

COMMITTENTE:



Aps Holding s.p.a.  
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento del Comune di Padova

IL DIRETTORE FUNZIONALE  
Dott. Ing. Diego Galiazzo

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Arch. Gaetano Panetta

PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTE



MANDANTE



MANDANTE



## PINI ITALIA

### PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3

#### OPERE D'ARTE ESISTENTI

Ponte S. Omizzolo sul Piovego - Relazione tecnica

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE

Dott. Ing. Luca Bernardini

SCALA:

-

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

NP00 00 D Z3 RG VI0200 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	M.MARELLI	MAGGIO 2020	M.MARELLI	MAGGIO 2020	A. PERESSO	MAGGIO 2020	A.POLLI MAGGIO 2020

File: NP0000DZ3RGVI0200001A.DOC

n. Elab.:

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA</p>	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>												
<b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NP00</td> <td>00 D Z3</td> <td>RG</td> <td>VI0200 001</td> <td>A</td> <td>2 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	2 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	2 di 20								

## INDICE

1.	INTRODUZIONE .....	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3.	CARICHI DI PROGETTO.....	4
4.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	4
4.1	MANUFATTI INTERRATI ESISTENTI .....	4
4.1	PONTE S.OMIZZOLO .....	4
5.	MANUFATTI ESISTENTI .....	5
5.1	ANALISI STORICO-CRITICA.....	5
5.2	SVILUPPI PROGETTUALI FUTURI .....	5
6.	PONTE S.OMIZZOLO .....	5
6.1	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA ESISTENTE.....	5
6.2	ANALISI STORICO-DOCUMENTALE .....	5
6.3	INDAGINI STRUTTURALI PRELIMINARI .....	6
6.4	INTERVENTI DI PROGETTO .....	7
6.5	PAVIMENTAZIONE BITUMINOSA .....	8
6.6	VERIFICHE STRUTTURALI.....	9
6.6.1	<i>Materiali</i> .....	10
6.6.2	<i>Impalcato</i> .....	13
6.6.3	<i>Pile e spalle</i> .....	18
6.6.4	<i>Pali</i> .....	18
6.7	CONCLUSIONI E SVILUPPI PROGETTUALI FUTURI .....	19

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p>  <p>PIRELLA GÖTTSCHE LOWE PUBBLICITÀ INTEGRATA E PROGETTAZIONE</p> <p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NP00</td> <td>00 D Z3</td> <td>RG</td> <td>VI0200 001</td> <td>A</td> <td>3 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	3 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	3 di 20								

## **1. INTRODUZIONE**

La relazione si inserisce all'interno della documentazione progettuale della nuova linea tramviaria SIR 3 nella città di Padova. La nuova linea avrà sede in parte dedicata in parte promiscua; si sviluppa perlopiù in ambito urbano, su strade esistenti, con solo alcuni tratti che invece percorrono aree attualmente destinate a verde.

Nel tratto urbano su strade già esistenti la linea interferisce con diversi manufatti esistenti. Nello specifico si prevede il passaggio sopra il ponte Silvio Omizzolo, che attraversa il canale Piovego, oltre al passaggio sopra 6 manufatti interrati:

- 1) Ponte delle gradelle di Porciglia;
- 2) Ponte di Santa Sofia (un manufatto interrato del 1223);
- 3) Ponte del Pidocchioso (un manufatto interrato del 1481);
- 4) Ponte dell'Ospitale in muratura;
- 5) Ponte dell'Ospitale in calcestruzzo;
- 6) Sottopassaggio dell'ospedale.


La relazione si propone l'obiettivo di verificare le strutture esistenti interessate dal passaggio della nuova linea tramviaria.

## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La presente relazione è stata condotta secondo le indicazioni contenute nelle seguenti normative:

D.M. 17 Gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni».

Circolare applicativa 21 Gennaio 2019, n. 7, «Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 Gennaio 2018».

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NP00</td> <td>00 D Z3</td> <td>RG</td> <td>VI0200 001</td> <td>A</td> <td>4 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	4 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	4 di 20								

### **3. CARICHI DI PROGETTO**

Le specifiche dei mezzi di progetto illustrano come lo scarico dato dai mezzi sia inferiore al carico di progetto stradale.

La sede tramviaria sui manufatti è promiscua, pertanto i carichi di traffico di progetto considerati sono quelli stradali secondo NTC.

### **4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

Le specifiche dei mezzi di progetto illustrano come lo scarico dato dai mezzi sia inferiore al carico di progetto stradale.

