



# Provincia di Verona

AREA PROGRAMMAZIONE E SVILUPPO DEL TERRITORIO  
SETTORE SVILUPPO DEL TERRITORIO  
SERVIZIO PROGETTAZIONE

**S.P. 46 " Della Torretta" Lavori di demolizione e  
ricostruzione ponte sulla Fossa Maestra a Torretta Veneta  
nel Comune di Legnago (Verona) al Km 12+700**

## CONCESSIONE IDRAULICA

elaborato:

**Relazione tecnica**

IL PROGETTISTA  
ing. Stefano Brunelli

I COLLABORATORI  
SERVIZIO PROGETTAZIONE  
SERVIZIO ESPROPRI

IL COORDINATORE D'AREA  
ing. Carlo Poli

Data:

Scale: 1:500

Allegato:

**H.2**

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROL.	APPROV.

data conclusione progetto

data consegna progetto al RUP

firma del RUP per ricevuta

## SP 46 “DELLA TORRETTA” LAVORI DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE PONTE SULLA FOSSA MAESTRA A TORRETTA VENETA COMUNE DI LEGNAGO (VERONA) AL KM 12+700

### RELAZIONE TECNICA

#### PREMESSA

La presente relazione riguarda la demolizione e il rifacimento di un ponte lungo la Sp 46 “della Torretta”, posto ad attraversamento della Fossa Maestra, ampio canale consortile del Consorzio di Bonifica Veronese, che raccoglie i deflussi delle acque di pioggia e di scolo irriguo di una porzione di territorio ubicato nell’estremo sud della Provincia di Verona.

Il ponte in oggetto, oltre a rappresentare una strettoia al transito dei mezzi pesanti, è in cattive condizioni di manutenzione, con diffuso ammaloramento soprattutto delle spalle in mattoni e delle pile in c.a..

A questa situazione va unito il fatto che le verifiche di portanza per i carichi mobili che risalgono all’epoca del ponte, non sono adeguate ai carichi attuali.

Appare quindi preferibile procedere a demolizione e rifacimento del ponte, sostituendo il vecchio manufatto con un moderno manufatto in c.a. e c.a.p..

#### CARATTERISTICHE DELL’OPERA DI ATTRAVERSAMENTO E DEL CORSO D’ACQUA

L’attuale attraversamento della fossa Maestra a Torretta Veneta da parte della Sp 46 avviene con un ponte molto datato, di lunghezza 16 m e larghezza 6 m, travature reticolari in acciaio comprese, resta una piattaforma utile per il transito di 5 m.



L'opera in oggetto è un ponte piuttosto singolare: è un manufatto misto con spalle in laterizio, due pile in alveo in c.a. a distanza di soli 1,17 m dalle spalle ed una luce centrale netta di 11,36 m.

L'opera, da fonti non ufficiali, pare abbia un'età di circa 70 anni, sarebbe quindi subito successiva alla fine della II guerra mondiale. E' opinione del progettista che le spalle in laterizio siano più antiche, probabilmente risalenti anche all'epoca della realizzazione della fossa Maestra (1868), dato che preesisteva una chiesa ottocentesca sull'attuale edificio di culto, è presumibile che il ponte fosse indispensabile fin dalla realizzazione della fossa Maestra e probabilmente realizzato in legno.

Pare che la travatura in acciaio risalga al II dopoguerra come ricostruzione di un preesistente e sia stata poi "puntellata" dalle pile in c.a. a metà del XX secolo, oppure anche l'impalcato è coevo delle pile ed ha sostituito un precedente impalcato. Dato che i profilati d'acciaio sono difficilmente inquadrabili con gli attuali profili e che le sezioni resistenti e le giunzioni dei nodi sono state ottenute tramite chiodatura, sistema di giunzione non più in auge dai primi decenni del XX secolo, la realizzazione dei profili metallici, anche i più comuni, per esempio a doppio T, con sovrapposizione di piatti e angolari, lascia perplessi per una realizzazione del II dopoguerra.



Particolare dei nodi di giunzione chiodati dei traversi e dei fazzoletti di giunzione dei profili pure chiodati.  
I profilati non sono riconducibili a forme attuali individuabili da prontuario.  
La metodologia costruttiva con chiodatura farebbe presupporre una antichità del manufatto, tra fine ottocento e il primo ventennio del XX secolo, ma i profili saldati ci riportano necessariamente almeno agli inizi del XX secolo. Peraltro risulta che il ponte sia stato rifatto a seguito di un bombardamento della II guerra mondiale.



