



# Ponte della Pace

Lavori di manutenzione straordinaria

*Sostituzione impalcato, tinteggiatura e manutenzione impianti*

Progetto esecutivo

*Relazione generale*

Progetto generale

*Ing. Francesco Maria Cellini*

Progetto strutturale

*Ing. Stefano Pinardi*

Coordinatore della sicurezza in fase progettuale

*Ing. Massimiliano Cocchi*

Collaboratori

*Geom. Fabrizio Gamberini*

*Per. Ind. Marco Marchi*

luglio 2019

RT

## Sommario

<b>1</b>	<b>Generalità.....</b>	<b>3</b>
1.1	Vincoli.....	3
1.2	Documenti di progetto.....	4
1.3	Descrizione della struttura .....	4
1.3.1	<i>Il sistema stabilizzante .....</i>	<i>5</i>
1.3.2	<i>I cavalletti d'ancoraggio .....</i>	<i>5</i>
1.3.3	<i>I materiali.....</i>	<i>6</i>
<b>2</b>	<b>Descrizione dei lavori.....</b>	<b>8</b>
2.1	Riparazione delle gondole .....	8
2.2	Sostituzione del tavolato .....	8
2.2.1	<i>Le doghe in materiale composito.....</i>	<i>9</i>
2.3	Verniciatura .....	9
2.3.1	<i>Sabbiatura.....</i>	<i>10</i>
2.3.2	<i>Lavaggio.....</i>	<i>10</i>
2.3.3	<i>Trattamento anticorrosivo delle gondole.....</i>	<i>10</i>
2.3.4	<i>Verniciatura .....</i>	<i>10</i>
2.4	Riqualificazione dell'impianto di illuminazione .....	10
<b>3</b>	<b>Quadro economico.....</b>	<b>12</b>

# 1 Generalità

Il Ponte della Pace del Comune di Casalecchio di Reno è stato inaugurato nell'anno 2004 e necessita di alcuni interventi di manutenzione al fine di preservarne la funzionalità. Nella delibera di aggiornamento del "Programma triennale opere pubbliche 2019 – 2021" approvato dal Consiglio comunale di Casalecchio di Reno con Delibera n. 4/2019 ha previsto lo stanziamento di 230.000,00 € per la manutenzione straordinaria del ponte.

Il progetto generale di manutenzione sviluppa questa previsione, definendo le singole lavorazioni e le zone in cui si dovrà intervenire, con l'obiettivo di conservare l'integrità del ponte e prevenire eventuali pericoli.

In particolare sono necessari i seguenti lavori:

1. riparazione delle gondole
2. tinteggiatura delle parti metalliche
3. manutenzione dell'impianto di illuminazione
4. posa di nuovo tavolato
5. controllo e tesatura dei cavi di sostegno.

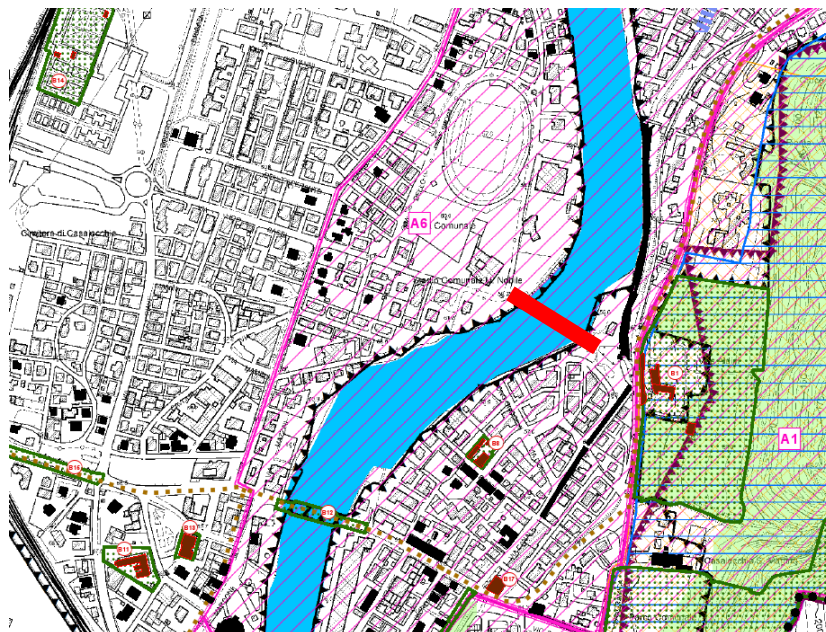
La presente relazione descrive le lavorazioni previste nel primo stralcio di lavori che non comprende l'intervento di controllo e tesatura dei cavi di sostegno.



