

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

Sottopassi Acciaierie di Verona

SL07 - Sottopasso Acciaierie di Verona pk 158+824

Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratto sottopasso esistente

SCALA:

-

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

I N 1 A 2 0 D 2 6 C L S L 0 7 0 0 0 0 2 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: IN1A20D26CLSL0700002A



LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA  
LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA  
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST

Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratto sottopasso esistente

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D 26 CL	SL 07 00 002	A	2 di 16

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....	5
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
3	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	6
4	CARATTERISTICHE MATERIALI .....	9
5	ANALISI DEI CARICHI .....	11
5.1	G00: PESO PROPRIO .....	11
5.2	G01: SOVRACCARICO PERMANENTE .....	11
5.3	G02: AZIONE DA RITIRO .....	12
5.4	Q00: CARICO FERROVIARIO .....	12
5.5	Q01: AZIONE TERMICA .....	14
5.6	AZIONE SISMICA .....	14
6	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	15
7	CONCLUSIONI .....	16

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratto sottopasso esistente	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 07 00 002	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 tratto sottopasso esistente

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D 26 CL	SL 07 00 002	A	4 di 16



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

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA <b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
	Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratto sottopasso esistente	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 07 00 002	REV. A

## 2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

### 1.1 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

Nel tratto in affiancamento alla linea esistente tra il nuovo ponte sul fiume Adige e la stazione di Verona Porta Vescovo è previsto il prolungamento di tre sottopassi a servizio delle ex Officine Galtarossa, oggi Gruppo Pittini, poste in fregio alla linea storica.

Attualmente le due aree di proprietà delle Officine Pittini, separate dalla linea ferroviaria, sono collegate tra loro attraverso i tre manufatti di sottopasso dei binari esistenti MI-VE, con sezione ad arco in muratura.

In particolare, il sottopasso servizi SL07 si sviluppa per una lunghezza di circa 21m con una sezione netta larga 3,20m e alta in chiave di calotta 3,90m.

Di seguito vengono riportate alcune immagini e disegni illustrativi dell'opera presa in oggetto per l'analisi.

