

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01e s.m.i.

CUP: J14D20000010001

### U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

### PROGETTO DEFINITIVO

LINEA AV/AC MILANO – VENEZIA

LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA

NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST

Prolungamento sottopasso di Via Albere Sud

SL01 - Prolungamento sottopasso di Via Albere Sud

Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratti sottopassi esistenti

SCALA:

-

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

IN1A 20 D 26 CL SL0100 006 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	V. Reale	Gen. 2022	M. Rigo	Gen. 2022	C. Mazzocchi	Gen. 2022	A. Perego Gen. 2022



File: IN1A20D26CLSL0100006A.doc

n. Elab.:

## INDICE

1	<b>PREMESSA</b> .....	3
2	<b>DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO</b> .....	5
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
3	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA</b> .....	6
4	<b>CARATTERISTICHE MATERIALI</b> .....	9
4.1	CALCESTRUZZO .....	9
4.2	ACCIAIO .....	9
5	<b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....	10
5.1	<b>G00: PESO PROPRIO</b> .....	10
5.2	<b>G01: SOVRACCARICO PERMANENTE</b> .....	10
5.3	<b>G02: AZIONE DA RITIRO</b> .....	11
5.4	<b>Q00: CARICO FERROVIARIO</b> .....	11
5.5	<b>Q01: AZIONE TERMICA</b> .....	13
5.6	<b>AZIONE SISMICA</b> .....	13
6	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b> .....	14
7	<b>CONCLUSIONI</b> .....	16

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratti sottopassi esistenti	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL 01 00 006	REV. A

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la progettazione definitiva di opere strutturali relative all'Ingresso Est al Nodo AV/AC di Verona Porta Nuova della Tratta AV/AC Brescia-Verona.

L'intervento prevede la realizzazione delle nuove linee, prevalentemente in affiancamento al sedime della attuale Linea Storica Milano-Venezia, nel tratto compreso tra l'uscita dell'Autostrada Verona Nord e la radice est della Stazione Ferroviaria di Verona Porta Vescovo, per una estensione di circa 9.7 km dall'inizio dello Scalo Cason alla fine della linea AV/AC.

- MODIFICA DI TRACCIATO DELLE LINEE MI-VE STORICA E VR-BRENNERO
- LINEA AV/AC MILANO-VENEZIA
- NUOVO SCALO IN LOCALITA' CASON
- RACCORDO BIVIO S.MASSIMO – VERONA P.N.
- RACCORDO Q.E. – VERONA P.N.
- INTERVENTI NELL'AMBITO DI VERONA PORTA NUOVA
- INTERVENTI NELL'AMBITO DI VERONA PORTA VESCOVO

Sono previsti interventi di potenziamento e riconfigurazione della stazione di Verona Porta Nuova e Verona Porta Vescovo.

Il progetto comprende tutte le opere atte a consentire l'allaccio e l'interfaccia con le linee storiche esistenti e la risoluzione delle interferenze tra la parte di progetto stesso e l'esistente (viabilità, idrografia, ecc).

Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratti sottopassi esistenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	SL 01 00 006	A	4 di 16



**Figura 1 - Individuazione area d'intervento**

	<b>LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratti sottopassi esistenti	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL 01 00 006	REV. A

## 2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normativa di riferimento

La valutazione dell'opera in oggetto è stata realizzata in accordo con le prescrizioni di seguito elencate è conformi alle normative vigenti:

- ✓ Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, «Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni»
- ✓ Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 11 febbraio 2019, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018»
- ✓ Manuale di progettazione RFI Opere Civili RFI DTC SIM AI FS 001 E e relative parti e sezioni.
- ✓ Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.
- ✓ 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
- ✓ UNI EN 1998-1:2013 – Strutture in zone sismiche – parte 1: generale ed edifici.
- ✓ UNI EN 1998-2:2011 – Strutture in zone sismiche –parte 2: ponti.
- ✓ UNI EN 1992-1-1: EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

### 3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Nella zona di accesso lato ovest alla stazione di Porta Nuova, le attuali linee ferroviarie che attraversano la città, transitando attraverso lo scalo merci di Porta Nuova (linea Brennero-Verona, linea merci Quadrante Europa-Verona e linea Bologna-Verona) sovrappassano Via Albere con un manufatto di luce pari a circa 11m.



