

LIASON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

GENIE CIVIL – OPERE CIVILI

PLAINE DE SUSAS - PIANA DI SUSAS
INTERVENTIONS SUR LIGNE HISTORIQUE TURIN-SUSAS
INTERVENTI SU LINEA STORICA SUSAS-TORINO
VIADUC LH SUR A32 - PONTE LS SU A32

NOTE D'INTERACTION STATIQUE PONT LH- RELAZIONE DI INTERAZIONE STATICA PONTE LS

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	09/01/2013	Première diffusion / Prima emissione	G. VERGNANO (St. Quaranta)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	08/02/2013	Révision suite aux commentaires LTF / Revisione a seguito commenti LTF	G. VERGNANO (St. Quaranta)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	3	A	T	S	3	1	5	0	8	A
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	50	30	10	10	02
------------------------------	------------	----	----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA
-

Tecnimont
Civil Construction
Dot. Ing. Guido Maffioletta
Ordre Ingegneri Prov. TO n. 6271 R



LTF sas – 1091 Avenue de la Boisse – BP 80631 – F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété LTF Tous droits réservés – Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet
est cofinancé par
l'Union européenne
(DG-TREN)



Questo progetto
è cofinanziato
dall'Unione europea
(TEN-T)

SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	2
1. INTRODUZIONE	3
2. CAMPO DI APPLICAZIONE	4
3. REAZIONI DI INTERAZIONE	6
3.1 Variazioni termiche dell'impalcato	6
3.2 Frenatura e avviamento	7
3.3 Inflessioni dell'impalcato per carichi verticali da traffico ferroviario	9
3.4 Reazioni totali	13

RESUME/RIASSUNTO

Le présent document contient l'évaluation simplifiée des effets d'interaction statique train – voie – structure du tablier en acier sur les structures cadres existantes.

Conformément à la spécification **RFI DTC INC PO SP IFS 001 A - SPÉCIFICATION POUR LA CONCEPTION ET LA APPLICATION DE PONTS FERROVIAIRES ET AUTRES TRAVAUX MINEUR DE MOINS DE VOIE, Annex 3**, pour ces structures peuvent être adoptées évaluation simplifiée des réactions dues aux effets de la structure d'interaction binaire, par conséquent, comme indiqué explicitement sur la spécification ci-dessus, la «congruence» entre la voie et la structure "*pourrait être considérée comme remplie sans contrôles spécifiques.*"

La presente relazione si riferisce alla valutazione semplificata degli effetti di interazione statica treno-binario-struttura dell'impalcato metallico sulle strutture scatolari esistenti.

In base alla specifica **RFI DTC INC PO SP IFS 001 A - SPECIFICA PER LA PROGETTAZIONE E L'ESECUZIONE DEI PONTI FERROVIARI E DI ALTRE OPERE MINORI SOTTO BINARIO, Allegato 3**, per le strutture in questione può essere adottata la valutazione semplificata delle reazioni dovute agli effetti di interazione binario struttura; in conseguenza, come esplicitamente riportato sulla suddetta specifica, la “congruenza” tra binario e struttura “*può ritenersi adeguatamente soddisfatto senza specifiche verifiche*”.

1. INTRODUZIONE

La presente relazione si riferisce alla valutazione semplificata degli effetti di interazione statica treno-binario-struttura dell'impalcato metallico su strutture scatolari esistenti. L'opera si inserisce nella progettazione definitiva della nuova linea Torino-Lione / Parte comune Italo-Francese/ Tratta in territorio italiano.

La metodologia adottata per il calcolo delle reazioni di interazione è quella prevista nella norma "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario" RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 21/12/11, Parte III Allegato 3.

In particolare essendo rispettate le condizioni del punto 1.4.5.2 e dell'allegato 3 della norma, il calcolo viene effettuato adottando la metodologia semplificata.