Particolare del corrente inferiore della trave parete reticolare principale lato valle in corrispondenza dell'appoggio sulla pila in c.a. e dell'intradosso della soletta, realizzato con cassaforma metallica con elementi metallici a U rovesci accostati con probabile getto integrativo in cls (armato?). Il corrente a sezione tubolare è realizzato con profilati aperti saldati (a C). E ciò porta la realizzazione della trave almeno a dopo il 1901.

Particolare dell'intradosso della soletta, dove si distinguono gli elementi a U rovescio in acciaio accostati come cassero a perdere (collaborante?) con le colature di cls tra i giunti. Spessore stimato dei profilati a U rovesci 3 mm. Peso stimato 60 kg/mq.

Si dà per certo quindi che il manufatto esistente sia stato calcolato e collaudato con norme anteriori alla circ. n. 384 del 14.02.1962 “Norme relative ai carichi per il collaudo dei ponti stradali”, quindi con normative certamente obsolete nei confronti dei carichi di I categoria che quotidianamente e più volte al giorno sollecitano la struttura.

## VALUTAZIONE DEI CARICHI E STIMA DELLE SOLLECITAZIONI

L'impalcato è sostenuto da due travi in acciaio reticolari di altezza 2,20 m e lunghezza 16 m, parzialmente sopraelevate, le travi reticolari sono realizzate con profili vari e variamente composti.

Profili cavi tubolari sono spesso ottenuti per saldatura di profili aperti, ciò sposta la realizzazione del manufatto in acciaio almeno successivamente al 1901, ma i profilati sono giuntati anche con tecniche più antiche, tramite chiodature. Le chiodature sono utilizzate anche come giunzioni: è una tecnologia che si situa tra il 1850 e il 1920, è strano trovarla utilizzata in realizzazioni successive.

La struttura portante principale è quindi costituita dalle travi reticolari in acciaio, cui sono appesi nei nodi 7 traversi in acciaio con sezione a doppio T ottenuta dalla giunzione con rivetti o chiodi di più profili angolari (realizzati con lamiere piegate!) e lamiere. Tale sezione è alta circa 300 mm ed ha certamente un'inerzia sensibilmente inferiore ad una sezione di profilo INP 300, in quanto appare composta da elementi più leggeri oltre ad avere ali chiaramente inferiori all'INP 300 (b = 125 mm, a = 10,8 mm, e = 16,2 mm). Lo stato di conservazione delle travi in acciaio è discreto, sembra che siano state preservate dalla ruggine con maggiore attenzione dell'intradosso della soletta che si presenta invece ossidato.

Le pile in c.a. hanno sezione circa 60x60 cm, sono composte da pilastri che si elevano per circa 2,30 m da un plinto di fondazione (in pianta 1,00x1,00 m) posto in frodo, che non è possibile ispezionare, i pilastri sono sovrastati e collegati da un pulvino di altezza 100 cm e larghezza 60 cm.

Le spalle in laterizio presentano brani di muratura mancanti perché crollata.

La struttura in c.a., insieme alle spalle in laterizio rappresentano le strutture maggiormente ammalorate. Dell'impalcato visivamente è l'intradosso la parte maggiormente ossidata, ma non si è potuta stimare la perdita di spessore.

Valutazione dei carichi: peso proprio e carichi permanenti

Il peso delle travi in acciaio è stato stimato in 0,50-1,00 kN/mq (0,75), il peso di ciascuna trave è quindi di circa 30 kN. Complessivamente quindi per le due travature reticolari 60 kN

Il peso dei traversi in acciaio è stato stimato in 3 kN ciascuno, il peso complessivo è quindi di:  
 $3 \times 7 = 21 \text{ kN (20 kN)}$

Il peso dell'intradosso in acciaio è stato stimato in 0,7 kN/mq, pertanto complessivamente:  
 $0,7 \times 6 \times 17,50 = 73,5 \text{ kN (70 kN)}$