## 1.1 Vincoli

Il ponte è situato sul fiume Reno in un'area soggetta ad Autorizzazione paesaggistica (DM 25/01/1966). Collega il quartiere Chiusa-Canale con il quartiere Garibaldi, nella zona del nuovo Municipio (via dei Mille, 9).

Le immagini seguenti sono estratte dalla tavola 5.1 del Piano Strutturale del Comune di Casalecchio di Reno.



#### ELEMENTI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI

Beni paesaggistici (*Bene sottoposto ad autorizzazione paesaggistica*)



<b>A1</b>	D.M. 10/11/1953
<b>A2</b>	D.M. 10/10/1960
<b>A3</b>	D.M. 23/03/1965
<b>A4</b>	D.M. 07/04/1965
<b>A5</b>	D.M. 20/04/1965
<b>A6</b>	D.M. 25/01/1966

## 1.2 Documenti di progetto

La documentazione progettuale è costituita dei seguenti elaborati:

- Relazione generale e quadro economico;
- Relazione tecnica delle strutture;
- Disegni;
- Elenco prezzi;
- Computo metrico;
- Capitolato speciale di appalto;
- Piano di sicurezza e coordinamento;
- Album fotografico.

## 1.3 Descrizione della struttura

La soluzione strutturale consiste essenzialmente in:

- un sistema principale portante di tipo sospeso in funi ad alta resistenza;
- un sistema di funi stabilizzanti a curvatura contrapposta;
- due cavalletti d'ancoraggio con fondazioni a gravità;



- Il sistema portante principale.

Il sistema portante principale è costituito da due famiglie di funi portanti di 98 m di luce libera e 15 m di freccia. Ogni famiglia di funi portanti è formata da n. 2 funi elementari, di tipo spiroidale, con fili elementari ad alta resistenza, protette contro la corrosione mediante zincatura di classe B di diametro nominale  $\phi=40\text{mm}$ .

Lo sdoppiamento delle funi elementari consente di facilitare le operazioni di montaggio ed eventuali operazioni di sostituzione. Le funi portanti sono disposte secondo linee sghembe nello spazio secondo una configurazione naturale di equilibrio dipendente: dalla distribuzione dei carichi trasmessi, dai pendini di collegamento tra l'impalcato e le funi portanti, e le condizioni di vincolo cardinali. Questa configurazione è data principalmente dalla forma dell'impalcato (in legno di larice protetto di 7 cm di spessore) di larghezza variabile tra i 2.50 m all'imposta ed i 6 m in mezzeria, forma che permette di ottenere, con la struttura dell'impalcato stesso, la funzione di controventamento orizzontale fuori dal piano verticale. Le funi portanti confluiscono nel punto d'ancoraggio dove è stato studiato un particolare costruttivo a sella che permette di conservare la continuità materiale delle funi portanti fino all'ancoraggio a terra costituendo così, automaticamente, la strallatura esterna d'ancoraggio della tensostruttura.

I pendini di collegamento sono realizzati in funi spiroidali  $\phi=16/19\text{ mm}$  zincate; essi sospendono l'impalcato ogni 2.50 m collegandosi a travi trasversali metalliche a luce variabile, a sezione chiusa, in acciaio Fe 430 C e trasmettono gli sforzi alle funi portanti mediante speciali morsetti ad attrito.