**Figura 2 - Individuazione area d'intervento SL01**

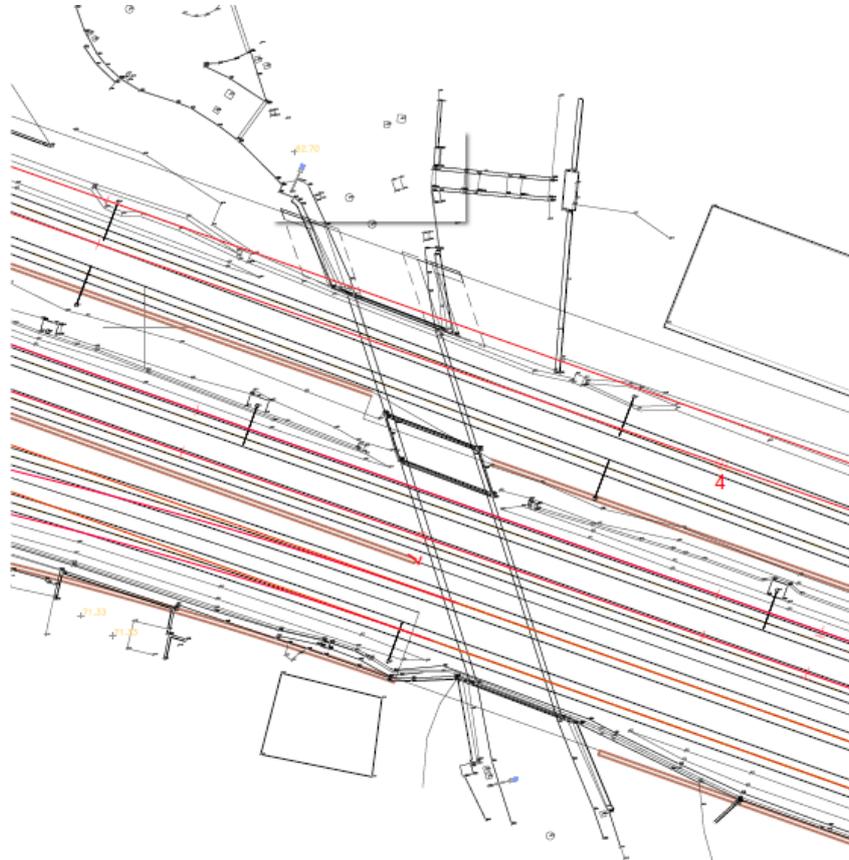
Il sottopasso attuale è costituito da due manufatti separati:

- il primo, lato nord, rappresenta la sede del Raccordo Bivio S. Massimo – Verona P.N. e presenta uno sviluppo longitudinale pari a 11.4m (ponte a travi incorporate);
- il secondo, lato sud, rappresenta la sede delle linee Bologna-Verona e Q.E.-Verona e si sviluppa per una lunghezza di circa 21m (struttura a travi in ca).

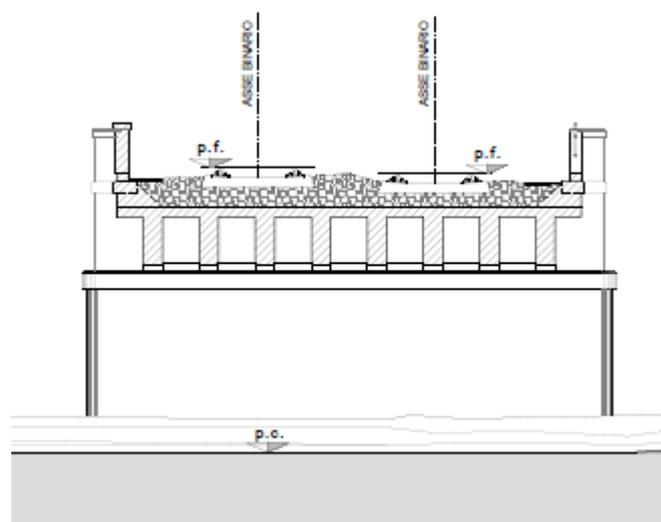


**Figura 3 – Viste dello scatolare esistente**

L'altezza interna netta minima tra il piano di rotolamento e il filo interno superiore è pari a circa 4.5m.