Gli effetti (forze) dovuti ad una variazione termica della struttura, a frenatura e avviamento dei convogli ed alle deformazioni prodotte dai convogli in transito, come indicato al paragrafo 1.4.5.3 della stessa (metodologie di valutazione degli effetti di interazione), sono utilizzate per la verifica dimensionale della sottostruttura (reazioni vincolari); per quanto concerne gli effetti sulla rotaia (... *al fine di garantire la sicurezza del binario* ... del punto 5.2.2.6 del T.U.) si riporta quanto scritto nel paragrafo 1.4.5.3 della specifica RFI con riferimento al caso di applicabilità della valutazione semplificata: "*In tal caso il rispetto dei limiti sulle altre grandezze di interesse (tensioni nelle rotaie e spostamenti relativi binario-impalcato) può ritenersi adeguatamente soddisfatto senza specifiche verifiche.*"

Operando quindi nelle ipotesi di cui all'allegato 3, possono di conseguenza ritenersi adeguatamente soddisfatte, senza specifiche analisi, le verifiche dello stato tensionale della rotaia e degli spostamenti relativi binario-impalcato.

2. CAMPO DI APPLICAZIONE

Si esaminano nel seguito i parametri che hanno portato alla valutazione semplificata delle reazioni di interazione, così come previsti dall'allegato 3 della norma.

Punto a): la tipologia strutturale, nei confronti delle azioni orizzontali, è equivalente ad un impalcato semplicemente appoggiato

Punto b) e b'): le luci delle campate sono tutte uguali (impalcato di luce $L= 75$ m nei confronti delle azioni orizzontali)

Punto c): il viadotto (nei confronti delle azioni orizzontali) è composto da 1 campata da 75 m e le rigidzze dei sistemi fondazione-pila-appoggio fisso (calcolate tenendo in conto la sola deformabilità fusto), valgono:

	H [m]	J [m ⁴]	E [kN/m ²]	k [kN/m]	L [m]	N	K [kN/m/m]
SP1	6.43	2.1296	32588108	783151	75	1	10442.014
-	-	-	-	-	-	-	-
SP2	Mobile	-	-	-	-	-	-

Avendo indicato:

H = Altezza della pila dall'estradosso plinto all'estradosso pulvino, considerando che la distanza tra piano del ferro e estradosso pulvino vale 3.3 m = 0.8 (altezza p.f.-estradosso soletta)+1.95 (altezza soletta + trave)+0.55 (altezza apparecchio d'appoggio+baggioli);

J = Momento d'inerzia longitudinale del fusto della pila;

E = Modulo di elasticità della pila;

k = Rigidezza della pila;

L = Luce della campata sostenuta dal vincolo fisso sulla pila (rispetto alle azioni orizzontali);

N = Numero binari;

K = Rigidezza per unità di lunghezza e di binario.

Pertanto, essendo l'altezza massima delle pile non superiore a 14 m e la rigidezza minima delle pile non inferiore a 13200 kN/m/m per binario (calcolata senza tenere conto della deformabilità delle fondazioni), si ritengono soddisfatte tutte le condizioni sui rapporti di rigidezza tra le campate adiacenti e tra singole rigidzze di campata e la rigidezza media del viadotto.

Punto d): la successione dei vincoli fisso e mobile è la stessa per tutte le campate, senza eccezioni.

Punto e): la luce delle campate è di 75 m (rispetto alle azioni orizzontali)

Punto f): il binario è continuo lungo tutta l'opera e alle sue estremità per almeno 100 m a monte e a valle dell'opera stessa

Punto h): La rigidezza della sottostruttura (sistema plinto-terreno) è sempre maggiore di $2000 \times L \times n$.binari.

Punto i): lo spostamento orizzontale, per l'inflessione da carichi verticali, del piano di regolamento del ballast sotto le azioni del treno LM71 (1 binario carico) è inferiore a 8 mm.

Infatti sussiste la disuguaglianza sulla rotazione d'estremità:

$$\Theta = 1 \times 0.0002463 = 0.0002463 \text{ rad} < 8/H = 8/2500 = 0.0032 \text{ rad},$$

essendo

H [mm] = distanza tra il piano di regolamento del ballast e il centro di rotazione degli appoggi

Θ = rotazione data dal treno LM71

3. REAZIONI DI INTERAZIONE

3.1 Variazioni termiche dell'impalcato

Vincolo fisso sulla spalla SP1

$$F_{ts} = \alpha_{ts1} \times \alpha_{ts2} \times \alpha_{ts3} \times L \times q \times n$$

$\alpha_{ts1} =$	0.55	variazione di temperatura DT = 15 °C
$\alpha_{ts2} =$	0.8582	coefficiente funzione della rigidezza del vincolo fisso
$\alpha_{ts3} =$	1	1 campata opera
L =	75	m luce della campata
q =	20	kN/m resistenza allo scorrimento del binario in assenza di carichi
n =	1	numero di binari