### 1.3.1 Il sistema stabilizzante

In corrispondenza del perimetro esterno dell'impalcato vengono disposte le funi stabilizzanti a curvatura contrapposta, di diametro 40 mm, dotate di uno sforzo coattivo di pretensione di 500 kN ed ancorate sulle sommità delle spalle in c.a. terminali del ponte. Le funi stabilizzanti permettono di ottenere un sistema verticale a doppio effetto generando così un meccanismo strutturale di risposta a tensostruttura a differenza della classica stabilizzazione per gravità dei sistemi semplicemente sospesi. Le funi stabilizzanti sono dotate di componenti di curvatura nei piani verticale ed orizzontale in modo da ottenere una risposta efficace contro le azioni dei carichi gravitazionali e le azioni di lift (sollevamento) e drag (trascinamento) indotte dal vento. Al ruolo controventante appena descritto si aggiunge quello derivante dalla reticolarizzazione dell'impalcato mediante diagonali realizzati in tubo 60.3 mm x 3.2 mm ed aventi passo 5 m. Alla coppia di tubi 177.8 mm x 6.3 mm disposta a cavallo dell'asse longitudinale della passerella sono assegnate diverse funzioni: stabilizzazione dei traversi durante la fase di montaggio, irrigidimento/smorzatore flessionale e torsionale "locale" dell'impalcato, eventuale sede delle canalizzazioni elettriche.

### 1.3.2 I cavalletti d'ancoraggio

Il sistema tensostrutturale formato dalle funi portanti e stabilizzanti genera alle imposte sforzi di trazione, con componenti orizzontali e verticali, che devono essere equilibrate e riportate a terra tramite un sistema d'ancoraggio. Nel presente progetto, si adotta un sistema di ancoraggio formato da cavalletti costituiti da due puntoni configurati ad "A" e da una strallatura costituita dalla deviazione delle stesse funi portanti. I puntoni sono realizzati con profili tubolari a sezione circolare di 711.2 mm di diametro e 8.8 mm di spessore in acciaio Fe 430 D, incernierati alla base. Gli sforzi delle colonne sono trasmessi alle fondazioni/spalle in c.a. Gli sforzi degli stralli sono equilibrati da fondazioni a gravità.

### 1.3.3 I materiali

#### Acciaio da carpenteria

Acciaio da carpenteria secondo UNI 7070:

Fe 430 C/D con  $\sigma_{amm}=190 \text{ N/mm}^2$  e  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$

Collegamenti bullonati secondo UNI 3740:

viti      classe 8.8  
            classe 10.9  
dadi      classe 6.S  
            classe 8 G

Collegamenti saldati secondo UNI 10011 e specifiche I.I.S.

#### Funi

Funi spiroidali zincate

$f_u \geq 1570 \text{ N/mm}^2$

Bulk factor: 0.74

Stranding factor: 0.84

Module of elasticity: 165000 MPa

#### Conglomerato cementizio

Calcestruzzo Rbk  $\geq 30 \text{ N/mm}^2$  per strutture in elevazione e di fondazione

$\sigma_{amm}=9.75 \text{ N/mm}^2$   $\tau_{c0} = 0.6 \text{ N/mm}^2$   $\tau_{c1} = 1.83 \text{ N/mm}^2$

#### Acciaio in barre

Acciaio FeB 44K controllato in stabilimento  $\sigma_{amm}=260 \text{ N/mm}^2$  e  $f_y = 430 \text{ N/mm}^2$

#### Legno

Larice massiccio classe C24 secondo la norma UNI EN 14081.