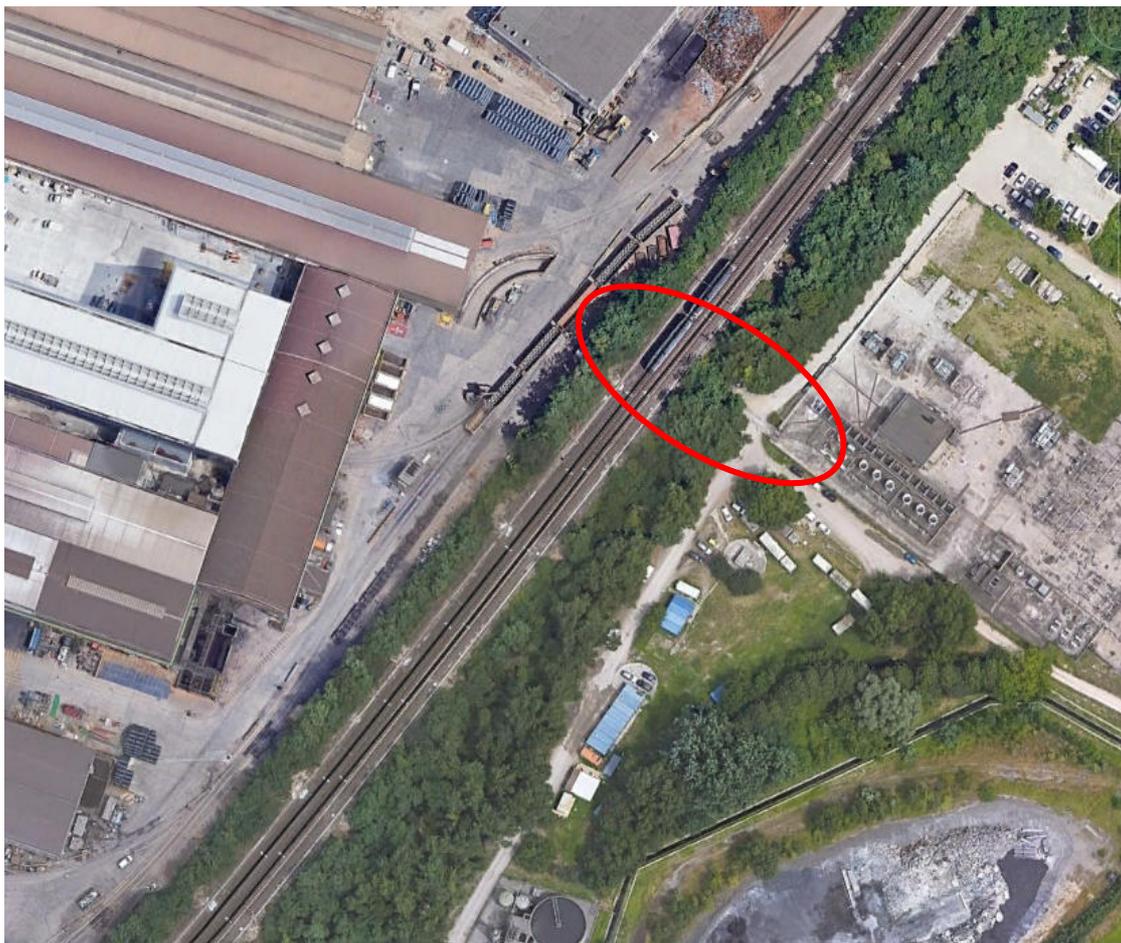


Figura 2 – Inquadramento dell'area interessata dall'opera

Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratto sottopasso esistente

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D 26 CL	SL 07 00 002	A	7 di 16



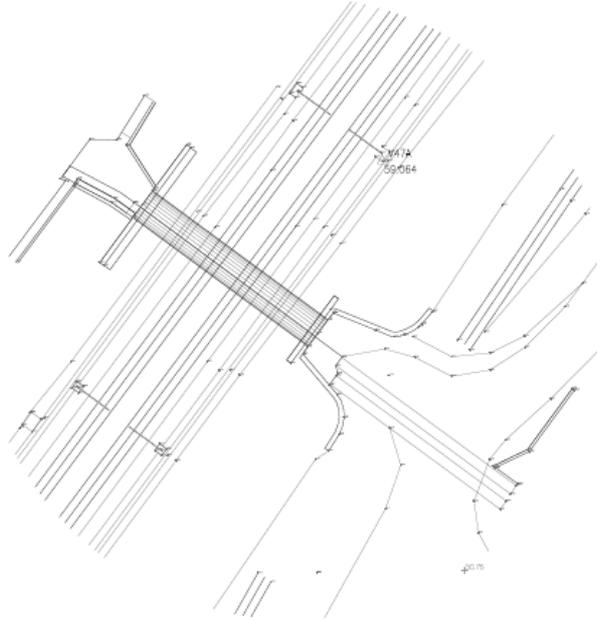
**Figura 3 –Opera in oggetto vista Ovest**



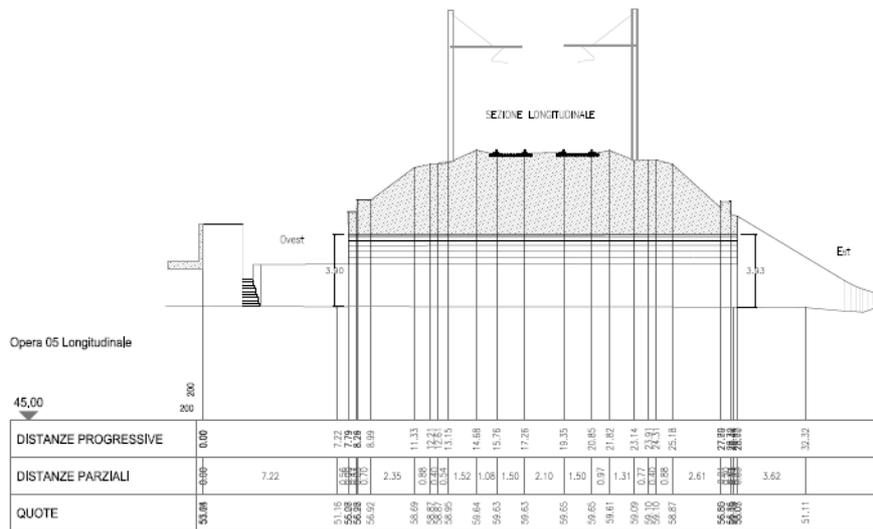
**Figura 4 –Opera in oggetto vista Est**

Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratto sottopasso esistente

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D 26 CL	SL 07 00 002	A	8 di 16



**Figura 5 – Rilievo celerimetrico sottovia SL07**



**Figura 6 – Sezione longitudinale SL07**

Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratto sottopasso esistente

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D 26 CL	SL 07 00 002	A	9 di 16