Il peso della soletta in cls è stimato in  $0,2 \times 25 = 5 \text{ kN/mq}$ , pertanto complessivamente si ha:  
 $5 \times 5,5 \times 17,50 = 481,25 \text{ kN (500 kN)}$

La sovrastruttura stradale si stima pari a 3 kN/mq, pertanto:  
 $3 \times 5,5 \times 17,50 = 288,75 \text{ kN (300 kN)}$

Totale peso proprio e carichi permanenti: 950 kN

Carichi mobili (da normativa NTC2008) ponte con 2 corsie da 2,70 m:

corsia 1: Distribuito:  $q_{1k} = 9,00 \times 17,50 \times 2,70 = 425,25 \text{ kN}$       tandem:  $2Q_{1k} = 600 \text{ kN}$   
 corsia 2: distribuito:  $q_{1k} = 2,50 \times 17,50 \times 2,70 = 118,125 \text{ kN}$       tandem:  $2Q_{1k} = 400 \text{ kN}$

Il carico tandem è quasi un carico concentrato nella mezzzeria o sugli appoggi.

Carico mobile complessivo in campata:  $Q = 1543,375 \text{ kN}$  secondo NTC2018.

E' molto simile al carico che agisce sul ponte nello scambio di due mezzi d'opera da 560 kN (il transito di mezzi pesanti è frequente) e supera il peso proprio e il carico permanente del ponte.

### SOLLECITAZIONE SUGLI APPOGGI

Non è immediatamente determinabile con 4 appoggi, peraltro con il carico in mezzzeria il contributo delle spalle come appoggio è trascurabile con la geometria del caso, anzi, è probabile che la trave reticolare si sollevi sulle spalle (come si verificò di fatto almeno in sponda dx con il collaudo del 15.06.17), dove risultarono peraltro abbastanza importanti gli abbassamenti in corrispondenza delle pile). Il carico totale come da NTC2018 è 2493,375 kN.

Sollecitazioni sugli appoggi (2 pile) con carico mobile in mezzzeria:  $P = 1246,69 \text{ kN}$

Sollecitazione con carico tandem sugli appoggi (pile e spalla) di una spalla:  $P = 1746,69 \text{ kN}$

Non sono immediatamente determinabili i carichi per i pilastri delle pile in c.a. ma appaiono comunque valori molto elevati per le pile che risultano armate debolmente (8 Ø12 mm longitudinali e staffe Ø 10 mm ogni 20 cm - tasso di armatura 0,0003-0,004?). La qualità del cls non è nota.

Si deducono per stima valori di sollecitazione molto elevati anche per l'acciaio della travatura del ponte, soprattutto per le aste compresse:  $\sigma = 110\text{-}230 \text{ MPa}$  (tasso di lavoro effettivo).



Dove il valore più basso è una stima effettuata in modo molto semplificato ipotizzando il transito di un solo mezzo d'opera da 56 t sul ponte (situazione realistica, che esclude tuttavia l'incrocio contemporaneo di due mezzi pesanti sul ponte), mentre il valore più alto, che non è certamente accettabile, discende dal considerare i carichi di normativa vigente per ponte di 1<sup>a</sup> categoria. La conclusione è che **con ogni probabilità il ponte non è dimensionato per i carichi di normativa attuali.**

*Foto a lato: particolare base pila di monte in destra, probabile espulsione cls per ferri disallineati all'attacco plinto.*



*particolare pila di valle in destra, espulsione copriferro, armature arrugginite.*

**L'eventuale scambio di due mezzi d'opera sul ponte rappresenta un carico che è il 70% del carico mobile secondo NTC2018 e un carico molto simile al peso proprio della struttura, che sicuramente è stata progettata per carichi mobili molto minori. Inoltre, per le cattive condizioni generali di manutenzione, in attesa di indagini più approfondite, si è proceduto con ordinanza ad una limitazione dei carichi e dei transiti sull'impalcato.**



Particolare pulvino in destra, lato monte, parte inferiore: espulsione copriferro, armature arrugginite.



Stesso pulvino lato valle, danneggiamenti simili.

Staffe diradate proprio in appoggio con situazione di massimo taglio!



lato valle



Lato monte

Spalla in laterizio in destra, in sinistra i danni alla spalla sono anche più marcati.