#### **4.1 Manufatti interrati esistenti**

NP0000DZ3P7VI0300001 Planimetria manufatti esistenti interrati


#### **4.1 Ponte S.Omizzolo**

NP0000DZ3PAVI0200001 Opere d'arte esistenti - Ponte S. Omizzolo sul Piovego - Progetto originale

NP0000DZ3PAVI0200002 Opere d'arte esistenti - Ponte S. Omizzolo sul Piovego - Stato di fatto

NP0000DZ3PZVI0200001 Opere d'arte esistenti - Ponte S. Omizzolo sul Piovego - Interventi strutturali

NP0000DZ3PRGE0000013 Fascicolo delle indagini in sito con loro ubicazione e report delle indagini

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p> 	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D Z3</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">VI0200 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">5 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	5 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	5 di 20								

## **5. MANUFATTI ESISTENTI**

### **5.1 Analisi storico-critica**

La nuova linea tramviaria percorre, nel suo tratto cittadino, un asse stradale interessato in passato, secondo il catasto Teresiano, da un canale. Il canale era attraversato da diversi ponti di varia foggia. Successivamente il canale è stato tombato; al giorno d'oggi i manufatti sono interrati e non accessibili.

L'analisi documentale non ha consentito di individuare alcuna caratteristica dei manufatti esistenti.

### **5.2 Sviluppi progettuali futuri**

Si rimanda alle successive fasi progettuali la possibilità di indagini ulteriori. In particolare, si ritiene che sarà necessario, per almeno alcuni dei manufatti, oltre a campagne d'indagine per investigare le strutture (materiali, configurazioni, stato di conservazione), il coinvolgimento della Soprintendenza ai Beni architettonici vista la datazione che sembrano avere alcuni dei manufatti in esame.

## **6. PONTE S.OMIZZOLO**



### **6.1 Descrizione della struttura esistente**

Il ponte è collocato nel centro di Padova e funge da collegamento fra le vie Morgagni e Gozzi. Al momento il ponte prevede il passaggio veicolare (anche di autobus), in un unico senso di marcia, da via Morgagni a via Gozzi. La carreggiata è costituita da due corsie, per una larghezza complessiva di 6.80m, affiancate da un marciapiede di larghezza pari a circa 2.70m.

La struttura, in calcestruzzo armato, è costituita da tre campate sorrette da due pile e altrettante spalle; sia le pile sia le spalle sono fondate su pali prefabbricati in c.a. battuti. La campata centrale ha una luce di 18 metri, mentre le campate laterali hanno luce di circa 9 metri. Lo schema statico è quello di trave Gerber; l'impalcato centrale è costituito da una soletta di 12m appoggiata in punta a due sbalzi di 3 metri in continuità con le campate laterali. L'appoggio della campata centrale è realizzato con selle del tipo Gerber. L'impalcato è realizzato con 4 travi rettangolari in c.a. principali, a sostegno della carreggiata, e da una trave di bordo a sostegno del marciapiede. Le travi sono sormontate da una soletta di collegamento in c.a.. In corrispondenza degli appoggi la sezione delle travi muta, presentando una sagoma a T rovescia che si allarga al punto di creare un vero e proprio cassone in corrispondenza dell'appoggio sulle pile.

### **6.2 Analisi storico-documentale**

Si è reperita la documentazione di progetto originaria, costituita da:

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTE</p>  <p>MANDANTE</p> 	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b></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>NP00</td> <td>00 D Z3</td> <td>RG</td> <td>VI0200 001</td> <td>A</td> <td>6 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	6 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	6 di 20								

- Relazione tecnica;
- Relazione di calcolo;
- Elaborati Grafici.

Si allegano i documenti analizzati.

La documentazione in possesso ha consentito la conoscenza quasi completa del progetto, comprensivo sia della caratterizzazione dei materiali sia la descrizione delle armature e dei dettagli costruttivi.

### 6.3 Indagini strutturali preliminari

In sede di progettazione definitiva si è ritenuto di eseguire una prima campagna conoscitiva della struttura; l'obiettivo era la valutazione dello stato di conservazione del manufatto.

La campagna di indagini si è articolata come segue:

- Ispezione visiva;
- Indagini e prove non distruttive:
  - Carotaggi
  - Prove di carbonatazione su provini in c.a.
  - Indagini ultrasoniche su elementi in cls
  - Indagini pacometriche/scarifiche
  - Indagini Vickers
  - Indagini Georadar
  - Prove ecometriche a bassa energia – P.I.T.