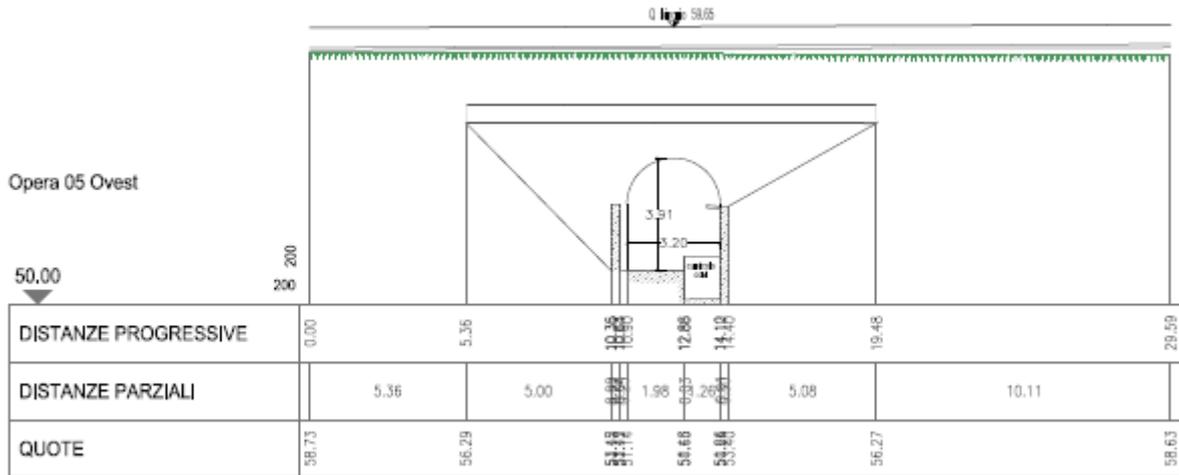


Figura 7 – Prospetto Ovest

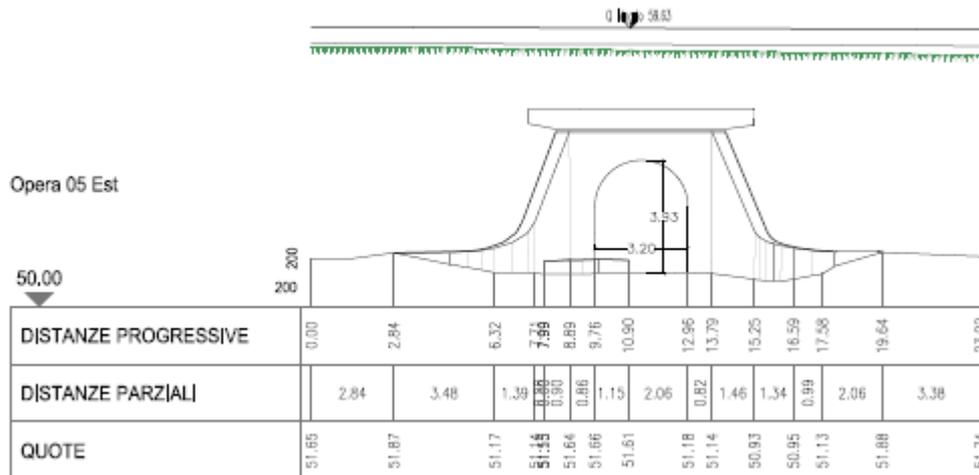


Figura 8 – Prospetto Est

#### 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.

Visto la mancanza di indagini in situ per confermare i valori dei parametri meccanici dei materiali costituenti l'opera, si adotta un livello di conoscenza LC1, con l'utilizzo conseguente di un fattore di confidenza FC uguale a 1.35, a favore di sicurezza. La conferma dei parametri adottati si rimanda ad uno studio più approfondito nella fase di progettazione esecutiva con un piano di indagini specifico.



LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA  
LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA  
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST

Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratto sottopasso esistente

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D 26 CL	SL 07 00 002	A	10 di 16

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

## 5 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente capitolo vengono riportati i carichi agenti sulla calotta 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 sulla calotta agisce il seguente sovraccarico permanente con la seguente stratigrafia:

- Calotta sottovia

MATERIALE	SPESSORE [m]	UNITA' DI VOLUME [ $\text{kN/m}^3$ ]	CARICO [ $\text{kN/m}^2$ ]
Rilevato	3.90	20	78
Ballast e armamento	0.48	18	8.64
		<b>Tot.</b>	<b>86.64</b>

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST				
	Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratto sottopasso esistente	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 07 00 002

### 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 della calotta 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:

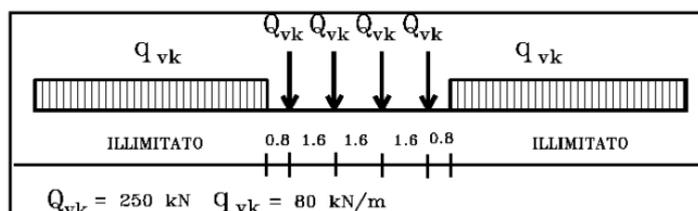
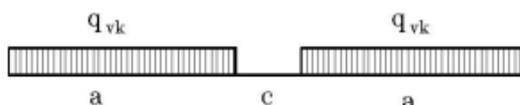


