



TRATTA L3: PV-E-9-MD SERVIZI  
DI PROGETTAZIONE RELATIVI  
AL TRATTO DA PAVIA A SAN  
ROCCO AL PORTO (LO) DELLA  
CICLOVIA TURISTICA NAZIONALE VENTO



PROGETTO FINANZIATO DAL PNRR:

Missione: M2 | Componente: C2 |

Investimento: 4.1 - Rafforzamento mobilità ciclistica |

Sub-intervento: 4.1.1 - Ciclovie turistiche

PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE:

Agenzia Interregionale per il fiume Po  
Ufficio operativo di Pavia

D.E.C.: Arch. Luigi Caligiuri

R.U.P.: Ing. Marco La Veglia

Coordinatore dei progetti: Dott. Christian Farioli

CUP: B21B22000960008

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Dott. Agr. Mauro Perracino

Progettisti:

Ing. Giorgio Morini

Progettista strutturale:

Ing. Matteo Moratti, Prof. Ing. Gian Michele Calvi

Gruppo di progettazione:

Ing. Marco Salvadori, Ing. Tommaso Farchioni

Ing. Simone Lenzo, Ing. Marco Termine

Dott. Agr. Alessandro Maderna, Dott. Matteo Ruffoni,

Dott. Riccardo Inama, Dott. Manuele Bettoni,

Arch. Liliana Borrini, Ing. Khaled Breis, Arch. Valentina Lanati.

Geologo:

Dott. Geol. Maurizio Visconti

OGGETTO:

Documento

PROGETTO:

RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA

n° elaborato

cod. elaborato

3.01

4258\_PRO\_E\_IDR\_RT\_01A

DATA	15.09.2023	REDATTO	MC
SCALA	-	APPROVATO	MP
REVISIONE	A	VERIFICATO	MA



TAU Engineering S.r.l.  
p.iva e c.f. 11045890966  
Via Oslavia, 18/7  
20134 Milano  
t +39 02.26417244  
tecnico@tauengineering.net  
tau@pec.tauengineering.net  
www.t-au.com

STUDIOCALVI

Studio Calvi S.r.l.  
p.iva e c.f. 01673290183  
Via Severino Boezio, 10  
20134 Milano  
t +39 0382.538817  
info@studiocalvi.eu  
pec@pec.studiocalvi.eu  
www.studiocalvi.eu/it/



Studio Associato Phytosfera  
p.iva e c.f. 02015090182  
Via Silvio Cappella, 14  
27100 Pavia  
t +39 0382.1902256  
info@phytosfera.it  
info@pec.phytosfera.it  
www.phytosfera.it/



Signal S.r.l.  
p.iva e c.f. 02667600031  
Corso Lorenzo Cobianchi, 72  
28921 Verbania  
t +39 339.2972479  
info@signalitalia.it  
signalitalia@pec.it  
www.signalitalia.it

## **Sommario**

1.	INTRODUZIONE .....	3
1.1.	Generalità .....	3
1.2.	Definizione degli interventi previsti .....	4
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	9
3.	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO .....	10
3.1.	Inquadramento territoriale .....	10
3.2.	La descrizione dei luoghi .....	11
3.2.1.	Subtratta A .....	11
3.2.2.	Subtratta B .....	13
3.2.3.	Subtratta C .....	14
3.2.4.	Subtratta D .....	16
3.2.5.	Subtratta E .....	18
3.2.6.	Subtratta F .....	19
3.2.7.	Subtratta G .....	20
3.2.8.	Subtratta H .....	21
3.2.9.	Subtratta I .....	22
3.2.10.	Subtratta L .....	23
3.2.11.	Subtratta M .....	24
3.2.12.	Subtratta N .....	25
3.2.13.	Subtratta O .....	26
3.2.14.	Subtratta P .....	27
4.	INQUADRAMENTO IDRAULICO .....	28
4.1.	Attraversamenti .....	29
4.1.1.	Opera 2B – Roggia Belvedere .....	32
4.1.2.	Opera 4B e 5B – Cavo Scaranni / Ramo Belvedere .....	33
4.1.3.	Opera 1C – Colatore Sesso di Belgioioso .....	34
4.1.4.	Opera 1D – Derivatore Canarolo di Torre de' Negri .....	35
4.1.5.	Opera 1L – Fiume Lambro .....	36
4.1.5.1.	Considerazioni sul rialzo idraulico indotto dalle pile .....	39
4.1.5.2.	Considerazioni sugli effetti erosivi in corrispondenza delle pile .....	40
4.2.	Piano Gestione Rischio Alluvione (PGRA) e Assetto Idrogeologico (PAI) .....	42
4.3.	Interventi di progetto sugli argini .....	51

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1. Generalità

Il presente elaborato costituisce la relazione idrologica e idraulica del progetto definitivo della Tratta L3, appartenente al Lotto Funzionale II della Ciclovia VENTO, un percorso di circa 75 km da Pavia (PV) a San Rocco al Porto (LO), alle porte della città di Piacenza, che si sviluppa per la maggior parte sull'argine maestro del Po in sinistra idrografica.

Il progetto nasce nel 2010 al Politecnico di Milano, su iniziativa di un gruppo di ricerca multidisciplinare composto da architetti, ingegneri e urbanisti, come progetto di turismo e progetto di linea capace di portare nell'agenda del decisore pubblico il tema dell'infrastrutturazione cicloturistica di lunga distanza, superando i limiti amministrativi e culturali entro cui era imbrigliata la pianificazione delle reti ciclabili.

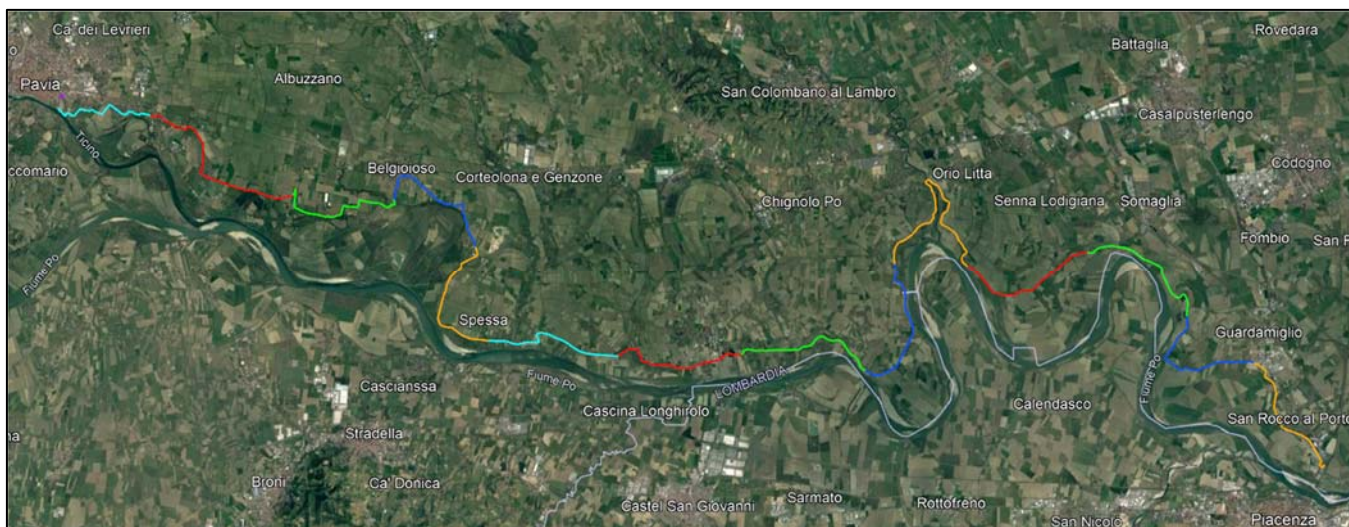
Il percorso è da intendersi come una dorsale cicloturistica, un'infrastruttura leggera, continua, sicura e interconnessa, dedicata sia ai ciclisti che ai pedoni, capace di accelerare la rivoluzione leggera che sta iniziando a svilupparsi a livello nazionale e di porre al centro del progetto il paesaggio del Nord Italia come bene culturale più prezioso.

Il Progetto di Fattibilità Tecnico Economica (PFTE) della Ciclovia VENTO è stato approvato a fine del 2019 e individua il tracciato dell'infrastruttura ciclopedonale, suddiviso in quattro Macrotratte coincidenti con le quattro Regioni attraversate. Ogni Macrotratta è suddivisa a sua volta in diverse Tratte, numerate da 1 a n, assimilabili alle componenti costitutive minime individuate dalla Direttiva MIT.

La tratta L3 della Ciclovia, oggetto dell'analisi, è stata suddivisa in 14 sub-tratte elencate da A a P, attraversanti le province di Pavia (con origine nel Comune di Pavia) e di Lodi (con conclusione nel comune di San Rocco al Porto), interessando in totale 16 Comuni sulla sponda sinistra del fiume Po.

#### 1. Elenco subtratte tratta L3.

NOME TRATTA	PARTENZA	ARRIVO
A	PAVIA – VIALE PARTIGIANI	PAVIA – SCUOLA PRIMARIA MONTEBOLONE
B	PAVIA – SCUOLA PRIMARIA MONTEBOLONE	OSPEDALETTO
C	OSPEDALETTO	SANTA MARGHERITA - BELGIOIOSO
D	SANTA MARGHERITA - BELGIOIOSO	SOSTEGNO
E	SOSTEGNO	SAN ZENONE AL PO
F	SAN ZENONE AL PO	ZERBO
G	ZERBO	PIEVE PORTO MORONE
H	PIEVE PORTO MORONE	MONTICELLI PAVESE
I	MONTICELLI PAVESE	ALBERONE BADIA
L	ALBERONE BADIA	CORTE SANT'ANDREA
M	CORTE SANT'ANDREA	SOMAGLIA
N	SOMAGLIA	CHIERICHEZZE – GUARDAMIGLIO
O	CHIERICHEZZE – GUARDAMIGLIO	GUARDAMIGLIO
P	GUARDAMIGLIO	SAN ROCCO AL PORTO



## 2. Inquadramento territoriale dell'intervento (Google Earth)

L'Associazione Temporanea di Imprese "TAU - Calvi - Phytosfera - Signal", con mandataria Tau Engineering S.r.l., è risultata aggiudicataria con Determina Dirigenziale n. 1095 del 11/10/2022 dell'incarico relativo ai servizi di progettazione della Ciclovia Vento con riferimento al Lotto II (PV-E-9-MD).

L'appalto è stato aggiudicato mediante Procedura Aperta (CIG 9339809E32) di cui all'art.60 del D.Lgs. n.50/2016 e s.m.i. con il criterio di selezione dell'offerta "economicamente più vantaggiosa" (OEV) di cui all'art. 95, comma 2 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. Il progetto definitivo è redatto in conformità a quanto previsto dagli articoli 24 e 33 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i.