Ispezioni visive

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p> <p style="text-align: center;"> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p> <p> ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p> <p> PINI SWISS</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D Z3</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">VI0200 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">7 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	7 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	7 di 20								

L'indagine visiva è stata impostata con un metodo di valutazione numerica; sono state compilate in situ delle predisposte schede di valutazione del degrado, che prevedono l'assegnazione di valori ad indicare la gravità, l'estensione e l'intensità del degrado stesso. La valutazione numerica è poi ricavata da formulazioni in cui i differenti valori vengono pesati fino ad ottenere un indice di difettosità relativa 'DR'. L'ispezione visiva ha riguardato le spalle e l'intradosso delle campate laterali (accessibili da strada), le pile e l'intradosso della campata centrale (accessibili da un natante).



Determinazione della stratigrafia



Prova ecometrica sui pali di fondazione

Le indagini in situ sono state determinate, in tipologia e numero, sulla base della numerosità e tipologia degli elementi strutturali presenti, del contesto ambientale, dell'accessibilità dei luoghi, delle indicazioni ricavate dai documenti di progetto originario (elaborati grafici e relazione di calcolo); l'obiettivo delle indagini è stato quello di analizzare le caratteristiche dei materiali in opera e le tecniche costruttive.

I risultati delle indagini strutturali preliminari sono esposti nel documento:

NP0000DZ3PRGE0000013.

In tale documento sono riportate anche le valutazioni sullo stato di conservazione e di decadimento delle proprietà meccaniche dei materiali, con proposte di intervento e approfondimento futuro.

#### 6.4 Interventi di progetto

L'ispezione visiva ed il conseguente rilievo dell'esistente hanno evidenziato che il marciapiede ha una larghezza maggiore rispetto a quello di progetto originario; il passaggio della linea tramviaria necessita del ripristino della larghezza della carreggiata originaria, pertanto si dovrà procedere alla riduzione della larghezza del marciapiede. Si è inoltre evidenziato che non esiste, allo stato attuale, un sistema di raccolta delle acque di superficie; queste ultime vengono direttamente scaricate nel canale sottostante da bocchettoni ricavati nello spessore della soletta. In progetto si prevede la creazione di un sistema di

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTE</p>  <p>MANDANTE</p> 	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b></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>NP00</td> <td>00 D Z3</td> <td>RG</td> <td>VI0200 001</td> <td>A</td> <td>8 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	8 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	8 di 20								

raccolta acque in un collettore, da far passare sotto al marciapiede. Per questo motivo si dovrà demolire completamente il marciapiede esistente.

La creazione della linea tramviaria prevede inoltre la rimozione della pavimentazione esistente per consentire di impermeabilizzare la struttura, posare i binari della tramvia all'interno dei nuovi cordoli in c.a. ed il ripristino della pavimentazione. Questa verrà realizzata con un conglomerato bituminoso additivato con grafene; questo materiale aumenta le prestazioni della pavimentazione, in termini di rigidità, resistenza all'usura, prevenzione dell'ormaiamento. Le prestazioni del materiale consentono di ridurre al minimo i cedimenti differenziali fra il binario e il passaggio delle ruote del tram, garantendo il rispetto delle tolleranze di progetto fornite dal produttore del tram.

Il rilievo dell'esistente ha evidenziato che sia la quota di pavimentazione sia quella del marciapiede sono maggiori rispetto a quelle del progetto originario; il progetto della tramvia prevede il mantenimento di tali nuove quote di passaggio dei mezzi.

Ricapitolando, il progetto prevede:

- la demolizione del marciapiede e la sua ricostruzione, fino a ritornare alla larghezza di progetto originaria;
- la realizzazione di un sistema di raccolta delle acque di piattaforma;
- la rimozione della pavimentazione esistente;
- la realizzazione di una guaina, della pavimentazione, dei binari della tramvia.

Oltre a quanto sopra esposto, si prevedono interventi di risanamento delle strutture di intradosso dell'impalcato e le strutture verticali di sostegno dell'impalcato (pile e spalle).

## 6.5 Pavimentazione bituminosa

La soluzione proposta per l'impalcato del ponte prevede uno strato di conglomerato bituminoso di 8cm sopra il calcestruzzo, con funzione di strato di usura e protezione della soletta strutturale. La pavimentazione è posata in un unico strato di binder. Il vincolo progettuale per i cedimenti dello strato bituminoso è di +5/-15mm (tolleranze del mezzo rotabile).

Il materiale proposto ha rigidità molto maggiori rispetto al conglomerato tal quale; i valori di rigidità sono i seguenti (si riportano risultati di test di laboratorio su materiale confezionato ad hoc e test di laboratorio su materiale prelevato in cantiere).

