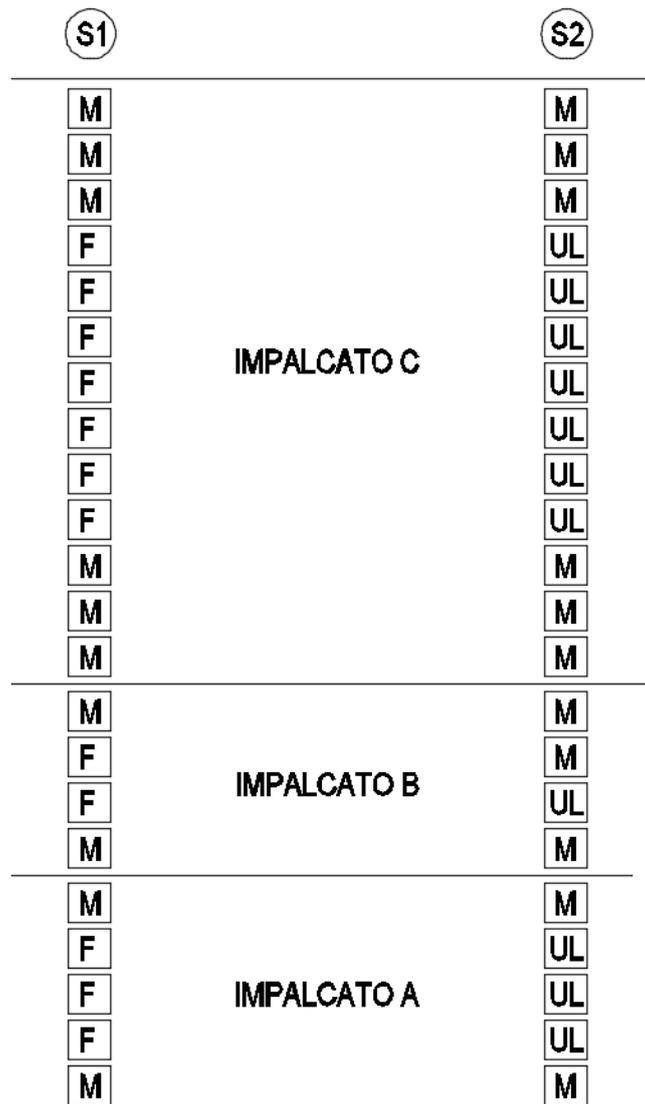


Figura 11 – Pianta impalcato – schema appoggi

Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	SL0500 001	A	39 di 44

		SP 1	SP 2
		Fissa	Mobile
Impalcato A	fissi (F)	3	0
	unid. long (UL)	0	3
	multid. (M)	2	2
	TOT	5	5
Impalcato B	fissi (F)	2	0
	unid. long (UL)	0	1
	multid. (M)	2	3
	TOT	4	4
Impalcato C	fissi (F)	7	0
	unid. long (UL)	0	7
	multid. (M)	6	6
	TOT	13	13

Di seguito si riportano le azioni elementari sulle diverse tipologie di appoggi secondo le combinazioni di carico:

	G1	G2	Q acc*	Serp.	Vento*	Azioni parassite	F sisma
SLU	1.35	1.5	1.45	1.45	1.5	1.35	0
SLE rara	1	1	1	1	1	1	0
SLE qp	1	1	0	0	0	1	0
SLE freq	1	1	0.8	0.8	0.5	1	0
SLV	1	1	0.2	0.2	0	1	1

* Azioni non contemporanee

10.1 IMPALCATO A

Le azioni globali sull'impalcato, per ogni carico elementare, sono riportate nella seguente tabella:

	Impalcato A				
	N max	N min	F long	F long *	F trasv
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
G1	810	810	0	0	0
G2	509	509	0	0	0
Q acc	550	0	0	0	0
Serpeggio	0	0	0	0	0
Vento	0	0	0	0	233
Azioni parassite	0	0	0	64	0
F sisma	352	-352	586	0	293

	N max	N min	F long	F long *	F trasv
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Comb.					
SLU	2654	1857	0	87	350
SLE rara	1869	1319	0	64	233
SLE qp	1319	1319	0	64	0
SLE freq	1759	1319	0	64	117
SLV	1781	966	586	64	293

Dove F_{long}^* si riferisce alla forza di attrito della fila mobile, che agisce sulla sommità della sottostruttura.