La presente elaborazione è redatta allo scopo di verificare la compatibilità idraulica e idrologica degli interventi correlabili alla realizzazione della Tratta L3 della Ciclovia VENTO, che attraversa la provincia di Pavia e quella di Lodi, che si estende per circa 75 km seguendo principalmente gli argini del fiume Ticino e del fiume Po; gli interventi previsti riguardano sommariamente la realizzazione di nuovi tratti di pista ciclabile, riqualificazione di incroci a raso a percorrenza promiscua, attraversamenti di corsi d'acqua per mezzo di ponti e/o passerelle, nonché la riqualificazione di percorsi esistenti tramite la riasfaltatura e/o colorazione del manto stradale e l'inserimento di tutta la segnaletica verticale ed orizzontale.

### 1.2. Definizione degli interventi previsti

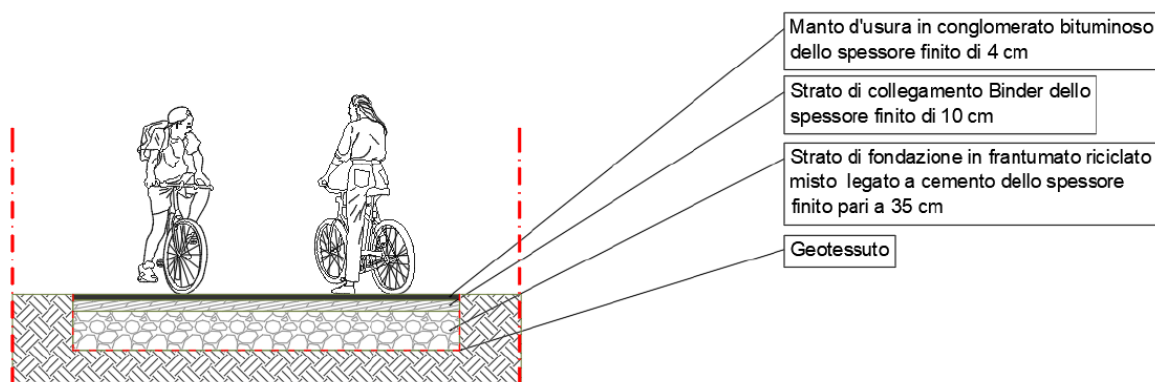
Come meglio definito nella relazione tecnica e generale, la Ciclovia si sviluppa principalmente lungo tratti esistenti e di nuova realizzazione della seguente tipologia:

- Strada ciclabile (in promiscuo con la viabilità veicolare): su tratti in cui ripristinare lo strato superficiale della pavimentazione, su tratti per i quali non si prevedono interventi sul fondo viabile;
- Pista ciclopeditonale in sede propria di nuova realizzazione: a piano campagna, su rilevato arginale;
- Pista ciclopeditonale in sede propria su percorsi esistenti da riqualificare: a piano campagna, su rilevato arginale;
- Pista ciclopeditonale in sede propria su percorsi esistenti per i quali non si prevedono interventi sul fondo viabile: a piano campagna, su rilevato arginale.

In alcuni tratti dell'itinerario ciclopeditonale si presentano situazioni in cui le dimensioni ridotte della carreggiata e i vincoli inamovibili presenti non permettono la realizzazione di una pista in sede propria o l'istituzione di corsie ciclabili. Per ovviare al problema, il progetto prevede l'istituzione lungo questi tratti di strade ciclabili mediante la posa di segnaletica verticale e/o orizzontale. L'intervento nei tratti in cui il tracciato si sviluppa su strade ciclabili promiscue consiste quindi nella realizzazione di opportuna segnaletica prescritta dalla normativa e non necessitante di verifiche idrologiche-idrauliche.

Altri tratti della Ciclovia prevedono la realizzazione di una pista ciclopeditonale in sede propria di nuova realizzazione sia a piano campagna che su rilevato arginale. La tipologia di fondo viabile maggiormente impiegato nel progetto è il fondo in conglomerato bituminoso, la cui sezione è così composta:

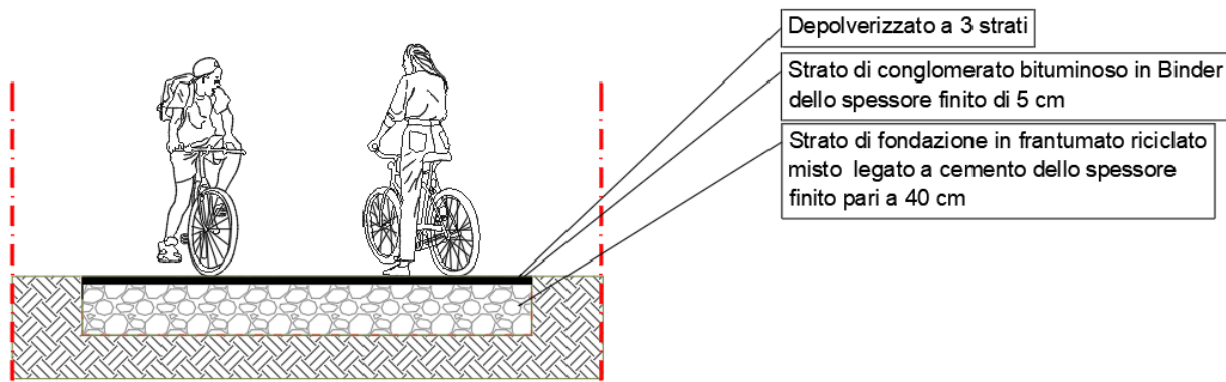
- a) Manto d'usura in conglomerato bituminoso dello spessore finito di 4 cm;
- b) Strato di collegamento Binder dello spessore finito di 10 cm;
- c) Fondazione stradale realizzata con materiale frantumato riciclato misto, legato a cemento, compreso rullatura e compattazione, per uno spessore finito di 35 cm.



### 3. Stratigrafia della pavimentazione in conglomerato bituminoso

Tipologia alternativa prevede la soluzione con il fondo viabile in depolverizzato a tre strati la quale viene utilizzata, come già illustrato nella relazione generale, in casi specifici legati all'inserimento paesaggistico dell'infrastruttura in ambiti caratterizzati da elevata naturalità. La sezione è così composta:

- a) Strato di usura in depolverizzato a tre strati;
- b) Strato binder in conglomerato bituminoso dello spessore finito di 5 cm;
- c) Fondazione stradale realizzata con materiale frantumato riciclato misto, legato a cemento, compreso rullatura e compattazione, per uno spessore finito di 40 cm.



### 4. Stratigrafia della pavimentazione in depolverizzato a tre strati

Il tracciato della Ciclovia si sviluppa anche su tratti nei quali è già presente una pista o un percorso ciclabile o ciclopedonale. Le modalità di intervento in questi casi, in relazione delle situazioni riscontrate, possono consistere:

- a) Allargamento della pista ciclopedonale esistente e ripristino dello strato superficiale in conglomerato bituminoso;
- b) Ripristino dello strato superficiale in conglomerato bituminoso mediante posa di membrana elastomerica autotermodadesiva e manto d'usura in conglomerato bituminoso dello spessore finito di 5 cm;
- c) Ripristino dello strato superficiale in conglomerato bituminoso mediante scarifica di 3 cm e posa di manto d'usura in conglomerato bituminoso dello spessore finito di 3 cm;
- d) Riprofilatura dei bordi della carreggiata in stato di conservazione non ottimale mediante scarifica di 3 cm e posa di manto d'usura in conglomerato bituminoso dello spessore finito di 3 cm.

Nel corso del tracciato si presentano casi in cui il tracciato sfrutta tratti di infrastruttura che non richiedono alcun tipo di intervento sulla pavimentazione in quanto il fondo risulta essere in buone condizioni di conservazione.

Oltre alle opere stradali sopra illustrate, il progetto prevede la realizzazione ex novo di una serie di manufatti di attraversamento di corsi d'acqua intercettati nel tragitto della Ciclovia; nello specifico sono in progetto n.5 nuove opere "minori" in attraversamento ad altrettanti corsi d'acqua del Reticolo Idrico Minore e n.1 nuovo ponte di scavalco del fiume Lambro. Come meglio descritto e individuato nell'elaborato dedicato, le nuove passerelle, identificate come 2B, 4B e 5B, sono ubicate lungo la sub-tratta B che percorre l'Antico Meandro, mentre le opere d'arte 1C e 1D sono poste sulle sub-tratte C e D, nella Frazione S. Margherita di Belgioioso e in Comune di Torre de' Negri, in Provincia di Pavia.

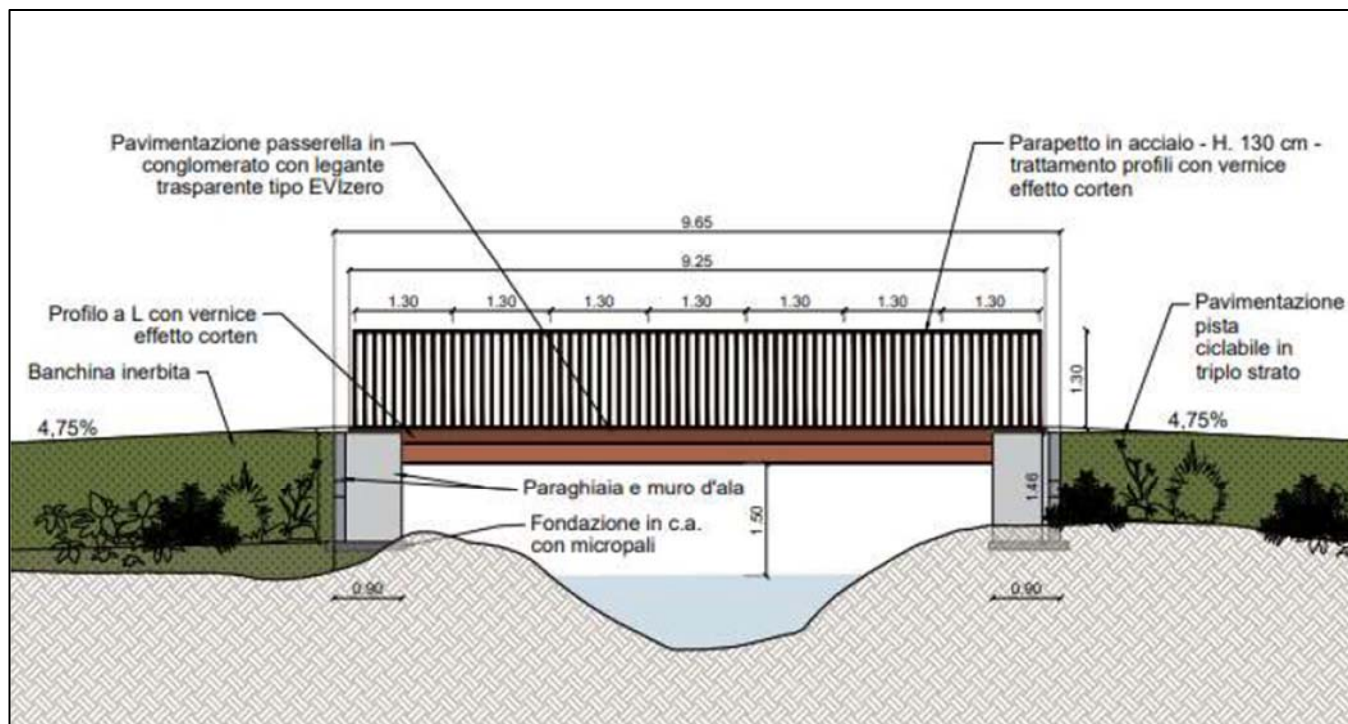
**5. Lunghezza e ubicazione nuove opere d'arte per la Tratta L3.**

Cod. opera	Sub-tratta	Lunghezza (m)	Comune	Coordinate
2B	B	8,00	Pavia	45.17174 - 9.21611
4B	B	10,00	Pavia	45.17220 - 9.22171
5B	B	20,00	Pavia	45.17217 - 9.22190
1C	C	15,00	Belgioioso	45.147956 - 9.307525
1D	D	15,00	Torre de'Negri	45.147972 - 9.340453



#### 6. Inquadramento N. 5 nuove opere d'arte 2B - 4B - 5B - 1C - 1D

Come mostrato in tabella, queste opere d'arte "minori" hanno uno sviluppo esiguo, con lunghezza massima pari a poco più di 15 metri e sono strettamente necessarie all'attraversamenti di alcune rogge; dal punto di vista idraulico è previsto un franco tra intradosso impalcato e massimo tirante pari a 1,5 m. Questo standard è impiegato per tutte le opere "minori", in modo da uniformare le interferenze idrauliche.