LAB	PROVA su materiale in cantiere
T=5°C 21'124 MPa	T=5°C 20'757 MPa
T=20°C 7'809 MPa	T=20°C 10'876 MPa
T=40°C 3'003 MPa	T=40°C 3'476 MPa



	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b>	COMMESSA NP00	LOTTO 00 D Z3	CODIFICA RG	DOCUMENTO VI0200 001	REV. A	FOGLIO 9 di 20

Tali rigidità portano a deformazioni istantanee estremamente limitate rispetto alle tolleranze di progetto. Più significative sono le prove di ormaio, eseguite in accordo alla EN 12697-22, a temperatura di 60°C. Di seguito si riportano le profondità di ormaio misurate su strati di 60mm di binder:

LAB		PROVA su materiale in cantiere	
5'000 cicli	0.43 mm	5'000 cicli	≈0.6 mm
10'000 cicli	0.48 mm	10'000 cicli	≈0.8 mm
		30'000 cicli	≈1.1 mm
(con conglomerato tal quale si è ottenuto 1.39mm e 1.55mm)		(con conglomerato tal quale si è ottenuto 1.1mm 1.5mm e 1.9mm; si sottolinea che il materiale posato in cantiere ha rilevato un fuso granulometrico non conforme alle prescrizioni)	

Per lo strato di 80mm, previsto in opera sul ponte oggetto della presente relazione, le deformazioni attese possono essere ottenute per estrapolazione lineare; si attestano quindi intorno a valori maggiori del 33% rispetto a quelli ottenuti in laboratorio e mostrati in precedenza.


Il limite dei 15mm è quindi ampiamente rispettato. Il materiale proposto garantisce infine maggiore resistenza all'usura rispetto a conglomerati tradizionali.

## 6.6 Verifiche strutturali

La Normativa vigente prescrive che si effettui una valutazione della sicurezza di strutture esistenti qualora ricorra anche una sola delle seguenti condizioni:

- riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta a: significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, deformazioni significative conseguenti anche a problemi in fondazione; danneggiamenti prodotti da azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), da azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) o da situazioni di funzionamento ed uso anomali;
- provati gravi errori di progetto o di costruzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o passaggio ad una classe d'uso superiore;
- esecuzione di interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità e/o ne modifichino la rigidità;
- ogni qualvolta si eseguano gli interventi strutturali di cui al § 8.4 ;
- opere realizzate in assenza o difformità dal titolo abilitativo, ove necessario al momento della costruzione, o in difformità alle norme tecniche per le costruzioni vigenti al momento della costruzione.

Per valutare l'eventuale degrado delle strutture e dei materiali si è condotta una campagna di indagini visive e strumentali. La relazione 'NP0000DZ3PRGE0000013' contiene il report completo di tale indagine. Non risultano gravi carenze né deformazioni né funzionamenti anomali.

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p> <p style="text-align: center;"> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p> <p> ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p> <p> SERVIZIO REGIONALE PERMANENTE DI PROTEZIONE CIVILE</p> <p>MANDANTE</p> <p></p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D Z3</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">VI0200 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">10 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	10 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	10 di 20								

Per verificare la presenza di eventuali errori di progetto si è potuto esaminare la documentazione di progetto originaria; si è potuto constatare che non risultano gravi errori di progettazione e che le strutture sono state progettate conformemente alle norme vigenti all'epoca della costruzione.

Il cambio di destinazione d'uso (da stradale a promiscuo stradale/tramviario) non comporta l'aumento di carico sulle strutture (si veda §3).

Non si prevedono interventi strutturali o non strutturali che modifichino la rigidità o la resistenza delle strutture esistenti.

Per tutto quanto sopra, si ritiene che la valutazione della sicurezza non sia necessaria per il manufatto in esame. Nonostante ciò si procede nel seguito a verifiche preliminari delle strutture esistenti per verificarne l'idoneità.

In particolare, si effettuano verifiche degli elementi strutturali di impalcato, considerati i più significativi. Si rimanda alle successive fasi progettuali analisi più di dettaglio per gli elementi secondari (solette) e di sostegno verticali (pile e spalle), per i quali non si hanno informazioni di dettaglio nella documentazione di progetto.

### 6.6.1 Materiali

Le caratteristiche dei materiali sono dedotte dalla documentazione di progetto originaria e verificate con le indagini in situ.

Il progetto descrive i seguenti materiali:

calcestruzzo impalcato	cemento tipo 680 a 300kg/mc (classificato come calcestruzzo 'ad alta resistenza')
calcestruzzo pile e spalle	cemento tipo 500 a 300kg/mc
Acciaio per armature di forza delle travi	acciaio ad alto limite di elasticità (tipo Tor)
Altro acciaio di armatura	Aq50 (ferro acciaioso)

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SEMPRE SERVIZIO INGEGNERIA DI PROGETTAZIONE</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>						
<b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b>			COMMESSA NP00	LOTTO 00 D Z3	CODIFICA RG	DOCUMENTO VI0200 001	REV. A	FOGLIO 11 di 20

Le indagini in situ hanno dato i seguenti risultati.