**IN CONCLUSIONE:** Tutta la struttura appare molto povera e sottodimensionata con diffuso ammaloramento di molte sue parti. In aggiunta, presenta una sezione viabile del tutto insufficiente e non si presta ad essere allargata. Non risulta così conveniente un suo ripristino: vale la pena procedere alla demolizione e alla sua sostituzione con un ponte moderno in c.a. e c.a.p. realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. della lunghezza di 20,30 m. Ciò consente così di eliminare il restringimento d'alveo che l'attuale ponte comporta con una luce netta di 18 m.

## LA FOSSA MAESTRA

E' un canale consorziale che drena un territorio posto nell'estremo sud della provincia di Verona, al confine con Lombardia e Rodigino.

L'idea di realizzare un canale di bonifica per lo scolo di territori altrimenti paludosi risale almeno al XVIII secolo, la fossa si realizza però solo nella seconda metà del XIX secolo.

Le portate massime di piena da far defluire non sono molto elevate, poche decine di mc/s, ma la pendenza del canale è bassissima, nel tratto in esame 0,11‰, per cui ne consegue che le sezioni, che sono varie e diverse lungo lo sviluppo del canale, sono comunque necessariamente molto ampie, mediamente di 30 m in sommità arginale, dovendo compensare la modesta motricità di una così bassa pendenza ( $v_{max} = 0,25-0,30$  m/s) con una sezione idraulica molto grande. Le sezioni idrauliche di piena, nel tratto di interesse, presentano un pelo libero poco inferiore ai 20 m di larghezza.

La realizzazione del nuovo ponte in c.a. e c.a.p. consente di non avere praticamente impedimenti in alveo sulla sezione liquida di piena.

## CARATTERISTICHE DEL NUOVO MANUFATTO

Il nuovo attraversamento sulla fossa Maestra al km 12+700 della Sp 46 “della Torretta”, in Comune di Legnago (Vr) implica la realizzazione di opere in c.a. e c.a.p. con diaframmi gettati in opera in c.a., impalcato di ponte con travi in c.a.p. e soletta collaborante in c.a. di spessore 25-30 cm, opere di completamento in c.a., opere di impermeabilizzazione, piano viabile bitumato con spessore 10 cm (binder 6 cm+tappeto di usura 4 cm), giunti di dilatazione sottopavimento da 20-25 mm.

Il ponte, di luce netta 18,00 m, è inseribile nel contesto urbanizzato della Sp 46, va in sostituzione dell'esistente, di cui si è data descrizione nei precedenti capitoli.