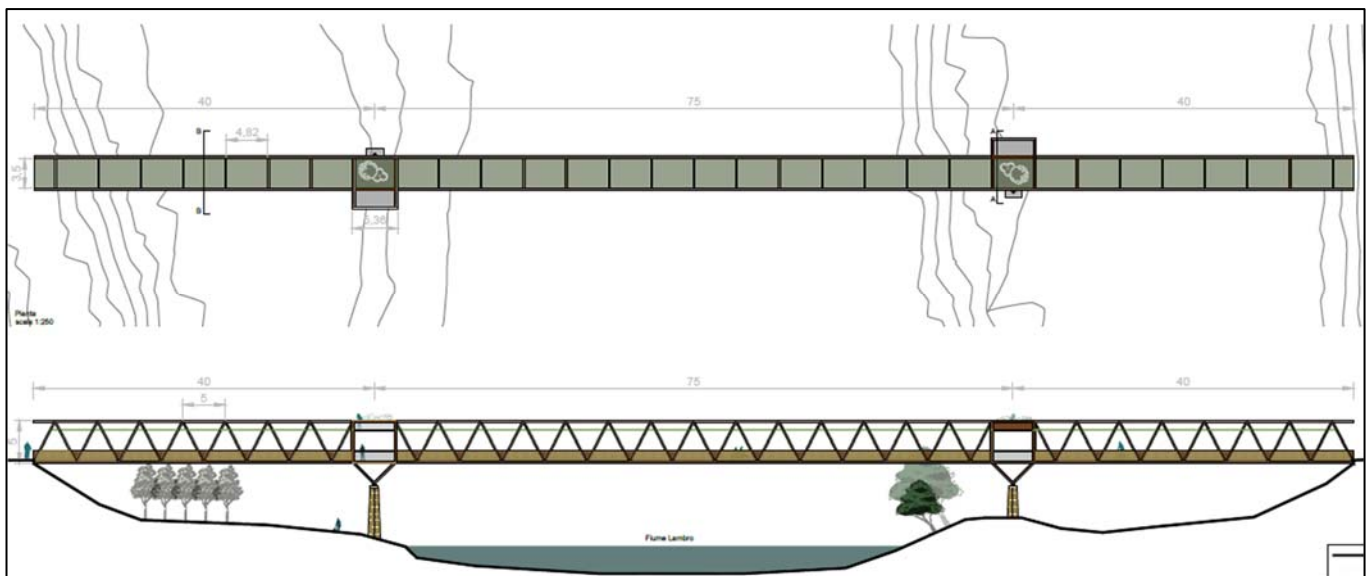
#### 7. Tipologico dei prospetti per le opere d'arte minori

L'opera idraulicamente più significativa prevede la realizzazione di un nuovo ponte di attraversamento ciclo-pedonale sul fiume Lambro, a valle del ponte della SP234 e del ponte ferroviario di Lambrinia.

Per sviluppare la progettazione dello stesso nel rispetto delle indicazioni contenute nelle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (vincolo planimetrico e idraulico), è stato necessario tenere in debito conto le seguenti criticità:

- ✓ Realizzare un ponte con circa 150 m di luce totale per il collegamento tra i due argini;
- ✓ Realizzare luci minime di 40 m tra pile contigue e tra spalle e pile;
- ✓ Rispettare un franco minimo di 1,50 m rispetto alla piena valutata con periodo di ritorno di 200 anni;
- ✓ Non avere pile in acqua con riferimento all'alveo inciso/attivo del Lambro;
- ✓ Coniugare le esigenze ambientali e paesaggistiche;
- ✓ Adottare uno schema che richiamasse il concetto del ponte storico lombardo su fiumi in pianura;
- ✓ Massimizzare la durabilità dell'opera minimizzando i costi di manutenzione;
- ✓ Facilitare la messa in opera, minimizzando i disturbi in fase di realizzazione;
- ✓ Bilanciare l'efficacia economica e l'impatto estetico della soluzione progettuale.

L'attraversamento ciclopedonale si sviluppa al di sopra del fiume Lambro e si articola in tre campate; il percorso del ponte in progetto, con un'altezza circa 7 m rispetto all'area di goleni, si sviluppa al di sopra del fiume lungo un asse rettilineo per circa 155 m. La sezione trasversale del ponte è larga 4 m, lo spazio dedicato a ciclisti e pedoni è pari a 3,5 m. Il ponte si articola su tre campate, di cui le due di estremità di 40 m di luce mentre quella centrale risulta pari a 75 m.



8. Stralcio pianta e profilo del nuovo ponte sul fiume Lambro

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Dal punto di vista idraulico, si elencano le normative di riferimento:

- i. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico di rilievo nazionale del fiume Po (PAI), adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po con la Deliberazione del n. 18 del 26 aprile 2001, nonché le successive Varianti di tale Piano stralcio;
- ii. Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) adottato nella seduta di Comitato Istituzionale del 17 dicembre 2015, con deliberazione n.4/2015 e approvato nella seduta di Comitato Istituzionale del 3 marzo 2016, con deliberazione n.2/2016;
- iii. Atti della Conferenza Istituzionale Permanente e le mappe delle aree allagabili, pubblicati in data 16 marzo 2020 ai sensi di quanto disposto nelle Deliberazioni n.7 e 8 del 20 dicembre 2019). Da tale data di pubblicazione, nelle aree interessate da alluvioni individuate ex novo nelle mappe pubblicate trovano applicazione le misure temporanee di salvaguardia di cui agli artt. 6 e 7 della Deliberazione CIP n.8/2019. Al termine del periodo di salvaguardia, ai sensi di quanto disposto dai Decreti del Segretario Generale 291 e 292 del 10 settembre 2020 nelle aree interessate da inondazioni di nuova individuazione nell'ambito dell'aggiornamento delle mappe di dicembre 2019 si applicano le disposizioni di cui al Titolo V delle NA del PAI del Po;
- iv. D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42) - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» con riferimento al § 5.1.2.3\_comaptibilità idraulica ponti;

### 3. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

#### 3.1. Inquadramento territoriale

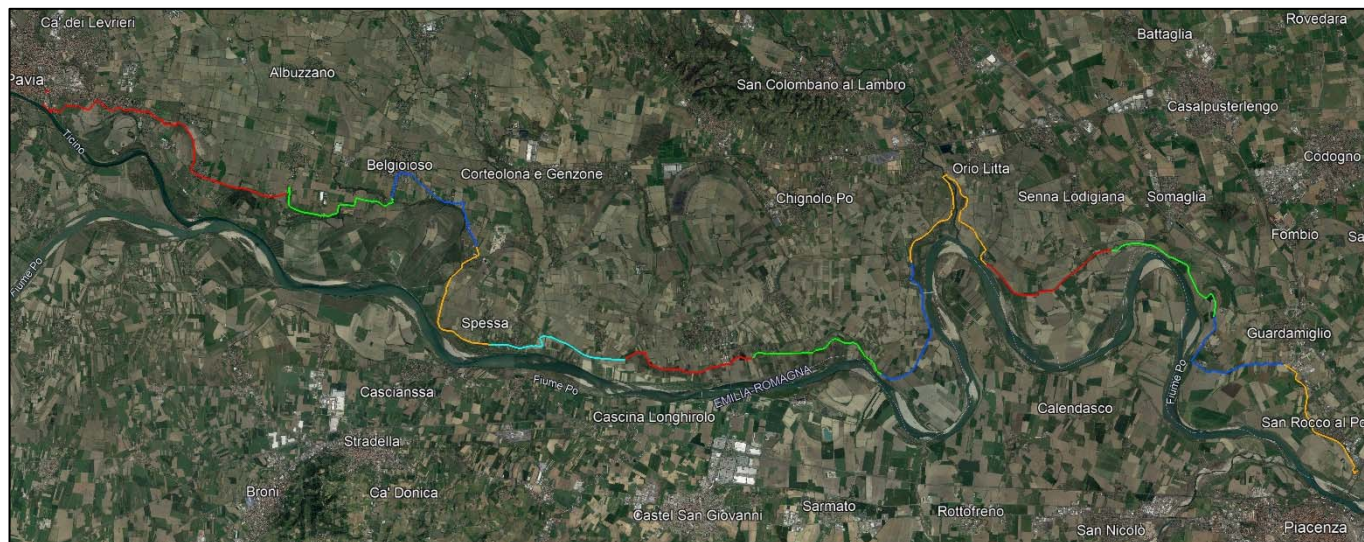
Il tracciato della Tratta L3 della nuova Ciclovia in progetto, attraversa i territori comunali di Pavia, Valle Salimbene, Linarolo, Belgioioso, Torre de' Negri, Pieve Poro Morone, Monticelli Pavese e Chignolo Po in provincia di Pavia a est del capoluogo, Orio Litta, Senna Lodigiana, Somaglia, Guardamiglio e San Rocco al Porto nel territorio della Provincia di Lodi a ovest del capoluogo.

Il percorso si sviluppa inizialmente in ambito urbano, all'interno del Comune di Pavia, sfruttando, dove possibile, infrastrutture ciclopedonali esistenti da riqualificare o viabilità locali contraddistinte da flussi di modesta entità che rendono possibile la definizione di tratti ciclabili promiscui.

Successivamente, una volta usciti dal Comune di Pavia, il percorso si sviluppa fino alla frazione di Sostegno in Comune di Spessa (PV) in ambito extraurbano a destinazione prevalentemente agricolo/industriale, prediligendo la realizzazione di un percorso ciclopedonale in sede propria, sfruttando dove possibile infrastrutture ciclopedonali esistenti e, nei tratti in cui la presenza di vincoli inamovibili non ne permetta la realizzazione, l'utilizzo di viabilità locali per la definizione di tratti ciclabili promiscui.