Calcestruzzo:

Sigla provino	Data estrazione	Posizione in opera	h/d	Massa volumica kg/m <sup>3</sup>	Resistenza a compressione f <sub>carota</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	Resistenza strutturale in situ R <sub>c</sub>
C1	28/02/2020	Pila 1 - da dx orografico	1	2356	20,0	21,8
C2	28/02/2020	Pila 2 - da dx orografico	1	2342	17,8	19,4
C3	28/02/2020	Campata centrale - 2° trave da monte	1	2409	39,8	40,6
C4	28/02/2020	Campata centrale - soletta	1	2453	64,9	64,9
C5	28/02/2020	Spalla 1 - da dx orografico	1	2303	11,6	12,9
C6	28/02/2020	Prima campata - trave di bordo da monte	1	2378	35,1	36,3

Acciaio d'armatura:

Indagine n.	Elemento rif.	Durezza Hv misurata							Media Hv	Brinell Br	Resist. a trazione R <sub>t</sub> MPa	
		Hv										
V1	Pila 1 da dx orografico	Armatura verticale	162	164	160	163	165	161	159	163	154	517,2
			161	163	166	162	166	163	160			
		Armatura orizzontale	142	137	140	144	138	140	142	140	133	
			139	135	141	139	136	142	139			
V2	3 <sup>a</sup> trave da monte campata centrale	Armatura principale	288	290	286	291	289	287	284	288	274	913,1
			285	287	290	288	292	286	288			
		Staffa	181	179	176	180	178	175	178	178	169	
			178	180	177	179	174	180	177			
V3	Soletta campata centrale	Armatura trasversale	166	169	164	167	170	166	168	167	159	531,3
			165	167	170	165	169	167	164			
V4	Spalla 1 da dx orografico	Armatura verticale	164	161	157	162	164	159	161	161	153	511,5
			161	163	159	161	156	162	160			
		Armatura orizzontale	147	150	148	145	153	150	148	149	141	
			147	151	149	146	152	146	149			

In funzione della conoscenza della struttura sulla base dei documenti e delle prove, si può considerare un livello di conoscenza LC3 cui corrisponde un fattore di confidenza FC=1.00. Cautelativamente si assume un FC=1.20 (corrispondente ad un LC2).

	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b>	COMMESSA NP00	LOTTO 00 D Z3	CODIFICA RG	DOCUMENTO VI0200 001	REV. A	FOGLIO 12 di 20

Le proprietà dei materiali considerate di seguito sono le seguenti:

*Calcestruzzo impalcato*

$R_{c,media} = 47$  MPa (su 3 valori)

$FC = 1.20$

$f_{c,d} = 39$  MPa

Cautelativamente il calcestruzzo di impalcato è assimilato ad un **C25/30** secondo la classificazione attuale ponendo unitario il  $\gamma_M$  ( $f_{c,d} = 21$  MPa).

*Calcestruzzo pile e spalle*

$R_{c,media} = 18$  MPa (su 3 valori)

$FC = 1.20$

$f_{c,d} = 15$  MPa

Cautelativamente il calcestruzzo di impalcato è assimilato ad un **C16/20** secondo la classificazione attuale ponendo unitario il  $\gamma_M$  ( $f_{c,d} = 13$  MPa).

*Acciaio per armatura principale delle travi di impalcato*

$R_t = 913$  MPa

$FC = 1.20$

$f_{t,d} = 760$  MPa

Cautelativamente l'acciaio per le armature principali longitudinali delle travi è assimilato ad un **B450C** secondo la classificazione attuale ( $f_{yk} = 450$  MPa;  $\gamma_M = 1.0$ ;  $f_{yd} = 450$  MPa).