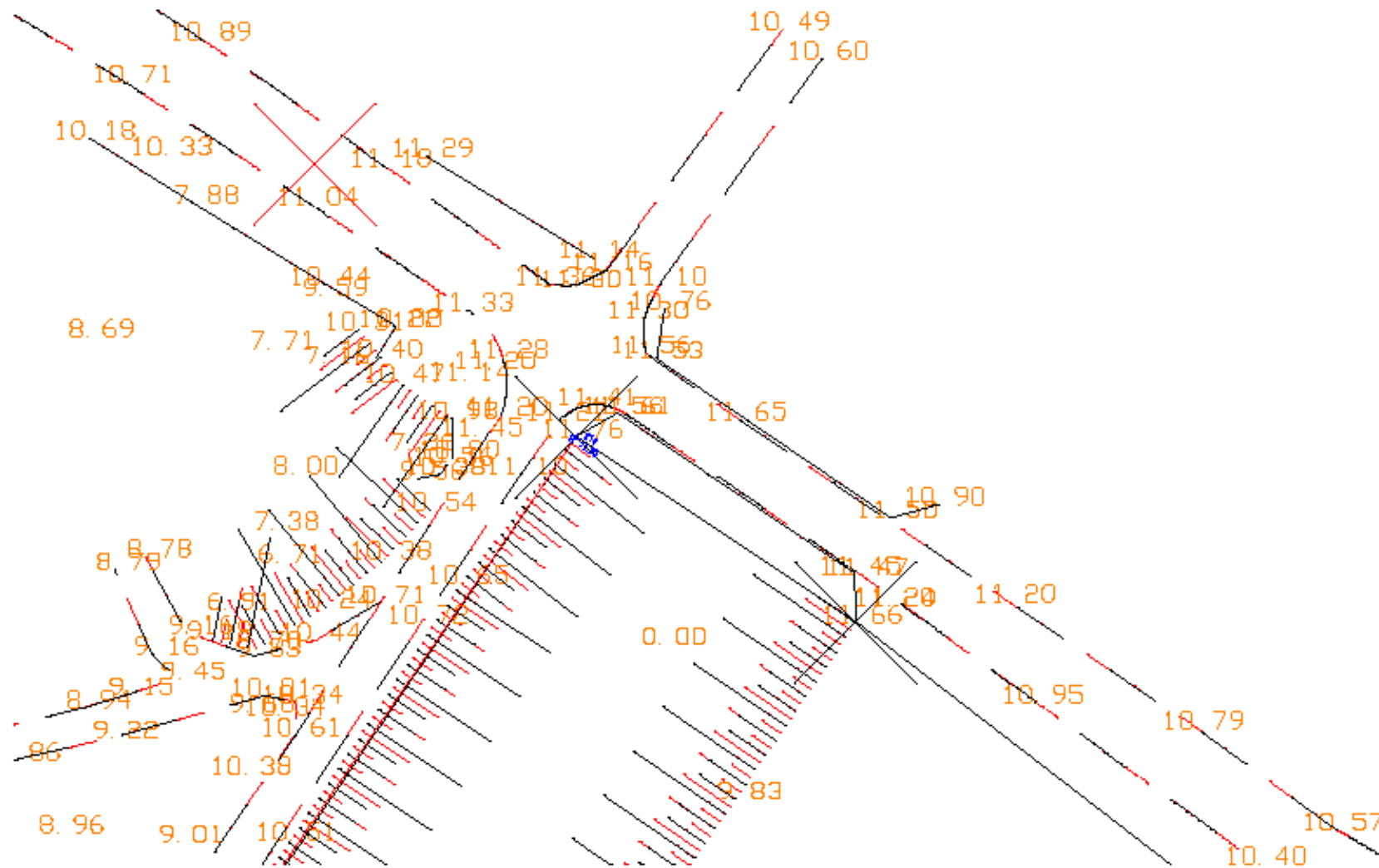
La presenza di un ponte in c.a. e c.a.p. sempre sulla fossa Maestra a breve distanza (360 m a monte), consente di mettere temporaneamente fuori servizio il ponte esistente creando un by-pass della lunghezza di circa 1 km per ristabilire il collegamento viario, utilizzando strade provinciali, sedimi regionali a servizio dalla banchina e strade comunali.

Quindi si può operare in sicurezza per la demolizione del ponte esistente e si può procedere alle opere di fondazione su ciascuna sponda del canale, essendo queste entrambe facilmente raggiungibili per i mezzi d'opera.

Dal punto di vista costruttivo, è previsto uno sbancamento di circa 3 m (piattaforma stradale, fondazione e sottofondazione della Sp 46), la formazione dei muri guida per la realizzazione dei diaframmi di altezza 80 cm, la formazione dei diaframmi di spessore 1 m per elementi di 2-2,5 m di larghezza fino a circa -3 m da piano stradale attuale, la formazione della struttura in elevazione (pulvini e paraghiaia) con casseforme in appoggio ai muri guida, quindi posa delle travi in c.a.p. sui pulvini (interposti gli apparecchi d'appoggio), con franco di 1,85 m dall'intradosso dalla massima piena, completamento dell'impalcato con getto della soletta collaborante in c.a..