Superata la frazione di Sostegno in Comune di Spessa (PV) il percorso prosegue quasi interamente lungo l'argine maestro del fiume Po, sulla sponda sinistra idraulica, ad eccezione di alcuni brevi tratti per il superamento di vincoli puntuali.

Come già chiarito in premessa, la tratta L3 della Ciclovia, oggetto della presente analisi, è stata suddivisa in 14 sub-tratte elencate da A a P come di seguito identificate:



#### 9. Inquadramento territoriale dell'intervento (Google Earth)

NOME TRATTA	PARTENZA	ARRIVO
A	PAVIA – VIALE PARTIGIANI	PAVIA – SCUOLA PRIMARIA MONTEBOLONE
B	PAVIA – SCUOLA PRIMARIA MONTEBOLONE	OSPEDALETTO
C	OSPEDALETTO	SANTA MARGHERITA - BELGIOIOSO

D	SANTA MARGHERITA - BELGIOIOSO	SOSTEGNO
E	SOSTEGNO	SAN ZENONE AL PO
F	SAN ZENONE AL PO	ZERBO
G	ZERBO	PIEVE PORTO MORONE
H	PIEVE PORTO MORONE	MONTICELLI PAVESE
I	MONTICELLI PAVESE	ALBERONE BADIA
L	ALBERONE BADIA	CORTE SANT'ANDREA
M	CORTE SANT'ANDREA	SOMAGLIA
N	SOMAGLIA	CHIERICHEZZE – GUARDAMIGLIO
O	CHIERICHEZZE – GUARDAMIGLIO	GUARDAMIGLIO
P	GUARDAMIGLIO	SAN ROCCO AL PORTO

#### 10. Elenco subtratte tratta L3.

### 3.2. La descrizione dei luoghi

Nel seguito viene presentata una descrizione del tracciato di ogni subtratta individuata, con particolare riferimento alle interferenze idrauliche riscontrate.

#### 3.2.1. Subtratta A



#### 11. Inquadramento Subtratta A

Il tracciato della Tratta L3 inizia nel Comune di Pavia (PV), a sud-est del centro abitato, nei pressi di viale Partigiani, in corrispondenza del raccordo tra la tratta L1 Milano-Pavia e la tratta L2 Confine Piemonte/Lombardia-Pavia. La tratta si snoda lungo la porzione di pista ciclopeditonale esistente che parte

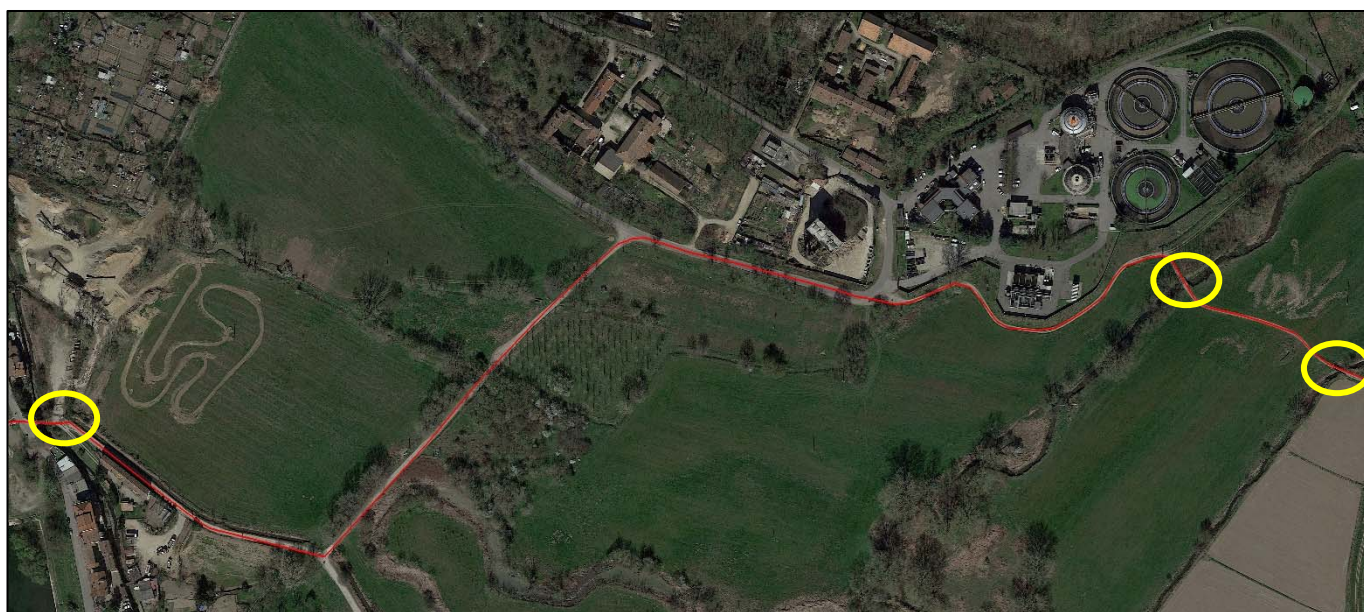
dal ponte sul Naviglio di viale Partigiani per poi scendere verso viale Venezia con una nuova pista in sede propria in parallelo al Naviglio Pavese, fino al raggiungimento delle Chiuse e Bacini del Naviglio Pavese alla confluenza di Ticino.

Da qui il percorso prosegue lungo strada della Mezzana, viabilità dove si prevede il rifacimento della pavimentazione in depolverizzato a tre strati.

Successivamente il tracciato svolta verso Est, dove, dopo un tratto in promiscuo con la viabilità veicolare lungo via San Giovanni Bosco, sfrutta viabilità campestri esistenti per raggiungere via Francana.

Lungo via Francana si prevede la realizzazione di una pista ciclabile in sede propria di larghezza pari a 2,50 m in affiancamento al marciapiede esistente sul lato Sud della carreggiata. Gli ultimi 100 m circa di via Francana, caratterizzati da bassi flussi di traffico, vengono invece gestiti tramite un tratto in promiscuo con la viabilità veicolare.

Lungo il percorso s'incontrano, oltre al manufatto storico delle Chiuse e Bacini del Naviglio Pavese, tre passerelle esistenti che attraversano 3 corsi d'acqua, denominati: scaricatore del Naviglio Pavese (facente parte del R.I.B. in capo al Consorzio E.T. Villoresi), la Roggia Vernavola (facente parte del R.I.B. in capo al Consorzio E.T. Villoresi) e la Roggia Vernavolino di San Pietro (reticolo idrico privato).



**12. Inquadramento passerelle (esistenti) sulle rogge**

Il percorso prosegue lungo viabilità campestri esistenti fino a raggiungere il pendio che collega via Pietro Fondrini con via Monsignor Carlo Allorio, caratterizzato allo stato di fatto da una larghezza media di 1 m. Il progetto prevede, lungo i tratti appena citati, una pavimentazione in depolverizzato a tre strati, fatta eccezione per un breve tratto di via Fondrini dove viene istituito un percorso promiscuo con la viabilità veicolare. Sulla sommità il percorso in ghiaia il tracciato sfrutta inizialmente un sentiero esistente e successivamente un percorso ciclopedonale esistente in conglomerato bituminoso fino a via Grumello, che viene adeguato alla larghezza di progetto pari a 3,50 m. Il percorso procede verso Est lungo via Grumello mediante un tratto in promiscuo con la viabilità veicolare per poi tornare in sede propria con pavimentazione in depolverizzato a tre strati su viabilità campestri.

### 3.2.2. Subtratta B



13. Inquadramento Subtratta B

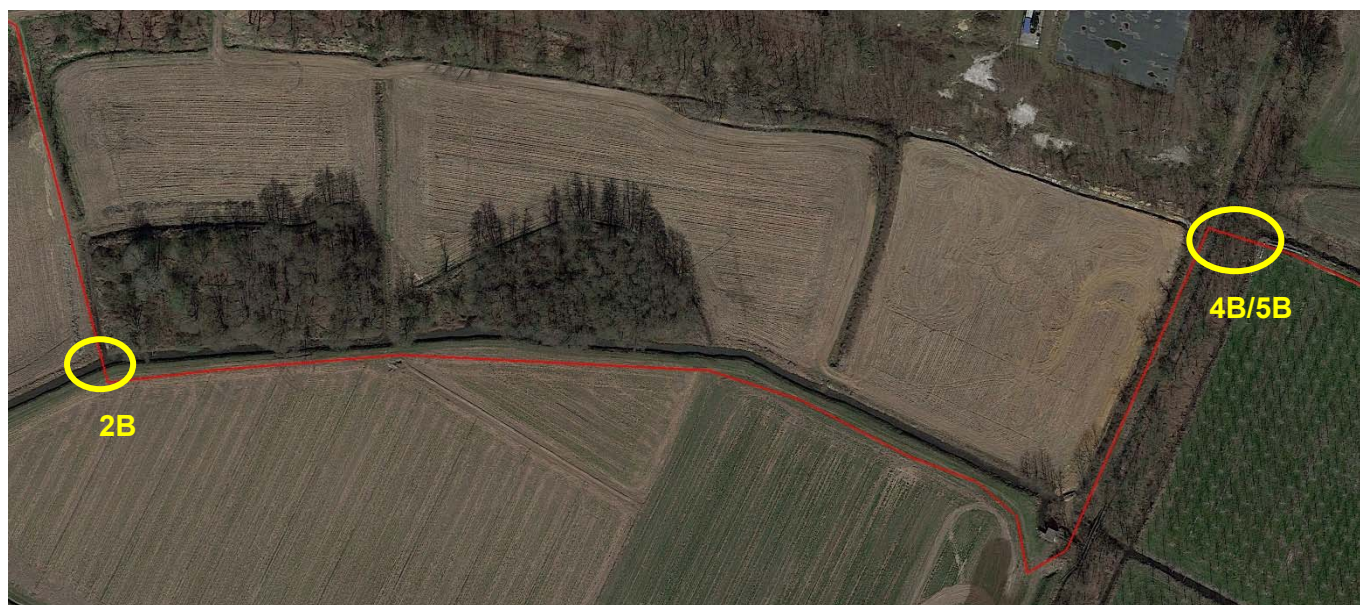
La tratta B prosegue verso Est su strade campestri con pavimentazione in depolverizzato a tre strati, sorpassando la SS 617 sfruttando un cavalcavia esistente, lungo il quale si prevede il rifacimento dello strato d'usura.

Successivamente, una volta superato l'incrocio con strada Scagliona, il percorso continua su viabilità campestri in direzione Est per raggiungere l'antico meandro.

Superato la struttura per la distribuzione del gas, che rimane sulla sinistra del tracciato, si percorre la strada sterrata lungo i campi, si gira a sinistra dopo circa 200 m e si percorrono i bordi del campo presente fino all'attraversamento, con una passerella in progetto (manufatto 2B) la roggia presente, denominata Roggia Belvedere (reticolo idrico privato).