*Acciaio per staffe travi di impalcato ed elementi verticali o secondari*

$R_{t,media} = 507$  MPa


$FC = 1.20$

$f_{t,d} = 422$  MPa

Cautelativamente l'acciaio per le armature secondarie si considera uno snervamento:

$f_{yk} = 270$  MPa

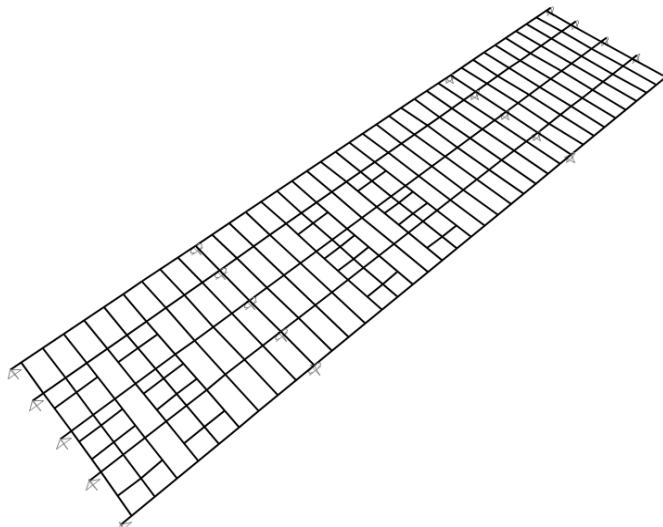
$f_{yd} = 225$  MPa

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>				
<p><b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z3</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RG</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>VI0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>13 di 20</p>

## 6.6.2 Impalcato

### Modello di calcolo impalcato

Per l'analisi delle sollecitazioni sull'impalcato si è sviluppato un modello di calcolo ad elementi finiti; a favore di sicurezza si è considerato un semplice appoggio senza continuità sugli elementi verticali (spalle e pile). La soletta di collegamento fra le travi è modellata con elementi frame di larghezza 1.00m e consente di simulare la collaborazione trasversale di impalcato.




Vista del modello 3D

I carichi applicati, oltre ai pesi propri strutturali, sono i seguenti:

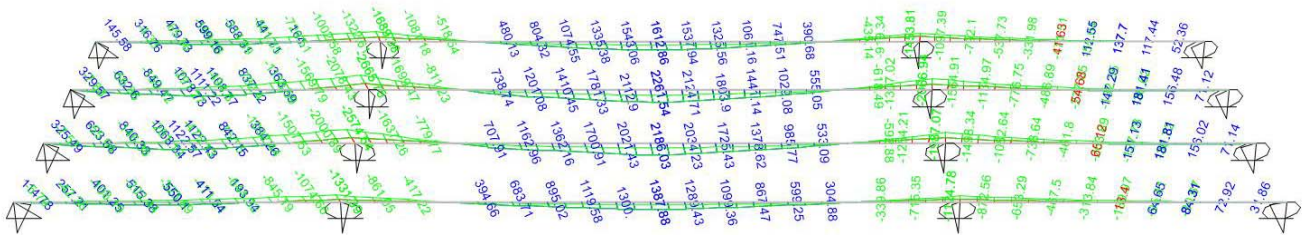
permanenti portati su corsia	$g1 = 0.14m \cdot 20.0kN/mc = 2.80$	kN/mq
permanenti portati su marciapiede	$g2 =$	5.00 kN/mq
variabili prima corsia (distribuiti)	$q1 =$	9.00 kN/mq
variabili prima corsia (concentrati)	$Q1 =$	2*300 kN
variabili seconda corsia (distribuiti)	$q2 =$	2.50 kN/mq
variabili seconda corsia (concentrati)	$Q2 =$	2*150 kN
variabili su marciapiede	$q3 =$	2.50 kN/mq

I carichi variabili da traffico, definiti in accordo alle NTC2018, sono applicati in modo da alternare le due corsie di carico sulle due corsie di traffico; i carichi concentrati sono fatti variare di posizione lungo lo sviluppo del ponte, per massimizzare le sollecitazioni nelle diverse sezioni delle travi.

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PROGETTAZIONE E DIREZIONE DEI LAVORI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p><b>NP00</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>00 D Z3</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>RG</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>VI0200 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>A</b></p>	<p>FOGLIO</p> <p><b>14 di 20</b></p>

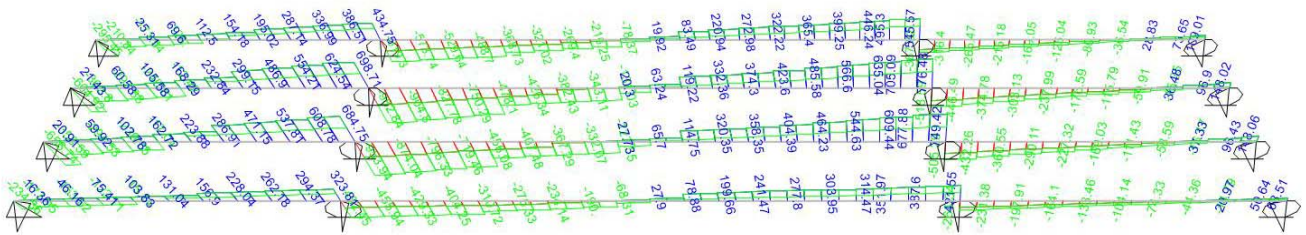
## Risultati delle analisi

Si riportano i diagrammi di involuppo dei momenti flettenti sulle travi principali di impalcato.