Modulo elastico  $E = 0.8 \times 10000 = 8000 \text{ N/mm}^2$

Tensione nominale  $\sigma = 13 \text{ N/mm}^2$

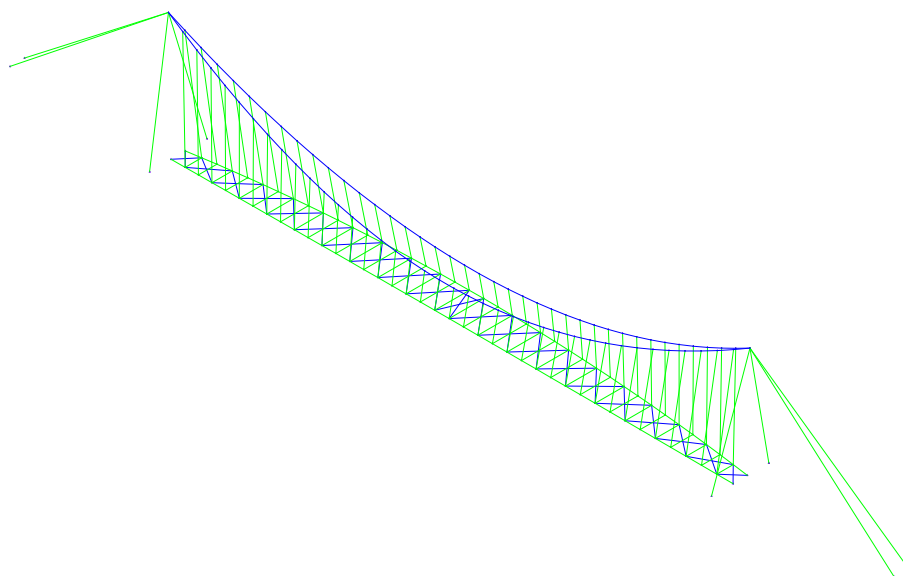
Tensione ammissibile  $\sigma_{amm}=k_d \times k_w \times k_g \times \sigma$  dove

$k_d$  = coeff. di combinazione = 1.0

$k_w$  = coeff. di ambiente = 0.8

$k_g$  = coeff. di geometria = 1.0

da cui  $\sigma_{amm}=10.4 \text{ N/mm}^2$



Assonometria

3 8 12 16 20 24 28 32 36 40 44 48 52 56 60 64 68 72 76 80 86 90 94 98 102 106 110 114 118 122 126 130 134 138 142 146 150 154 158 162

Numerazione Nodi Funi Portanti

6 10 14 18 22 26 30 34 38 42 46 50 54 58 62 66 70 74 78 82 84 88 92 96 100 104 108 112 116 120 125 128 132 136 140 144 148 152 156 162  
5 11 15 19 23 27 31 35 39 43 47 51 55 59 63 67 71 75 79 83 85 89 93 97 101 105 109 113 117 121 124 129 133 137 141 145 149 153 157 161

Numerazione Nodi Funi Stabilizzanti e Traversi

## 2 Descrizione dei lavori

### 2.1 Riparazione delle gondole

Il tavolato in legno è sostenuto da 40 “gondole” alcune delle quali nel tempo si sono deformate e devono essere riparate. La deformazione, causata probabilmente da una infiltrazione di acqua, riguarda le pareti verticali dello scatolare metallico così come evidenziato nell'immagine a lato. La riparazione ipotizzata prevede di effettuare le seguenti operazioni:

1. foratura delle gondole per far fuoriuscire l'acqua eventualmente presente;
2. riparazione della deformazione fatta utilizzando viti passanti;
3. trattamento anticorrosione delle superfici interne (vedi paragrafo 2.3.3).



### 2.2 Sostituzione del tavolato

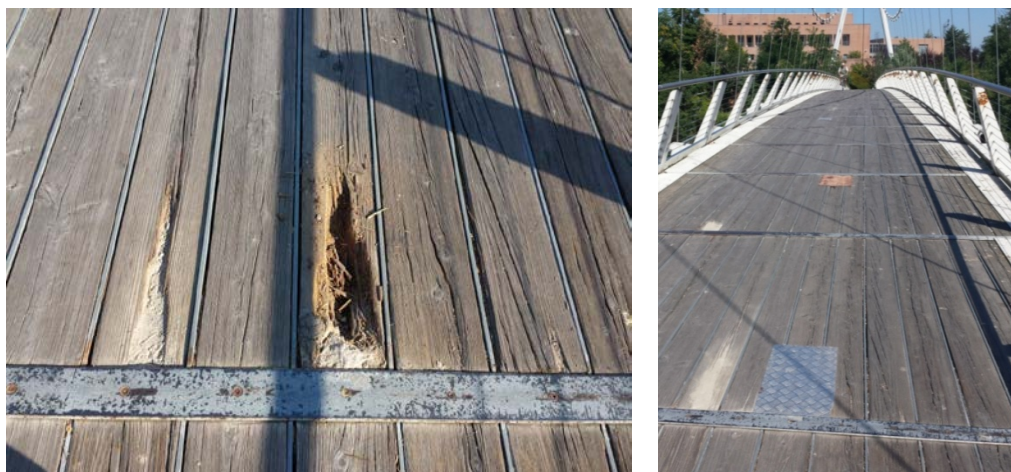
Negli anni le tavole hanno subito deformazioni tali da rendere necessari due interventi di manutenzione straordinaria principali:

- l'inserimento, in senso longitudinale, di barre metalliche distanziatrici per recuperare lo spazio creatosi dal ritiro del legno tra una tavola e l'altra;
- Il posizionamento, in senso trasversale, di lastre metalliche di ancoraggio al fine di impedire l'incurvamento delle tavole.



Inoltre lungo tutto il tavolato si formano ormai frequentemente dei buchi nel legno che possono creare inciampo per pedoni e ciclisti. In questo caso le squadre della manutenzione intervengono chiudendo i buchi con stucco oppure coprendoli con lamiera gofrata (vedi immagini seguenti). Infatti, allo stato attuale, per come sono state montate le tavole, risulta estremamente difficoltosa la sostituzione di una singola tavola.





Gli obiettivi che si vogliono raggiungere sono i seguenti:

1. rinnovare il tavolato;
2. modificare il tipo di ancoraggio in modo da rendere possibile la sostituzione di una singola tavola in condizioni di sicurezza;
3. aumentare la vita utile del tavolato in relazione alle condizioni ambientali di utilizzo dello stesso (umidità, temperatura, ghiaccio ecc.).

### 2.2.1 Le doghe in materiale composito

Il progetto prevede di realizzare una struttura di sostegno secondaria in grigliato metallico da appoggiare alle gondole esistenti su cui posare doghe in legno composito (wpc) ordite in senso trasversale.

Questa soluzione permetterà di effettuare i futuri interventi di manutenzione del tavolato mediante la sostituzione di una singola doga operando in condizioni di sicurezza a livello del piano di calpestio.

La nuova struttura determina un incremento degli spessori in gioco per cui diventa necessario alzare la quota del corrimano modificando la struttura del parapetto.

Il nuovo tavolato dovrà presentare elevate caratteristiche di durabilità e dovrà essere idoneo ad essere impiegato negli spazi di tipo pubblico.

## 2.3 Verniciatura

La struttura, nelle parti verniciate di colore bianco, presenta numerose zone di attacco dalla corrosione. Il progetto prevede di effettuare le operazioni di pulizia della ruggine e la tinteggiatura delle parti metalliche per riportarle alle condizioni originarie così da poter conservare meglio l'opera e migliorarne le condizioni estetiche.



Inoltre, gli scatolari in cui sono alloggiati i faretti e che sostengono il corrimano, spesso risultano aperti e fuoriusciti dalla loro sede. Questo crea potenziali situazioni di pericolo. Per risolvere il problema dovrà essere approntato un sistema di fissaggio del carter che sia apribile per effettuare le successive manutenzioni elettriche.

### 2.3.1 Sabbatura

Prima del trattamento la superficie in acciaio deve essere pulita da sporco, grasso e impurità, gli strati più pesanti di ruggine devono essere rimossi mediante sabbatura Sa 2,5.

#### Grado di sabbatura Sa 2½ o Sa 2,5

Sabbatura a metallo quasi bianco. Si tratta di una pulizia molto accurata effettuata eliminando quasi tutte le materie estranee presenti sulla superficie metallica come ad esempio calamina, ruggine, sporcizia, vecchia pittura, ecc. Al termine di questa operazione le uniche tracce rimaste sono leggere ombreggiature, venature, macchie causate da piccoli residui di pitture, ossidi di calamina e macchie di ruggine.

Per evitare perdite di sabbia e vernice nel fiume sottostante dovranno essere utilizzati idonei *teli fitti antipolvere*.



### 2.3.2 Lavaggio

Per eliminare sostanze inquinanti mediante idropulitrice con recupero delle acque sporche.