La tratta percorre per 400 metri la sponda della roggia fino al raggiungimento del manufatto idrico per l'irrigazione presente a bordo campo ai piedi dell'argine. Si sale sull'argine dei due canali d'irrigazione presenti, denominati Cavo Scaranni/Ramo Belvedere (reticolo idrico privato), i quali si superano, svoltando a destra, mediante due attraversamenti in progetto (manufatti 4B e 5B) per raggiungere via Strada Bassa.

In questo tratto si prevede l'istituzione di un tratto in promiscuo con la viabilità veicolare fino all'incrocio con Via Valle.



**14. Inquadramento passerelle (progetto 2B/4B/5B) sulle rogge**

Il percorso prosegue lungo via Valle fino all'incrocio con la SP 13, sfruttando nel primo tratto, un percorso ciclopeditonale esistente in autobloccanti sul lato Est della carreggiata che deve essere adeguato alla larghezza di progetto pari a 3,50 m.

Una volta raggiunta la SP 13 il percorso prosegue verso Est mediante un percorso in promiscuo con la viabilità veicolare nell'abitato di Ca' Nove e successivamente mediante una pista ciclopeditonale con larghezza di progetto pari a 3,50 m sul lato Nord della carreggiata.

Lungo la SP 13 è in fase di realizzazione il progetto Esecutivo "INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE DEL CORPO STRADALE DELLA S.P. n.13 "Linarolo – Valle Salimbene" I-II-III-IV LOTTO FUNZIONALE", che prevede un allargamento della sede stradale sul lato Nord.

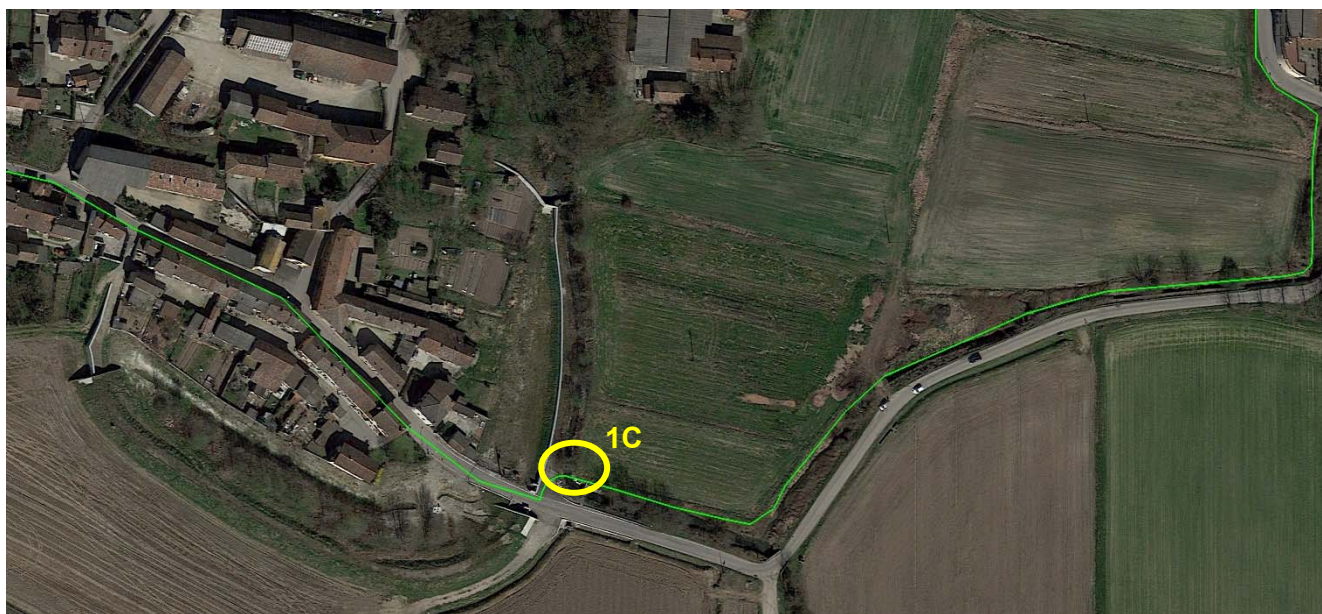
Il progetto della ciclovia si adatta agli interventi lungo la SP 13, prevedendo lo spostamento di un muro di contenimento della scarpata in corrispondenza del Cavo del Vallone.

### **3.2.3. Subtratta C**



#### 15. Inquadramento Subtratta C

In prossimità del Comune di Linarolo (PV) il percorso svolta lungo via Località S. Giacomo della Cerreta, sfruttando inizialmente un percorso ciclopeditonale esistente che viene adeguato alla larghezza di progetto pari a 3,50 m.



#### 16. Inquadramento passarella (progetto 1C) sulla roggia

Successivamente, considerando i bassi volumi di traffico circolanti, si prosegue tramite una strada ciclabile in promiscuo con la viabilità veicolare fino alla frazione di Santa Margherita in Comune di Belgioioso (PV), ove è prevista una nuova passerella in progetto (manufatto 1C) per l'attraversamento di un corso d'acqua denominato Colatore Sesso di Belgioioso (facente parte del R.I.M. in capo al Comune di Belgioioso).

Superato l'abitato, considerata la ridotta sezione stradale e la presenza di curve e restringimenti, il percorso prosegue mediante una pista ciclopeditonale in sede propria in conglomerato bituminoso con larghezza pari a 3,50 m.

### 3.2.4. Subtratta D



17. Inquadramento Subtratta D

Il percorso entra nell'abitato di Belgioioso (PV) lungo l'asse di via Molino-via Cavallotti, inizialmente mediante un tratto in promiscuo con la viabilità veicolare e successivamente sfruttando la pista ciclopeditonale esistente sul lato Est della carreggiata.

Il tracciato procede poi lungo via Nenni dove si prevede la realizzazione di una pista ciclopeditonale in affiancamento alla viabilità veicolare e protetta da cordolo spartitraffico di larghezza pari a 2,50 m. Per permettere la realizzazione della pista è necessaria la rimozione degli stalli esistenti sul lato Nord della carreggiata.

Superato il Comune di Belgioioso (PV) il tracciato svolta lungo la SP 9 e prosegue mediante una pista ciclopeditonale in sede propria in conglomerato bituminoso con larghezza pari a 3,50 m in affiancamento alla viabilità veicolare, ad eccezione dell'abitato di Torre de' Negri dove la ridotta sezione stradale e la

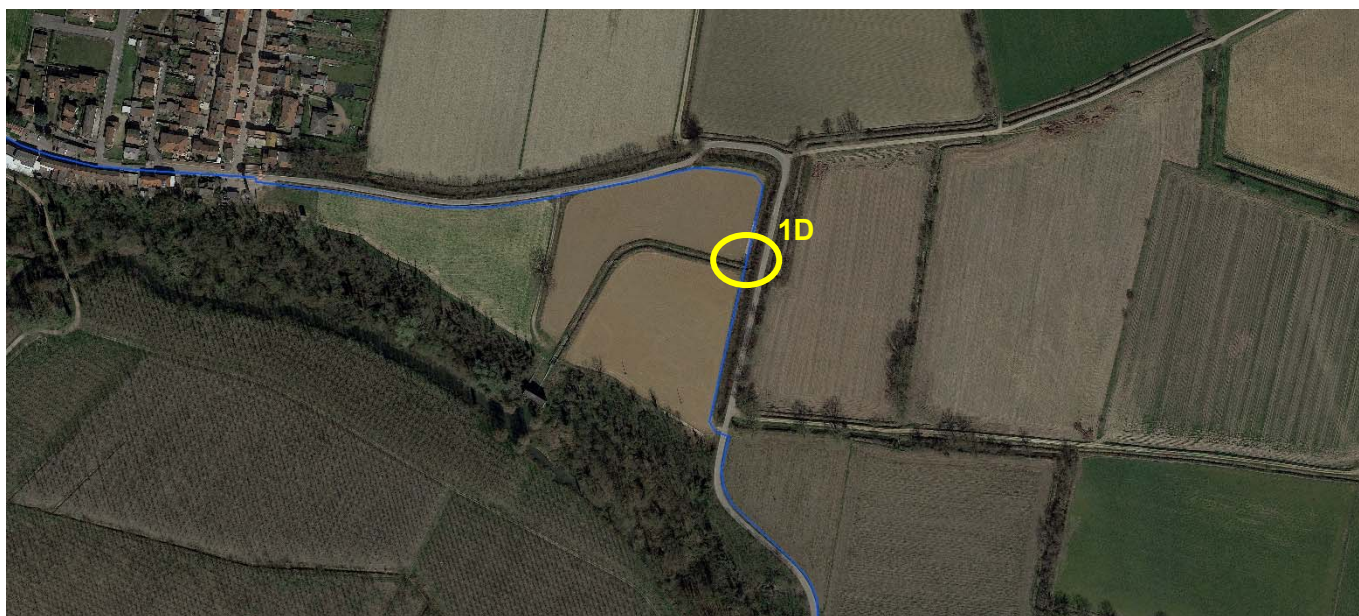
presenza di abitazioni non ne consentono la realizzazione. Viene quindi istituito un tratto in promiscuo con la viabilità veicolare.

Lungo la SP 9 viene sfruttato un tratto di pista ciclabile esistente, che viene adeguata alla larghezza di progetto pari a 3,50 m ed è separata dalla strada provinciale da un pericoloso guard-rail su cui deve essere installata una protezione lato ciclista.

Terminato il percorso è disponibile una banchina al margine della SP che conduce a Torre de' Negri, a volte in ghiaia, altre in erba, di sezione variabile tra i 2,0 e 3,80 m, che viene sfruttata per la realizzazione della Ciclovia in conglomerato bituminoso.

Superato l'abitato Torre de' Negri, dove si prevede un tratto in promiscuo con la viabilità veicolare a causa della ridotta sede stradale, il percorso procede mediante una Ciclovia in sede propria a lato della carreggiata stradale.

In questo tratto si rende necessaria la formazione di una nuova passerella (manufatto 1D) su un cavo irriguo consistente in un derivatore (reticolo idrico privato) del Canarolo di Torre de' Negri.



18. Inquadramento passerella (progetto 1D) sulla roggia

### 3.2.5. Subtratta E



19. Inquadramento Subtratta E

Il tracciato prosegue lungo la SP 9 fino a raggiungere l'abitato di Sostegno, per poi svoltare verso Ovest lungo via Po.

L'incrocio con via Po è particolarmente delicato ed è soggetto a una riqualificazione mediante realizzazione di pista ciclopedonale in sede propria per superare l'intersezione e adeguamento dei rami in ingresso su via Pavia alla nuova geometria di progetto.

Superata l'intersezione, viene istituito un tratto in promiscuo con la viabilità veicolare lungo via Po, dati i bassi flussi di traffico circolanti, e il percorso prosegue verso Ovest in direzione del fiume Po.

Giunti al limite del terrazzo il percorso sfrutta la viabilità dell'argine maestro del Fiume Po.

Lungo questa tratta, all'altezza della cascina abbandonata, sono presenti due tubazioni idrovore, la loro profondità è di circa 15-20 cm.