Campata centrale  $M_{max,SLU} = +2261.5$  kNm

Appoggio  $M_{max,SLU} = -2665.9$  kNm



Appoggio Gerber  $V_{max,SLU} = +750.3$  kN

Appoggio  $V_{max,SLU} = +982.8$  kN

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>						
<b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b>			COMMESSA NP00	LOTTO 00 D Z3	CODIFICA RG	DOCUMENTO VI0200 001	REV. A	FOGLIO 15 di 20

## Verifiche strutturali

Si eseguono le sole verifiche agli SLU.

### Sezione di mezzeria - flessione

$A_{s,sup1} = 2\phi 20 + 6\phi 8$       strato più esterno  
 $A_{s,sup2} = 6\phi 8$       armatura inferiore della soletta  
 $A_{s,inf1} = 6\phi 26$       strato più esterno  
 $A_{s,inf2} = 6\phi 26$       secondo strato  
 $A_{s,inf3} = 2\phi 26$       terzo strato

$M_{sd} = 2261.5 \text{ kNm}$

$M_{rd} = 2658.0 \text{ kNm} > M_{sd}$

Verifica C.A. S.L.U. - File: campata

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

N° Vertici: 10 Zoom N° barre: 28 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-16	0	18	5.31	2.5	9
2	-16	62	19	5.31	7.5	9
3	-56	72	20	5.31	12.5	9
4	-115	72	21	5.31	-7.5	14
5	-115	90	22	5.31	7.5	14
6	115	90	23	0.5	-103	76

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0 kN  
M<sub>xEd</sub>: 2261.5 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls  
Coord. [cm]: xN 0, yN 0

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub>: 2658 kNm

Materiali: B450C C25/30

$\epsilon_{su}$ : 67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$ : 2 ‰  
 $f_{yd}$ : 450 N/mm²  $\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰  
 $E_s$ : 200000 N/mm²  $f_{cd}$ : 21.25 N/mm²  
 $E_s/E_c$ : 15  $f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8  
 $\epsilon_{syd}$ : 2.25 ‰  $\sigma_{c,adm}$ : 9.75 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm²  $\tau_{co}$ : 0.6  
 $\tau_{c1}$ : 1.829

$\sigma_c$ : -21.25 N/mm²  
 $\sigma_s$ : 450 N/mm²  
 $\epsilon_c$ : 3.5 ‰  
 $\epsilon_s$ : 34.3 ‰  
d: 86 cm  
x: 7.962 x/d: 0.09259  
 $\delta$ : 0.7

Tipo Sezione:  Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo:  S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione:  Retta  Deviata

N° rett.: 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>: 0 cm Col. modello

Precompresso





<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>CONSORZIO INTERMUNICIPALE PER LA PROGETTAZIONE</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>				
<p><b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z3</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RG</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>VI0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>17 di 20</p>

### Sezione di appoggio - taglio

La disposizione delle armature nei confronti del taglio non è del tutto evidente dalla documentazione di progetto. Nel progetto si è considerato sia il contributo dei ferri piegati sia il contributo delle staffe. In particolare, non è del tutto chiaro il posizionamento dei ferri piegati.

$$As,w1 = 2\phi 12/150 \quad \text{staffe (acciaio Aq50)}$$

$$As,w2 = 2\phi 26/450 \quad \text{piegati (acciaio tipo Tor) [passo ipotizzato]}$$

Nelle verifiche a taglio, considerato il comportamento fragile, si considerano i coefficienti di sicurezza  $\gamma_M$  sui materiali.

$$Vsd = 982.8 \text{ kN}$$

Si valuta in prima istanza il taglio resistente delle sole staffe verticali:

$$Vrd,1 = 602.5 \text{ kN} \quad (f_{yd} = 225 \text{ N/mm}^2; \text{ctg}\theta = 2.5)$$

Il taglio che deve essere assorbito dai ferri piegati è valutato:

$$\Delta VEd = 982.8 - 602.5 = 380.3 \text{ kN}$$

Il taglio minimo assorbito dai ferri piegati è valutato considerando  $\text{ctg}\theta = 1.0$ :

$$Vrd,2 = 1010.7 \text{ kN}$$


$$Vrd,1 + Vrd,2 > Vsd$$

### Sezione sulla sella Gerber - taglio

La disposizione delle armature sulla sella Gerber non è ricavabile dalla documentazione di progetto. Non è stato altresì possibile valutare in situ le armature effettivamente posate.