### 2.3.3 Trattamento anticorrosivo delle gondole

L'interno delle gondole risulta essere infiltrato da acqua pertanto, per preservarne lo stato, è necessario fare fuoriuscire l'acqua ed inserire un anticorrosivo con metodo di riempimento e svuotamento con un prodotto di tipo ad emulsione la cui tensione superficiale consenta durante la flottazione all'interno della costola una adeguata adesione spontanea alla superficie da trattare. Il prodotto così inserito sarà in buona parte recuperato per effettuare lo stesso trattamento nelle gondole successive.

### 2.3.4 Verniciatura

Il ciclo anticorrosivo scelto per tutte le parti metalliche della struttura è quello previsto dalla normativa ISO 12944-4 per categorie di corrosività atmosferica C4-H con durata alta (più di 15 anni) ed è così costituito:

1. primer epossidico 2K al fosfato di zinco spessore del film secco (DFT) 80 micron;
2. intermedio epossipoliammidico 2K HS con ossido di ferro micaceo spessore del film secco (DFT) 120 micron (due mani);
3. finitura acrilica 2K spessore del film secco DFT 80 micron.

## 2.4 Riqualificazione dell'impianto di illuminazione

L'illuminazione del ponte è costituita da tre elementi:

- faretti pedonali posizionati nelle colonnine del parapetto;

- lampioncini pedonali;
- fari per illuminare i pennoni posizionati a terra.

I faretti posizionati nelle colonnine sono stati sostituiti recentemente ma sono stati successivamente imbrattati con vernice spray colorata. Il progetto prevede di intervenire mediante il controllo generale dell'impianto e la sostituzione delle parti non funzionanti in modo da ripristinare la funzionalità originarie.

## MANUTENZIONE STRAORDINARIA STRADE PONTE DELLA PACE

## QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO

**A) Importo per l'esecuzione delle Lavorazioni**

A misura

€ 169.153,14

A corpo

In economia

**A: Somma**

€ 169.153,14

**B) Importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza inclusi nei prezzi unitari**

A misura

A corpo

In economia

**B: Somma**

€ 0,00

**C) Importo per l'attuazione dei piani di sicurezza Speciali non inclusi nei prezzi unitari**

A misura

€ 8.846,86

A corpo

In economia

**C: Somma**

€ 8.846,86

**Totale costi sicurezza**

€ 8.846,86

**Totale lavori soggetti a ribasso**

€ 169.153,14

**TOTALE IMPORTO LAVORI COMPRESI COSTI PER LA SICUREZZA**

€ 178.000,00

**D) Somme a disposizione della stazione appaltante per:****d1) Lavori in economia, previsti in progetto, ed esclusi dall'appalto ed imprevisti (max 10%) (ONERI COMPRESI)**

€ 53,88

d2) Rilievi, accertamenti, indagini geologiche, scavi archeologici, monitoraggio ambientale

d3) Allacciamenti e pubblici servizi

d4) Oneri diretti ed indiretti, utili del concessionario dell'opera

d5) Tassa gare a favore dell'autorità di Vigilanza sui contratti, servizi e forniture

€ 225,00

d6) Acquisizione aree o immobili

d7) Accantonamento per variazione prezzi art. 106 D. Lgs 50/2016

d8) Spese tecniche relative a: progettazione, alle necessarie attività preliminari e di supporto, nonché al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori ed al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, assistenza giornaliera e contabilità, accatastamenti, assicurazione dei dipendenti

€ 9.900,00

d9) Spese per attività di consulenza o di supporto

d10) Eventuali spese per commissioni giudicatrici (ONERI COMPRESI)

d11) **Incentivi per funzioni tecniche** art. 113 D.Lgs 50/2016 (ex art. 92 DLgs 163/2006) 80%d11bis) **Incentivi per funzioni tecniche** art. 113 D.Lgs 50/2016 (ex art. 92 DLgs 163/2006) 20%

d12) Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche

d13) Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici

€ 0,00

d14) inarcassa e altre casse previdenziali 4 %

€ 396,00

d15) IVA su spese tecniche (22%)

€ 2.265,12

d16) IVA 22 % sui lavori

€ 39.160,00

**D: Somma**

€ 52.000,00

**TOTALE**

€ 230.000,00