In prossimità della SP 199, si interseca, sull'argine, via Roma che conduce ad un piccolo porticciolo turistico sul Po situato in golenia. Per passare sotto il ponte il percorso di progetto scende verso lato campagna con una rampa in ghiaia di 3,80 m di larghezza e con una pendenza inferiore al 10%. Sono presenti due risalite una volta superato il ponte sullo Spessa: la prima ha una pendenza media superiore al 10%, la seconda è a servizio di un manufatto idraulico qualche decina di metri più a valle, inerbita ma praticabile, la cui pendenza media è inferiore al 5%.

### 3.2.6. Subtratta F



#### 20. Inquadramento Subtratta F

Il percorso di progetto riprende il rilevato arginale caratterizzato da una pavimentazione in conglomerato bituminoso di larghezza media 3,20 m fino al manufatto idraulico dell'Olona a San Zenone al Po.

Superato il manufatto l'argine maestro prosegue con fondo costituito da conglomerato bituminoso di larghezza media pari a 3,90 m in direzione del Fiume Olona. Il percorso prevede il superamento del Fiume Olona su un ponte che collega due strade di servizio per i campi.

Inoltre per raggiungere tale manufatto, posto ad una quota di 57 metri, si scende l'argine, la cui sommità è posta a 62 m s.l.m. attraverso la realizzazione di una pista ciclopedonale in allargamento al rilevato arginale esistente.

Lungo la subtratta s'incrociano tre 3 corsi d'acqua idraulicamente significativi, attraversati mediante manufatti esistenti, denominati rispettivamente: Fiumicello Olona/Olona Meridionale (facente parte del R.I.P. in capo ad A.I.Po), Scolmatore di San Zenone al Po (facente parte del R.I.P. in capo ad A.I.Po) e la Roggia delle Campane (facente parte del R.I.B. in capo al Consorzio E.T. Villorresi).

### 3.2.7. Subtratta G



#### 21. Inquadramento Subtratta G

Una volta tornati sul rilevato arginale, la Ciclovia prosegue sfruttando la viabilità esistente, che verrà adeguata al conglomerato bituminoso nei punti in cui non è presente o in cui è ammalorato.

Il tracciato interseca la SP 412, strada caratterizzata da flussi elevati di traffico.

Al fine di permettere l'attraversamento in sicurezza, si prevede di scendere dal rilevato mediante una pista ciclopedonale in allargamento al rilevato arginale esistente e proseguire superando la SP 412 al di sotto del viadotto esistente sul Po.

Lungo tale subtratta viene incrociato un unico corso d'acqua idraulicamente significativo, attraversato mediante manufatto esistente, denominato Colatore Olonetta (facente parte del R.I.B. in capo al Consorzio E.T. Villoresi).

### 3.2.8. Subtratta H

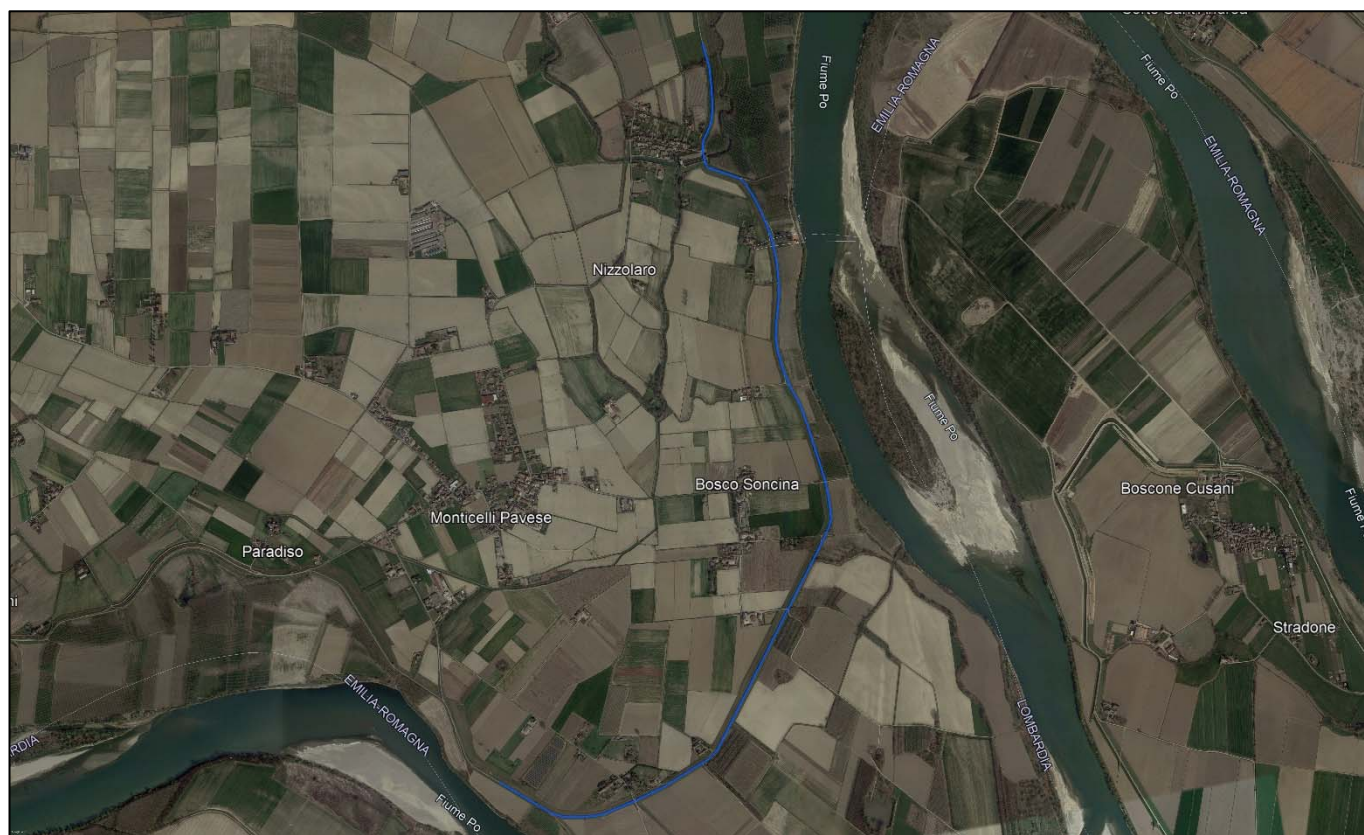


#### 22. Inquadramento Subtratta H

Il tracciato procede su rilevato arginale con rifacimento della pavimentazione in conglomerato bituminoso dove non presente o dove deteriorata.

La larghezza della pavimentazione è variabile ma sempre superiore ai 3,50 m di progetto.

### 3.2.9. Subtratta I



23. Inquadramento Subtratta I

Da Bosco Soncina la viabilità arginale è promiscua, ma la si può considerare strada senza traffico, ed è utilizzata per giungere al Museo della Bonifica (loc. Bosco) e ad una attività di ristorazione lungo fiume. La larghezza media dell'ultimo tratto è di poco superiore a 3,0 m e la pavimentazione è decisamente degradata.

Si prevede quindi un allargamento della larghezza della pavimentazione e il ripristino dello strato di usura in conglomerato bituminoso.

Lungo tale subtratta viene incrociato un unico corso d'acqua idraulicamente significativo, attraversato mediante manufatto esistente, denominato Colatore Reale (facente parte del R.I.B. in capo al Consorzio E.T. Villoresi).

### 3.2.10. Subtratta L



24. Inquadramento Subtratta L

Superato il Museo delle bonifiche il tracciato su rilevato arginale riprende in direzione Lambrinia. Ad una distanza pari a 300 m da via sul Castellazzo è prevista la realizzazione di una nuova opera d'arte di progetto (manufatto 1L) sul Fiume Lambro (facente parte del R.I.P. in capo ad A.I.Po) che collega le due sponde del corso d'acqua evitando il passaggio in promiscuo nel piccolo borgo e il passaggio sull'impalcato ferroviario esistente più a Nord.

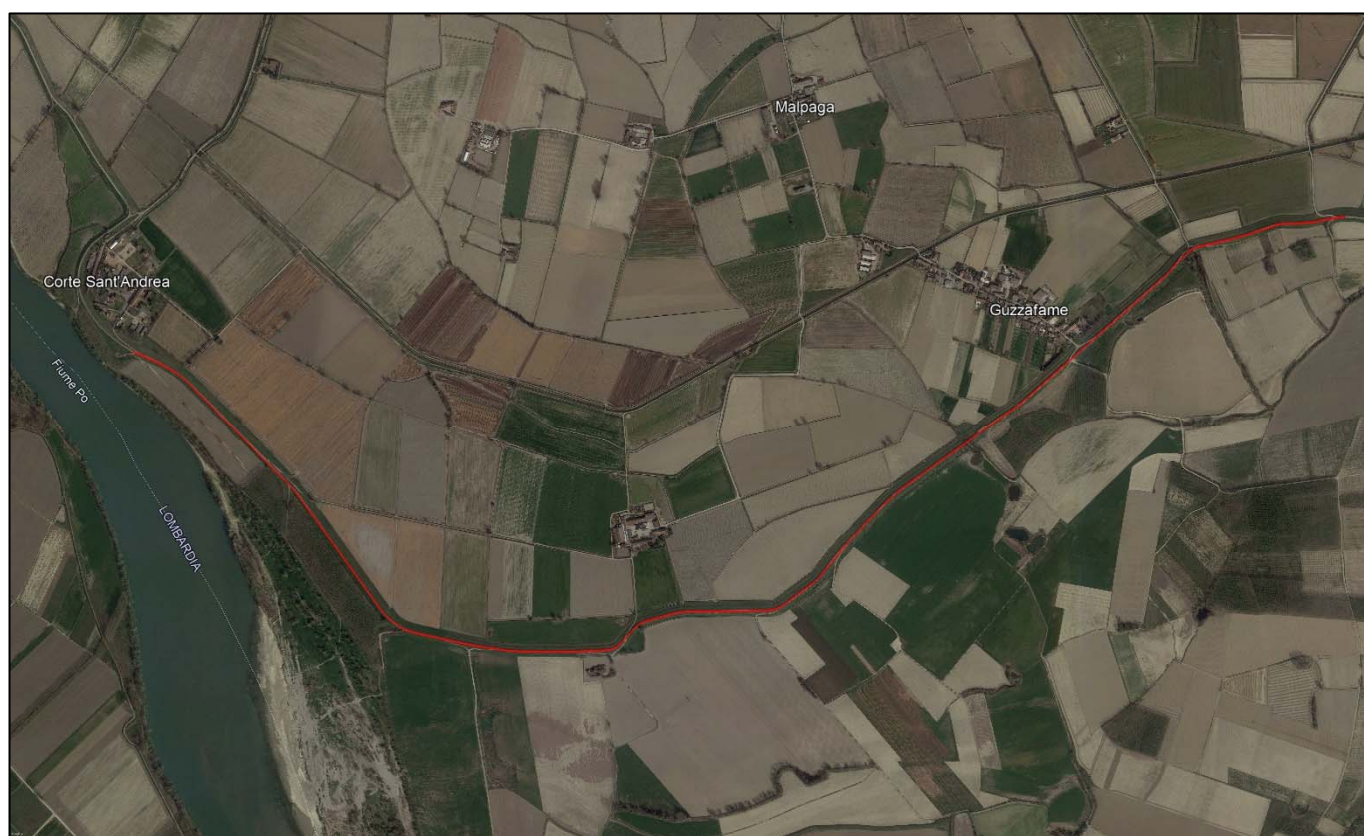


25. Inquadramento ponte (progetto 1L) su Fiume Lambro

Attraversato il fiume Lambro l'argine prosegue verso Corte Sant'Andrea con una sezione media di 3.70 m e una pavimentazione in depolverizzato a tre strati. All'altezza di cascina Cantanara è presente la linea elettrica ad alta tensione che attraversa il fiume Lambro. In corrispondenza del piccolo borgo storico la cui corte rappresentò per l'Arcivescovo Sigerico di Canterbury la 39esima tappa della Via Francigena.