**Figura 4 – Rilievo celerimetrico sottovia SL01**



**Figura 5 – Sezione trasversale tipologica**

## **4 CARATTERISTICHE MATERIALI**

Dai documenti a disposizione, si sono estrapolate tutte le informazioni possibili per poter effettuare un'analisi strutturale relativa alla sezione di calcolo, effettuando una valutazione di massima dell'opera presa in oggetto.

### **4.1 Calcestruzzo**

Dal materiale a disposizione non è stato riscontrato nessun dato sufficiente da cui poter risalire alla classe di calcestruzzo utilizzata per la realizzazione degli impalcati.

### **4.2 Acciaio**

Dal materiale a disposizione non è stato riscontrato nessun dato sufficiente da cui poter risalire alle caratteristiche delle armature metalliche e delle travi annegate nella piattabanda in calcestruzzo.

## 5 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente capitolo vengono riportati i carichi agenti sull'impalcato del sottovia nello stato attuale in cui si trovano.

### 5.1 G00: Peso proprio

Il peso proprio degli elementi strutturali viene considerato in funzione della densità del calcestruzzo  $\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$  e dell'acciaio pari a  $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ .

### 5.2 G01: Sovraccarico permanente

Dagli elaborati a disposizione si evince che sull'impalcato agisce il seguente sovraccarico permanente con la seguente stratigrafia:

- Impalcato sottovia

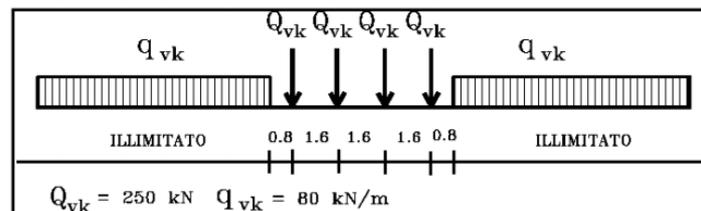
MATERIALE	SPESSORE [m]	UNITA' DI VOLUME [ $\text{kN/m}^3$ ]	CARICO [ $\text{kN/m}^2$ ]
Ballast e armamento	0.48	18	8.64
<b>Tot.</b>			<b>8.64</b>

### 5.3 G02: Azione da ritiro

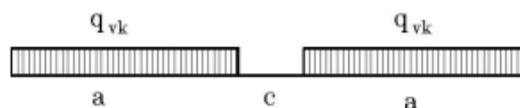
Considerando che la struttura analizzata risale agli anni '40, l'azione da ritiro si può trascurare, in quanto il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione dell'impalcato del sottovia ha pienamente sviluppato il suo effetto nel corso degli anni.

### 5.4 Q00: Carico ferroviario

Il carico verticale ferroviario è definito per mezzo di diversi modelli di carico: in particolare sono forniti due treni di carico distinti, il primo rappresentativo del traffico normale LM71, il secondo rappresentativo del traffico pesante SW/2. Questi modelli di carico schematizzano gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale e sono descritti nei seguenti schemi riportati di seguito:



**Fig. 1 –Modello di carico LM71**



Tipo di Carico	$q_{vk}$ [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

**Fig. 2 –Modello di carico SW**

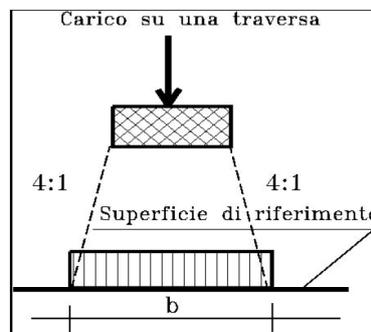
#### Coefficiente di adattamento $\alpha$ :

I valori dei suddetti carichi relativi alla configurazione LM71 e SW/2 dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento, variabile in ragione della tipologia dell'Infrastruttura (ferrovia ordinaria, ferrovia leggera metropolitana), viene di seguito riportata la tabella con la variabilità del coefficiente in base al tipo di linea o categoria di linea. Per l'opera presa in considerazione si considera un coefficiente adattivo  $\alpha$  pari a 1.1 per il modello di carico LM71 e pari a 1.0 per il modello di carico SW/2.