Non è quindi possibile effettuare verifiche statiche.

**Trattandosi di una sezione particolarmente critica per il funzionamento della statica del ponte, si ritiene fondamentale in fase esecutiva effettuare ulteriori approfondimenti in termini di indagini e conseguentemente in termini di calcolo e verifiche.**

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NP00</td> <td>00 D Z3</td> <td>RG</td> <td>VI0200 001</td> <td>A</td> <td>18 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	18 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	18 di 20								

### 6.6.3 Pile e spalle

Dalla documentazione di progetto si è potuta ricavare la geometria delle opere, ma non le armature presenti.

Non è stato possibile pertanto effettuare verifiche strutturali sulle strutture verticali di sostegno dell'impalcato. Nel progetto originario si ipotizzava un vincolo di semplice appoggio dell'impalcato su pile e spalle, senza considerare alcun contributo di continuità. Nella verifica dell'impalcato prima esposta si è seguito lo stesso schema statico.

**Si ritiene che nelle successive fasi progettuali si potranno effettuare indagini ulteriori per conoscere in modo più approfondito le strutture esistenti, e poter così condurre verifiche eventualmente anche nei confronti delle sollecitazioni orizzontali.**

### 6.6.4 Pali

I pali sono realizzati in cls prefabbricato e battuto; sono stati soggetti a prove ecometriche per verificarne l'integrità e la continuità. Le prove hanno dato esito positivo.

In assenza di informazioni geotecniche, e comunque in accordo alla normativa, si ritiene che non sia necessario procedere ad ulteriori approfondimenti sul sistema fondazionale.

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p> 	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>												
<b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D Z3</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">VI0200 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">19 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	19 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	19 di 20								

## 6.7 Conclusioni e sviluppi progettuali futuri

- 1) L'ispezione visiva e le indagini in sito hanno evidenziato che l'elemento maggiormente soggetto al degrado è l'intradosso dell'impalcato; in particolare si hanno localizzati fenomeni di distacco del copriferro con armature ossidate esposte.

**In particolare, si ritiene necessario in fase esecutiva procedere ad analisi ed indagini più approfondite sullo stato di conservazione e sulle effettive capacità resistenti delle selle Gerber, al momento non ispezionabili e che presentano evidenti segni di degrado.**

- 2) Le pile e le spalle sembrano presentare un livello di degrado superficiale minore; tuttavia sembra presente una rasatura che potrebbe mascherare eventuali difetti del calcestruzzo sottostante.

**Si è evidenziato un elevato livello di carbonatazione, che merita approfondimenti progettuali esecutivi. Si ritiene opportuno considerare di intervenire con materiali di protezione nei confronti della penetrazione dell'anidride carbonica.**

- 3) Il sistema di fondazioni profonde su pali è risultato integro secondo le prove effettuate. I carichi sulla struttura non variano in modo significativo, pertanto si ritiene che non siano necessari interventi sulle fondazioni.

- 4) L'analisi statica dell'impalcato ha evidenziato il dimensionamento delle strutture risulta nel complesso adeguato al sostegno dei carichi di progetto della tramvia. Le caratteristiche meccaniche dei materiali risultano adeguate e mantenute nel tempo.

**Si ritiene che ulteriori approfondimenti su meccanismi locali, quali le selle di appoggio tipo Gerber, debbano essere prodotti in fase esecutiva a seguito di indagini accurate sulle armature esistenti.**

- 5) Le pile e le spalle non sono state oggetto di verifiche per l'assenza di informazioni. Le proprietà meccaniche dei materiali sono risultate inferiori a quelle dell'impalcato, come del resto previsto nel progetto originario.

**Si ritiene che in fase esecutiva si potrà effettuare una campagna di indagini integrative che consentano una conoscenza maggiore delle strutture verticali, anche nell'ottica di un eventuale studio del comportamento nei confronti delle sollecitazioni orizzontali.**

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p> <p style="text-align: center;"> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p> <p> ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p> <p> STUDIO INGENIERIA E PROGETTAZIONE</p> <p>MANDANTE</p> <p></p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO</b></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>NP00</td> <td>00 D Z3</td> <td>RG</td> <td>VI0200 001</td> <td>A</td> <td>20 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	20 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z3	RG	VI0200 001	A	20 di 20								

6) Si è riscontrato che le acque di superficie vengono scaricate direttamente nel Canale Piovego attraverso fori nella soletta.

**Si prevede in progetto la realizzazione di un sistema di raccolta e collettamento delle acque.**