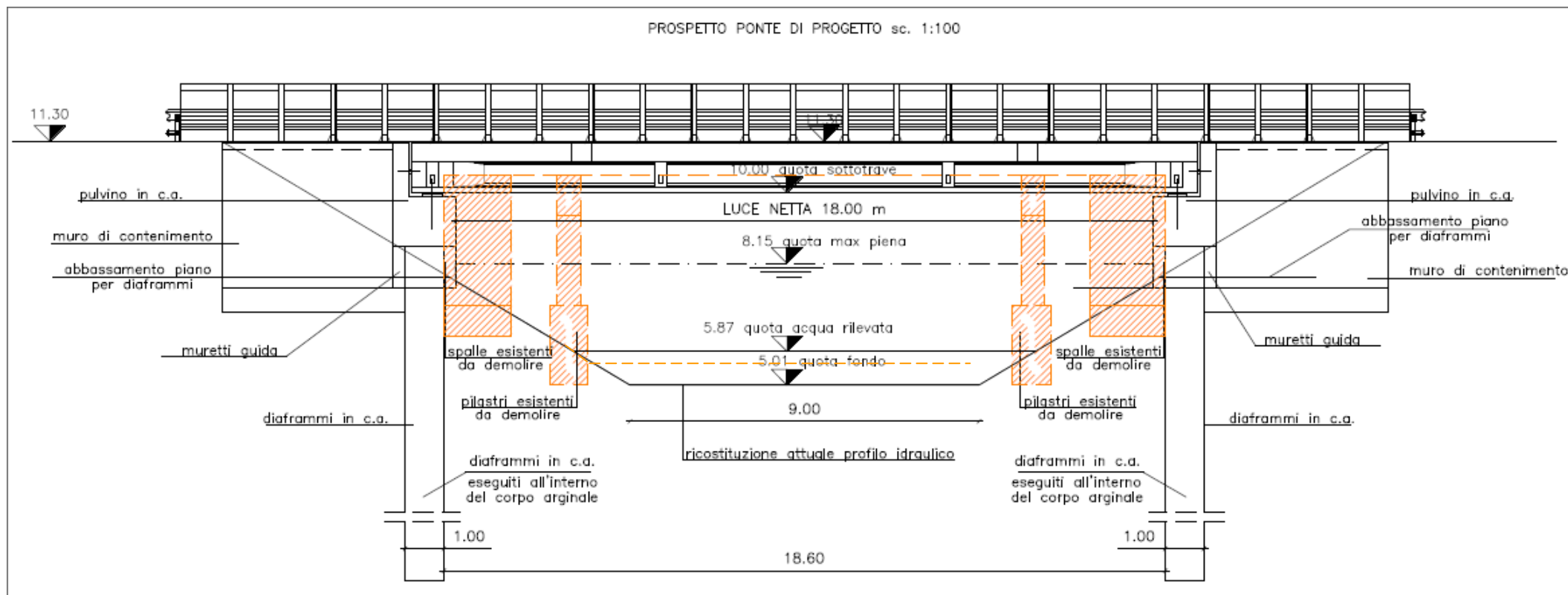
Il ponte sull'Emissario Principale (fossa Maestra), della banchina è fondato su diaframmi di profondità circa 17 m, poiché i terreni della zona sono di qualità molto scarsa, argilloso-torbosi o argillosi, fino alla profondità di 3 m, con stati di sabbia limosa e limo sabbioso sottostanti gli strati di argille, conseguentemente, si ha la necessità di raggiungere un profondo strato portante sabbioso.

Poiché il nuovo ponte realizza un buon franco dalla massima piena, si prevede di abbassare il piano stradale attuale di almeno 0,30-0,5 m; infatti l'attuale piano stradale realizza, con almeno due cambi di livelletta, un dosso che non è l'ideale per la visibilità: pertanto risulta migliorativo procedere a realizzare un sensibile addolcimento del cambio di livelletta riportando la quota massima della pavimentazione del ponte a quella dell'incrocio in sponda sinistra con la SP 47: 11,30 m s.m. Il franco di sottotrave sulla massima piena che ne deriva è superiore a 1,5 m.



Rilievo dello stato di fatto della pavimentazione stradale





Prospetto del ponte in progetto con luce netta 18 m – in tratteggio le pile e le spalle del ponte attuale da demolire con successiva ricostruzione della sezione idraulica di progetto.

La sezione idraulica corrente nel tratto considerato fino alla botte a sifone sotto il Bussè è trapezia con fondo di larghezza 12 m e sponde con scarpa 2/1.

Nella sezione del ponte della Sp 46 di Torretta Veneta, il fondo ha quota 5,01 m s.m., il livello di piena è 7,85 m nel caso di ordinaria officiosità del canale, e 8,15 m nel caso di ridotta officiosità, condizione valutata nella relazione idraulica per la forte tendenza della fossa a sedimentare.

Considerando le condizioni di ridotta officiosità idraulica, allo stato attuale la sezione idraulica del ponte è suddivisa in tre luci, con area complessiva di soli 36,10 mq. La sezione proposta in progetto è:  $A = 44,43$  mq, con sezione trapezia priva di impedimenti o pile in alveo.