Tipi di linea o categorie di linea STI	Valore minimo del fattore alfa ( $\alpha$ )
IV	1.1
V	1.0
VI	1.1
VII-P	0.83
VII-F, VII-M	0.91

**Tabella 1 – Coefficiente di adattamento**

In generale, i carichi assiali del modello di carico LM71 possono essere distribuiti uniformemente nel senso longitudinale, al di sotto delle traverse, come indicato nella seguente immagine.



**Fig. 3 – Diffusione longitudinale dei carichi attraverso il ballast**

Dove superficie di riferimento è da intendersi la superficie di appoggio del ballast.

Assumendo una lunghezza della traversina pari a 2.60m e un'altezza del ballast sottostante pari a 0.11m, la diffusione longitudinale del carico ferroviario risulta pari a:

$$b = 2.60 + 0.11 / 4 \times 2 = 2.655 \text{ m}$$

Coefficiente dinamico  $\Phi$ :

Per tenere conto della natura dinamica del transito dei convogli, i valori di carico relativi alla configurazione LM71 e SW/2 dovranno essere ulteriormente moltiplicati per un coefficiente dinamico  $\Phi$ . Per la struttura oggetto di studio si considera, a favore di sicurezza, il coefficiente dinamico per linee con ridotto standard manutentivo:

$$\Phi_3 = 2.16 / (L_\Phi^{0.5} - 0.2) + 0.73 \quad 1.00 \leq \Phi_3 \leq 2.00$$

Considerando una lunghezza  $L_\Phi$  pari a 10.80m, di conseguenza si ha che il coefficiente dinamico  $\Phi_3$  da applicare ai due modelli di carico ferroviario è pari a:

$$L_\Phi = 10.70 \text{ m}$$

Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratti sottopassi esistenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	SL 01 00 006	A	13 di 16

$$\Phi_3 = 2.16 / (10.70^{0.5} - 0.2) + 0.73 = 1.43$$

Infine, il carico ferroviario dovuto al modello di carico LM71 e SW/2 risulta pari a:

$$q_{LM71} = 1.10 \times 1.43 \times (250 \times 4) / 6.4 / 2.66 = 92.40 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{SW/2} = 1.00 \times 1.43 \times 150 / 2.66 = 80.64 \text{ kN/m}^2$$

Il carico considerato sull'impalcato è quindi pari a **92.40 kN/m<sup>2</sup>**.

### 5.5 Q01: Azione termica

Gli effetti dell'azione termica uniforme e differenziale agente sull'impalcato non viene considerata in quanto non determinante ai fini della valutazione dell'opera presa in oggetto.

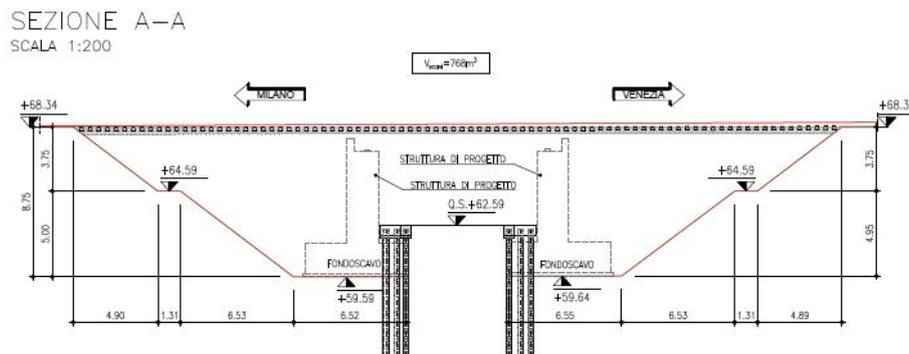
### 5.6 Azione sismica

L'azione sismica verticale sull'impalcato del sottovia è trascurabile, in quanto non rientra nelle prescrizioni descritte nei capitolo §3.2.3 e §7.2.2 delle NTC 2018.