Lungo la subtratta s'incrociano, oltre al succitato Fiume Lambro ove è prevista la nuova opera d'arte, altri 4 corsi d'acqua idraulicamente significativi, attraversati mediante manufatti esistenti e denominati rispettivamente: Colatore Allacciante Lambrino (facente parte del R.I.B. in capo al Consorzio E.T. Villorese), Roggia Venere (facente parte del R.I.B. in capo al Consorzio Muzza), Lambrino (facente parte del R.I.B. in capo al Consorzio Muzza) e Morgana Venere (facente parte del R.I.B. in capo al Consorzio Muzza).

### 3.2.11. Subtratta M



26. Inquadramento Subtratta M

Il tracciato procede su rilevato arginale con rifacimento della pavimentazione in conglomerato bituminoso dove non presente o dove deteriorata.

La larghezza della pavimentazione è variabile ma sempre superiore ai 3,50 m di progetto.

Lungo tale subtratta viene incrociato due volte un unico corso d'acqua idraulicamente significativo, attraversato mediante manufatto esistente e denominato Colatore del Botto (facente parte del R.I.B. in capo al Consorzio Muzza).

### 3.2.12. Subtratta N



#### 27. Inquadramento Subtratta N

Il tracciato procede su rilevato arginale con rifacimento della pavimentazione in conglomerato bituminoso dove non presente o dove deteriorata.

La larghezza della pavimentazione è variabile ma sempre superiore ai 3,50 m di progetto.

### 3.2.13. Subtratta O



#### 28. Inquadramento Subtratta O

Il tracciato procede su rilevato arginale con rifacimento della pavimentazione in conglomerato bituminoso dove non presente o dove deteriorata.

La larghezza della pavimentazione è variabile ma sempre superiore ai 3,50 m di progetto.

I tratti che congiungono il borgo Berghente ad Alberelle–Case Corvi sono caratterizzati da una viabilità di tipo promiscuo con una sezione media superiore a 4.50 m; il traffico presente è costituito da mezzi agricoli, tuttavia il loro passaggio non è continuativo ma limitato ai soli periodi di attività sui campi agricoli.

### 3.2.14. Subtratta P



#### 29. Inquadramento Subtratta P

Giunti in corrispondenza della S.S. 9 il tracciato sfrutta un percorso ciclopedonale esistente su rilevato arginale lungo oltre 3,00 km con una larghezza pari 3,0 m delimitato da recinzione in legno in condizioni di deterioramento.

Si prevede l'allargamento della pavimentazione alla larghezza di 3,20 m. Non è possibile raggiungere le dimensioni di progetto a causa della ridotta larghezza della sommità arginale.

Arrivati all'intersezione con il ponte sul Po di San Rocco al Porto, la sezione del percorso è ridotta a 2,50 m in quanto vincolato dalla presenza della viabilità carrabile. Sempre in sede propria e sotto il cavalcavia la larghezza si riduce a 2,0 m per una lunghezza di 20 m. La rampa di risalita ha una larghezza di 2,40 m.

La subtratta P riprende il percorso ciclopedonale presente in direzione Po con una larghezza media di 3,10 m, in sede propria e non richiede interventi.

## 4. INQUADRAMENTO IDRAULICO

Il tracciato di progetto si trova interamente sulla sponda in sinistra idrografica del Fiume Po, all'interno dell'omonimo bacino principale, e attraversa in più punti svariati corsi idrici, perlopiù secondari/minori, facenti parte del fitto reticolo di canali antropici presenti sul territorio e realizzati nel corso degli anni per una funzione prevalentemente di bonifica e/o irrigua. I corsi d'acqua attraversati e considerati significativi, in quanto pubblici o perché interessati da nuove opere, sono:

- |  |  |
|--|--|
| a) Scaricatore del Naviglio Pavese     | (Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi);  |
| b) Naviglio Pavese                     | (Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi);  |
| c) Roggia Vernavola                    | (Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi);  |
| d) Roggia Vernavolino di San Pietro    | (reticolo idrico privato);                     |
| e) Roggia Belvedere                    | (reticolo idrico privato);                     |
| f) Cavo Scaranni/Ramo Belvedere        | (reticolo idrico privato);                     |
| g) Colatore Sesso di Belgioioso        | (Comune di Belgioioso);                        |
| h) Cavo Scaranni/Ramo Belvedere        | (reticolo idrico privato);                     |
| i) Derivatore Canarolo Torre de' Negri | (reticolo idrico privato);                     |
| j) Fiumicello Olona/Olona Meridionale  | (Agenzia Interregionale per il fiume Po);      |
| k) Scolmatore San Zenone al Po         | (Agenzia Interregionale per il fiume Po);      |
| l) Roggia delle Campane                | (Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi);  |
| m) Colatore Olonetta                   | (Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi);  |
| n) Colatore Reale                      | (Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi);  |
| o) Colatore Allacciante Lambrino       | (Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi);  |
| p) Fiume Lambro                        | (Agenzia Interregionale per il fiume Po);      |
| q) Roggia Venere                       | (Consorzio di Bonifica Muzza Bassa Lodigiana); |
| r) Lambrino                            | (Consorzio di Bonifica Muzza Bassa Lodigiana); |
| s) Morgana Venere                      | (Consorzio di Bonifica Muzza Bassa Lodigiana); |
| t) Colatore del Botto                  | (Consorzio di Bonifica Muzza Bassa Lodigiana); |

I manufatti di attraversamento su tali reticoli idrici sono quasi tutti esistenti e non previsti in modifica se non per l'eventuale rifacimento del manto stradale e l'installazione di idonei parapetti; è invece in progetto la nuova realizzazione di n.5 manufatti (passerelle minori) di attraversamento di altrettanti canali, oltre al nuovo ponte (opera maggiore) di attraversamento sul Fiume Lambro.

Nel seguito (cap.4.1) saranno analizzati dal punto di vista idraulico i singoli interventi (minori e maggiore) di nuova realizzazione ai fini di una valutazione sulla loro compatibilità idraulica.

Successivamente (cap.4.2 e 4.3) verranno classificati dal punto di visto idrologico-idraulico (PAI e PGRA) tutti i tratti del tragitto previsto per la Ciclovia e ponendo particolare attenzione alle tipologie d'intervento previste sugli argini in funzione della criticità al sormonto della piena di riferimento (SIMPO).