Si ottengono, di conseguenza, i seguenti scarichi per il singolo dispositivo di appoggio:

	Singolo appoggio			
	N max	N min	F long	F trasv
Impalcato A	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
SLU	265	186	0	117
SLE rara	187	132	0	78
SLE qp	132	132	0	0
SLE freq	176	132	0	39
SLV	178	97	195	98

10.2 IMPALCATO B

Le azioni globali sull'impalcato, per ogni carico elementare, sono riportate nella seguente tabella:

	Impalcato B				
	N max	N min	F long	F long *	F trasv
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
G1	376	376	0	0	0
G2	671	671	0	0	0
Q acc	3225	0	508	0	0
Serpeggio	0	0	0	0	100
Vento	0	0	0	0	0
Azioni parassite	0	0	0	128	0
F sisma	402	-402	669	0	334

Comb.	N max	N min	F long	F long *	F trasv
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
SLU	6190	1514	737	173	145
SLE rara	4272	1047	508	128	100
SLE qp	1047	1047	0	128	0
SLE freq	3627	1047	407	128	80
SLV	2094	645	770	128	354

Dove F_{long}^* si riferisce alla forza di attrito della fila mobile, che agisce sulla sommità della sottostruttura.

Si ottengono, di conseguenza, i seguenti scarichi per il singolo dispositivo di appoggio:

Impalcato B	Singolo appoggio			
	N max	N min	F long	F trasv
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
SLU	774	189	368	145
SLE rara	534	131	254	100
SLE qp	131	131	0	0
SLE freq	453	131	203	80
SLV	262	81	385	354

10.3 IMPALCATO C

Le azioni globali sull'impalcato, per ogni carico elementare, sono riportate nella seguente tabella:

	Impalcato C				
	N max	N min	F long	F long *	F trasv
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
G1	1990	1990	0	0	0
G2	2734	2734	0	0	0
Q acc	2012	0	0	0	0
Serpeggio	0	0	0	0	0
Vento	0	0	0	0	0
Azioni parassite	0	0	0	202	0
F sisma	1218	-1218	2027	0	1013

Comb.	N max	N min	F long	F long *	F trasv
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
SLU1	9705	6788	0	273	0
SLE rara	6736	4724	0	202	0
SLE qp	4724	4724	0	202	0
SLE freq	6334	4724	0	202	0
SLV	6345	3506	2027	202	1013

Dove F_{long}^* si riferisce alla forza di attrito della fila mobile, che agisce sulla sommità della sottostruttura.

Si ottengono, di conseguenza, i seguenti scarichi per il singolo dispositivo di appoggio:

Impalcato C	Singolo appoggio			
	N max	N min	F long	F trasv
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
SLU1	373	261	0	0
SLE rara	259	182	0	0
SLE qp	182	182	0	0
SLE freq	244	182	0	0
SLV	244	135	290	145

10.4 RIEPILOGO

Si riportano, di seguito, gli scarichi per ogni tipo di impalcato, opportunamente arrotondati:

		N max	N min	F long	F trasv
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Impalcato A	SLU	300	180	0	150
	SLE	200	130	0	100
	SLV	200	90	200	100
Impalcato B	SLU	800	180	400	150
	SLE	550	130	300	100
	SLV	300	80	400	400
Impalcato C	SLU	400	260	0	0
	SLE	300	180	0	0
	SLV	250	130	300	150

11 INCIDENZA

Incidenza soletta travi incorporate:

140 kg/m³