	F_{ts}/F_{tp} [kN]
SP1	708.0252
-	-
SP2	-

3.2 Frenatura e avviamento

Vincolo fisso sulla spalla SP1

1) FRENATURA

- treno LM71

$$F_{hs} = \alpha_{hs1} \times \alpha_{hs2} \times L_Q \times Q$$

$$\alpha_{hs1} = 0.70 \quad \text{posa su ballast } L = 75 \text{ m}$$

$$\alpha_{hs2} = 0.7873 \quad \text{coefficiente funzione della rigidità del vincolo fisso}$$

$$L_Q = 75 \quad \text{m lunghezza applicazione frenatura}$$

$$Q_{lb,k} = 22 \quad \text{kN/m forza di frenatura per unità di lunghezza}$$

$$F_{hs} = 909.4 \quad \text{kN}$$

- treno SW2

$$F_{hs} = \alpha_{hs1} \times \alpha_{hs2} \times L_Q \times Q$$

$$\alpha_{hs1} = 0.7 \quad \text{posa su ballast } L = 75 \text{ m}$$

$$\alpha_{hs2} = 0.7873 \quad \text{coefficiente funzione della rigidità del vincolo fisso}$$

$$L_Q = 50 \quad \text{m lunghezza applicazione frenatura}$$

$$Q_{lb,k} = 35 \quad \text{kN/m forza di frenatura per unità di lunghezza}$$

$$F_{hs} = 964.5 \quad \text{kN}$$

2) AVVIAMENTO

- treno LM71

$$F_{hs} = \alpha_{hs1} \times \alpha_{hs2} \times L_Q \times Q$$

$\alpha_{hs1} =$	0.70	posa su ballast L = 75 m
$\alpha_{hs2} =$	0.7873	coefficiente funzione della rigidità del vincolo fisso
$L_Q =$	30.3	m lunghezza applicazione avviamento (max 1000/33=30.3m)
$Q_{la,k} =$	36.3	kN/m forza di avviamento per unità di lunghezza
$F_{hs} =$	606.2	kN

- treno SW2

$$F_{hs} = \alpha_{hs1} \times \alpha_{hs2} \times L_Q \times Q$$

$\alpha_{hs1} =$	0.7	posa su ballast L = 75 m
$\alpha_{hs2} =$	0.7873	coefficiente funzione della rigidità del vincolo fisso
$L_Q =$	30.3	m lunghezza applicazione avviamento (max 1000/33=30.3m)
$Q_{lb,k} =$	33	kN/m forza di avviamento per unità di lunghezza
$F_{hs} =$	551.1	kN

3.3 Inflessioni dell'impalcato per carichi verticali da traffico ferroviario

Vincolo fisso sulla spalla SP1

- treno LM71

$$F_{vs} = \alpha_{vs1} \times \beta \times \left(\sqrt{\frac{q_f}{\delta_f}} + \sqrt{\frac{q_m}{\delta_m}} \right) \times \delta_0$$

$\alpha_{vs1} = 0.787318$ coefficiente funzione della rigidità del vincolo fisso

$$\beta = \sqrt{E_b \times A_b}$$

$\beta = 1792 \text{ kN}^{1/2}$

$E_b = 2.10E+08 \text{ kN/m}^2$ modulo elastico acciaio rotaie

$A_b = 0.0153 \text{ m}^2$ area binario (2 rotaie)

$q_m = 60 \text{ kN/m}$ resistenza del ballast tratta adiacente campata verso appoggio mobile

$q_f = 60 \text{ kN/m}$ resistenza del ballast tratta adiacente campata verso appoggio fisso

$k_{vm} = 16517 \text{ kN/m/m}$ rigidità longitudinale struttura campata verso appoggio mobile

$k_{vf} = \infty \text{ kN/m/m}$ rigidità longitudinale struttura campata verso appoggio fisso

$\delta_{ymo} = 0.002 \text{ mm}$ spostamento al limite elastico del binario campata verso appoggio mobile

$\delta_{yfo} = 0.002 \text{ mm}$ spostamento al limite elastico del binario campata verso appoggio fisso

$$\delta_{ym} = \delta_{ymo} + \frac{q_m}{k_{vm}}$$

$\delta_{ym} = 0.005633 \text{ m}$ spostamento al limite elastico del binario e campata verso appoggio mobile

$$\delta_{yf} = \delta_{yfo} + \frac{q_f}{k_{vf}}$$

$\delta_{yf} = 0.002 \text{ m}$ spostamento al limite elastico del binario e campata verso appoggio fisso