## 6 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

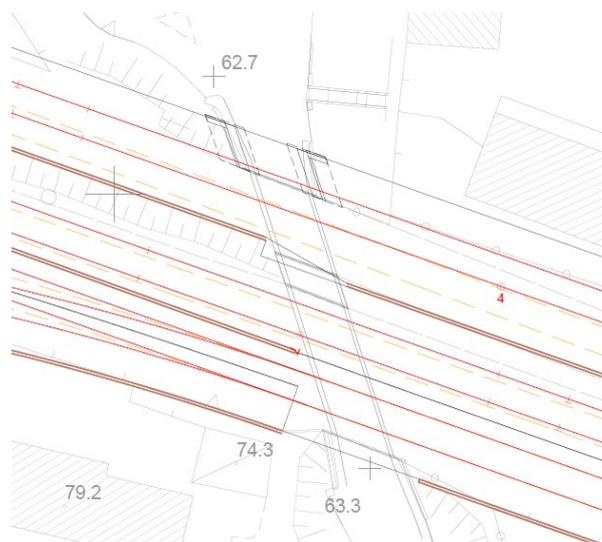
L'intervento è collocato in corrispondenza della progressiva chilometrica 154+705 della linea AV/AC e consiste in:

- un ampliamento lato nord del primo manufatto, mediante un impalcato in c.a che costituisce un prolungamento del sottopasso esistente e sul quale non esercita quindi alcuna influenza;
- un ampliamento lato nord del secondo manufatto, mediante un impalcato a travi incorporate realizzato in affiancamento al vecchio impalcato di cui viene a costituire un allargamento; l'interferenza con l'opera esistente è stata evitata oltrepassandola con un impalcato di 12.82 m che si poggia su due paratie costruite a tergo della struttura esistente.



**Figura 6 – Sezione scatolare di progetto**

Di seguito ri riporta uno stralcio planimetrico dove in rosso sono indicati gli assi ferroviari di progetto.



**Figura 7 – Stralcio planimetrico di progetto**

Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratti sottopassi esistenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	SL 01 00 006	A	15 di 16

Per quanto riguarda il primo manufatto a Nord, come si nota dalla planimetria, e dall'analisi del rilievo a disposizione si evince che il piano ferro della linea ferroviaria del Raccordo S. Massimo – VR P.N. rimane pressochè invariato nell'intervento previsto dal progetto definitivo.

Sul secondo manufatto, a seguito dello studio del rilievo celerimetrico a disposizione si è visto che il raccordo QE-VR P.N. coincide con la linea preesistente, mentre la linea AV AC MI-VE presenta degli scostamenti planimetrici che vanno dai 50 ai 90 cm circa, mentre altimetricamente si discosta di circa 2 cm rispetto ai binari preesistenti.

Di conseguenza, lo stato sollecitativo agente sulla sull'impalcato è paragonabile a quello presente allo stato attuale. Difatti, nello specifico, il carico variabile dovuto al traffico ferroviario graverà su una sezione equivalente a quella attuale, quindi con medesime caratteristiche meccaniche e geometriche, visto che la sezione del sottovia è trasversalmente omogenea.

## 7 CONCLUSIONI

La presente relazione ha per oggetto la valutazione strutturale del sottovia ferroviario, situato in corrispondenza della pk 154+705.20. Per quanto descritto nei capitoli precedenti si evincono le seguenti conclusioni:

- Il materiale a disposizione è sufficiente per effettuare una valutazione di massima dello stato sollecitativo della struttura analizzata;
- I carichi predominanti per il sottovia ferroviario sono rappresentati dal sovraccarico permanente portato e dall'azione del carico ferroviario agente sull'impalcato.
- Il progetto definitivo non prevede importanti alterazioni della linea ferroviaria esistente, nell'area d'intervento del sottovia ferroviario; difatti si ha sostanzialmente il mantenimento planimetrico ed altimetrico della tratta ferroviaria. Si può affermare così che lo stato sollecitativo della struttura viene semplicemente mantenuto su una sezione equivalente a quelle attuale, con medesime caratteristiche meccaniche e geometriche, mantenendosi pressochè inalterato rispetto allo stato attuale in cui si trova l'opera in oggetto.