Fig. 1 –Modello di carico LM71



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

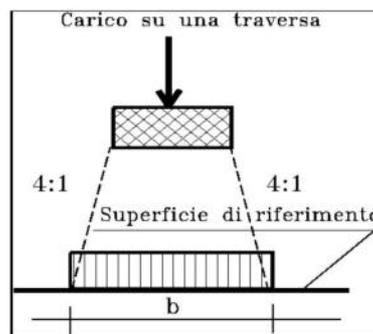
#### Coefficiente di adattamento $\alpha$ :

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:

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



LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA  
LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA  
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST

Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratto sottopasso esistente

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D 26 CL	SL 07 00 002	A	14 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 sulla calotta 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 sulla calotta non viene considerata in quanto non determinante ai fini della valutazione dell'opera presa in oggetto.

### 5.6 Azione sismica

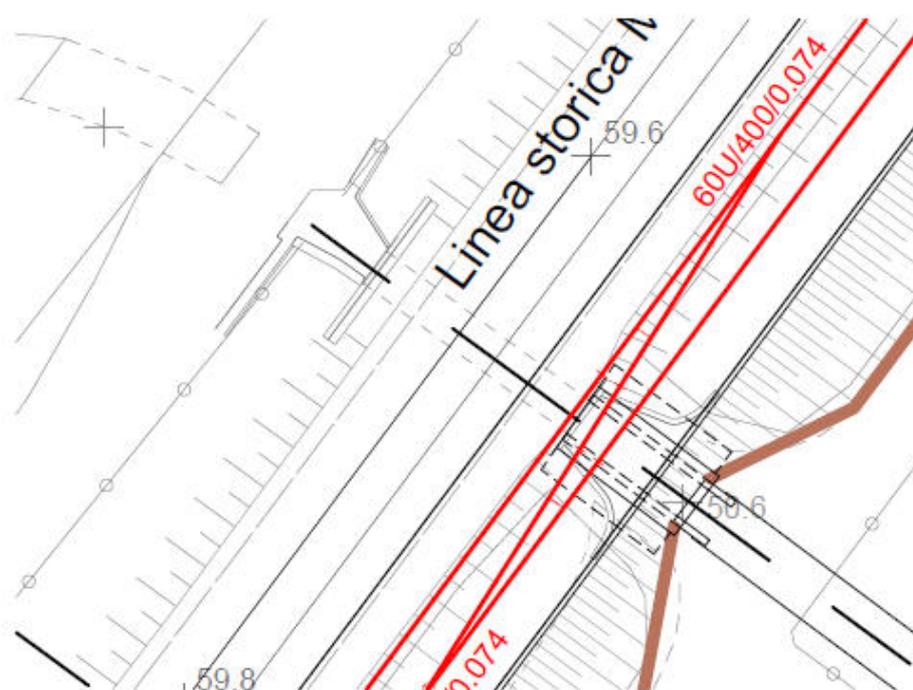
L'azione sismica verticale sulla calotta del sottovia è trascurabile, in quanto non rientra nelle prescrizioni descritte nei capitoli §3.2.3 e §7.2.2 delle NTC 2018.

## 6 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Per la realizzazione dell'SL07 è prevista la sola demolizione dei muri d'ala; il manufatto avrà altezza netta dal piano di rotolamento pari alla attuale massima della chiave di calotta.

Su richiesta delle Acciaierie, per evitare qualunque possibilità di interruzione degli impianti che passano attraverso questo cunicolo di servizio, si è scelto di realizzare delle strutture a 'portale', che non avendo parti al di sotto degli impianti non necessitano di intervenire sugli impianti passanti.

Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico esistente e definitivo, dove si evidenziano in rosso i nuovi allineamenti ferroviari previsti da progetto.



**Figura 9 – Planimetria dell'intervento del sottovia ferroviario**

Come si nota dalla planimetria, il piano ferro della linea ferroviaria rimane pressochè invariato nell'intervento previsto dal progetto definitivo. Di conseguenza, lo stato sollecitativo agente sulla calotta 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.

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA					
	<b>LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST</b>					
Relazione di calcolo e verifica funzionalità tratto sottopasso esistente	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN1A	20	D 26 CL	SL 07 00 002	A	16 di 16

## 7 CONCLUSIONI

La presente relazione ha per oggetto la valutazione strutturale del sottovia ferroviario, situato in corrispondenza della pk 158+824. 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 §0 e dall'azione del carico ferroviario agente sulla calotta §5.4;
- 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 (fare riferimento al §5).