$x = 0.3 \text{ m}$ distanza piano regolamento del ballast dall'asse neutro impalcato

$H = 2.025 \text{ m}$ distanza piano regolamento del ballast dal centro rotazione appoggio

$\Theta = 0.001041 \text{ rad}$ rotazione d'estremità dell'impalcato sotto treno di calcolo LM71

$$\delta_o = 0.5 \times \Theta \times (H - x)$$

$$\delta_o = 0.00100442 \text{ m}$$

$$\delta_m = \max(\delta_o; \delta_{ym})$$

$$\delta_m = 0.00563252 \text{ m}$$

$$\delta_f = \max(\delta_o; \delta_{yf})$$

$$\delta_f = 0.002 \text{ m}$$

$$F_{vs} = 391.82 \text{ kN}$$

- treno SW2

$$F_{vs} = \alpha_{vs1} \times \beta \times \left(\sqrt{\frac{q_f}{\delta_f}} + \sqrt{\frac{q_m}{\delta_m}} \right) \times \delta_0$$

$\alpha_{vs1} = 0.783419$ coefficiente funzione della rigidezza del vincolo fisso

$$\beta = \sqrt{E_b \times A_b}$$

$\beta = 1792 \text{ kN}^{1/2}$

$E_b = 2.10E+08 \text{ kN/m}^2$ modulo elastico acciaio rotaie

$A_b = 0.0153 \text{ m}^2$ area binario (2 rotaie)

$q_m = 60 \text{ kN/m}$ resistenza del ballast tratta adiacente campata verso appoggio mobile

$q_f = 60 \text{ kN/m}$ resistenza del ballast tratta adiacente campata verso appoggio fisso

$k_{vm} = 16517 \text{ kN/m/m}$ rigidezza longitudinale struttura campata verso appoggio mobile

$k_{vf} = \infty \text{ kN/m/m}$ rigidezza longitudinale struttura campata verso appoggio fisso

$\delta_{ym0} = 0.002 \text{ mm}$ spostamento al limite elastico del binario campata verso appoggio mobile

$\delta_{yf0} = 0.002 \text{ mm}$ spostamento al limite elastico del binario campata verso appoggio fisso

$$\delta_{ym} = \delta_{ymo} + \frac{q_m}{k_{vm}}$$

$\delta_{ym} = 0.005633 \text{ m}$ spostamento al limite elastico del binario e campata verso appoggio mobile

$$\delta_{yf} = \delta_{yfo} + \frac{q_f}{k_{vf}}$$

$\delta_{yf} = 0.002 \text{ m}$ spostamento al limite elastico del binario e campata verso appoggio fisso

$x = 0.3 \text{ m}$ distanza piano regolamento del ballast dall'asse neutro impalcato

$H = 2.025 \text{ m}$ distanza piano regolamento del ballast dal centro rotazione appoggio

$\Theta = 0.001009 \text{ rad}$ rotazione d'estremità dell'impalcato per treno SW2 senza incr. dinamico

$$\delta_o = 0.5 \times \Theta \times (H - x)$$

$$\delta_o = 0.000974 \text{ m}$$

$$\delta_m = \max(\delta_o; \delta_{ym})$$

$$\delta_m = 0.005633 \text{ m}$$

$$\delta_f = \max(\delta_o; \delta_{yf})$$

$$\delta_f = 0.002 \text{ m}$$

$$F_{vs} = 379.80 \text{ kN}$$

3.4 Reazioni totali

Si riportano, in riepilogo, i contributi delle singole azioni:

	Termica [kN]	Frenatura		Avviamento	
		LM71 [kN]	SW/2 [kN]	LM71 [kN]	SW/2 [kN]
SP1	708.0	909.4	964.5	606.2	551.1
-	-	-	-	-	-
SP2	-	-	-	-	-

	Deflessione LM71				Deflessione SW/2			
	Spalle [kN]	Vincoli intermedi			Spalle [kN]	Vincoli intermedi		
		Frenatura [kN]	Frenatura [kN]	Avviamento [kN]		Frenatura [kN]	Frenatura [kN]	Avviamento [kN]
SP1	391.8	-	-	-	379.8	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
SP2	-	-	-	-	-	-	-	-