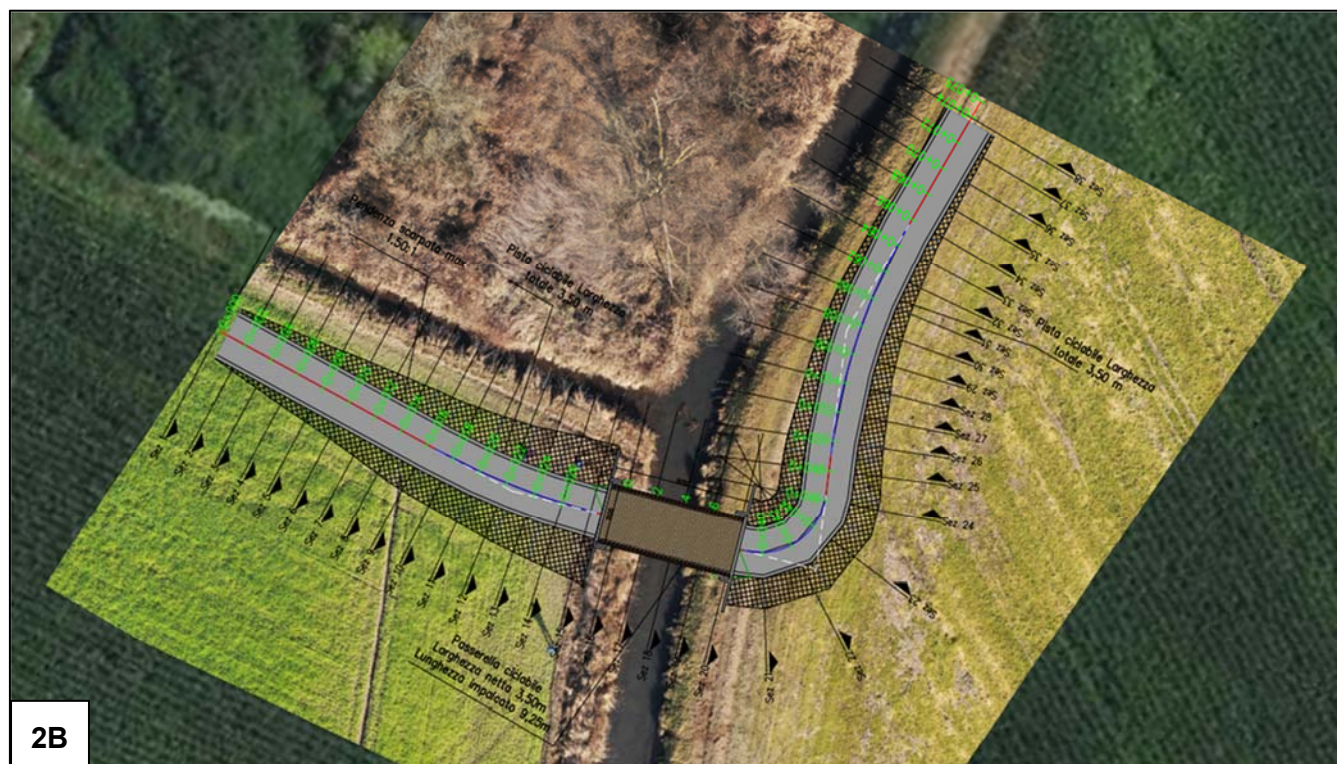
## 4.1. Attraversamenti

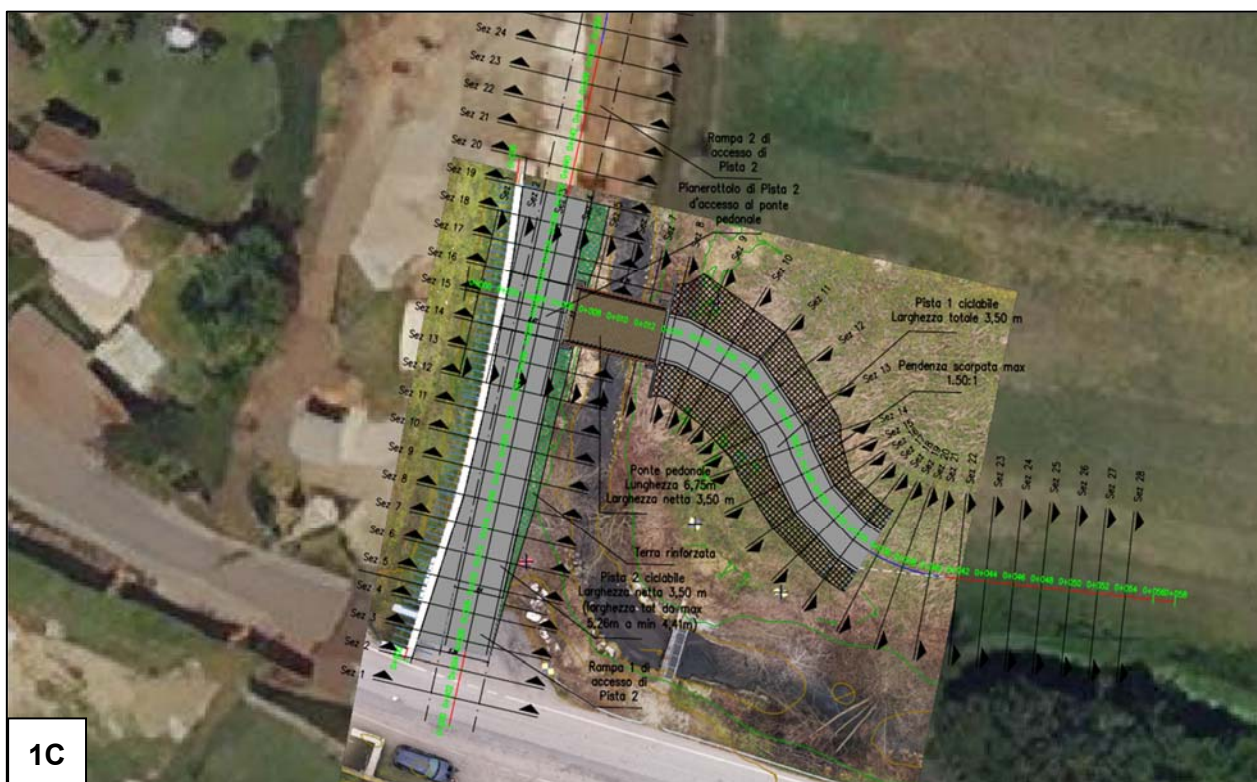
Le nuove passerelle (opere minori) oggetto di compatibilità idraulica, identificate come 2B, 4B e 5B, sono ubicate lungo la sub-tratta B che percorre l'Antico Meandro, quelle 1C e 1D sono poste sulle sub-tratte C e D, nella Frazione S. Margherita di Belgioioso e in Comune di Torre de' Negri, in Provincia di Pavia; il ponte di attraversamento del Fiume Lambro (opera maggiore), identificato come 1L, è ubicato sulla sub-tratta L, nella frazione Lambrinia in Comune di Chignolo Po.

### 30. Lunghezza e ubicazione nuove opere d'arte (minori e maggiori) per la Tratta L3.

Cod. opera	Sub-tratta	Lunghezza (m)	Corso d'acqua	Classificazione reticolo idrico	Comune	Coordinate
2B	B	8,00	Roggia Belvedere	Reticolo idrico privato	Pavia	45.17174 - 9.21611
4B	B	10,00	Cavo Scaranni / Ramo Belvedere	Reticolo idrico privato	Pavia	45.17220 - 9.22171
5B	B	20,00	Cavo Scaranni / Ramo Belvedere	Reticolo idrico privato	Pavia	45.17217 - 9.22190
1C	C	15,00	Colatore Sesso di Belgioioso	Reticolo idrico minore (RIM)	Belgioioso	45.147956 - 9.307525
1D	D	15,00	Derivatore Canarolo di Torre de' Negri	Reticolo idrico privato	Torre de' Negri	45.147972 - 9.340453
1L	L	155,00	Fiume Lambro	Reticolo idrico principale (RIP)	Chignolo Po	45.15583 - 9.53914

Le immagini successive mostrano le planimetrie di inserimento su ortofoto delle singole opere d'arte di nuova realizzazione.





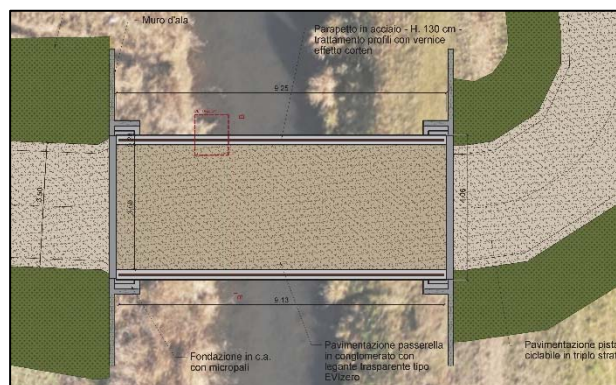


31. Planimetrie stradali locali delle nuove opere d'arte

Il riferimento normativo per la valutazione di compatibilità idraulica dei singoli manufatti è il “D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42) - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» con riferimento al § 5.1.2.3\_comaptibilità idraulica ponti”

#### 4.1.1. Opera 2B – Roggia Belvedere

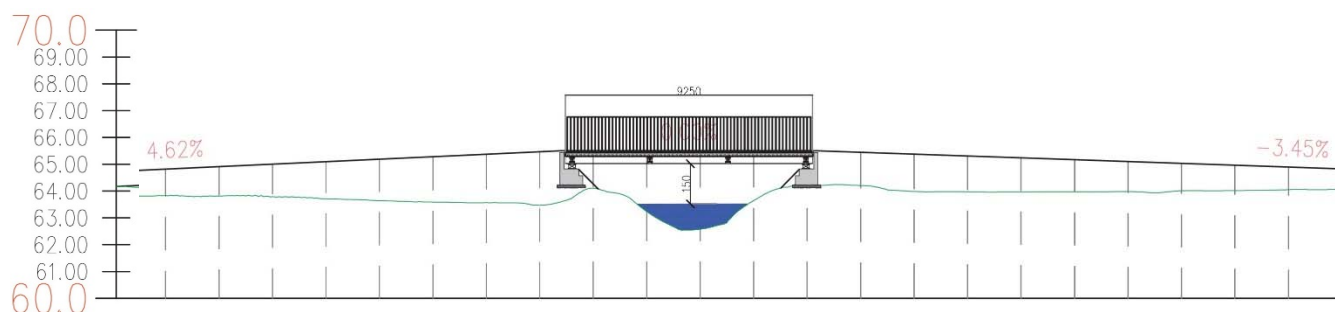
L'opera 2B consiste in un manufatto di attraversamento alla "Roggia Belvedere", corso d'acqua di pertinenza privata (reticolo idrico privato) a prevalente funzione irrigua, ubicata nel Comune di Pavia.



#### 32. Inquadramento e planimetria progetto – passerella 2B

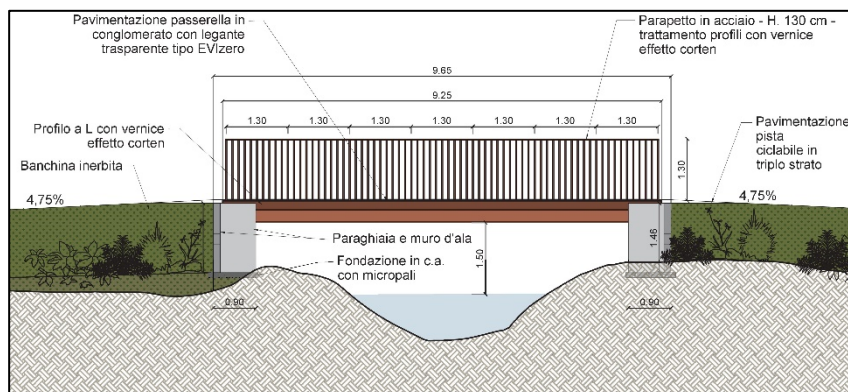
Il regime idraulico della roggia, avente quote di scorrimento relativamente "alte" rispetto all'intorno in funzione dello scopo irriguo che assolve, è strettamente legato alle manovre antropiche di derivazione d'acqua pubblica eseguite dal gestore titolare.

Pertanto quale "piena di progetto", caratterizzata da un tempo di ritorno pari a 200 anni ( $T_r=200$ ), viene presa in considerazione la minima quota di esondazione del tratto interessato; da tale livello sarà garantito un franco minimo di 150 cm con l'intradosso inferiore dell'impalcato della passerella e senza prevedere opere fisse all'interno dell'alveo attivo del corso d'acqua.



#### 33. Profilo di progetto passerella 2B

Strutturalmente sarà quindi costituito da due spalle in c.a. fuori alveo e da una passerella orizzontale in profilati di acciaio Corten, la cui quota calpestio sarà raccordata alla tratta ciclopedonale attraverso formazione di rilevati in terra, così da garantire il franco di sicurezza idraulico di progetto.



#### 4.1.2. Opera 4B e 5B – Cavo Scaranni / Ramo Belvedere

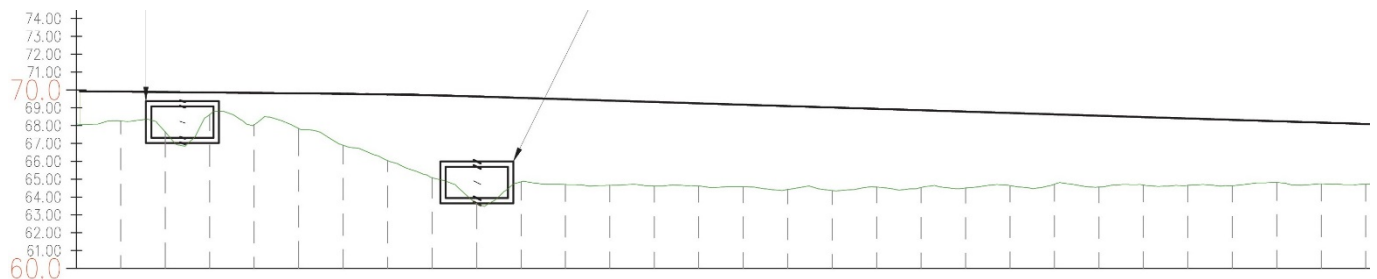
Le due opere 4B e 5B consistono entrambe in manufatti di attraversamento al “Cavo Scaranni/Ramo Belvedere”, corsi d’acqua minori e di pertinenza aziendale (reticolo idrico privato) a prevalente funzione irrigua, ubicati nel Comune di Pavia (PV).



34. Inquadramento – manufatti 4B e 5B

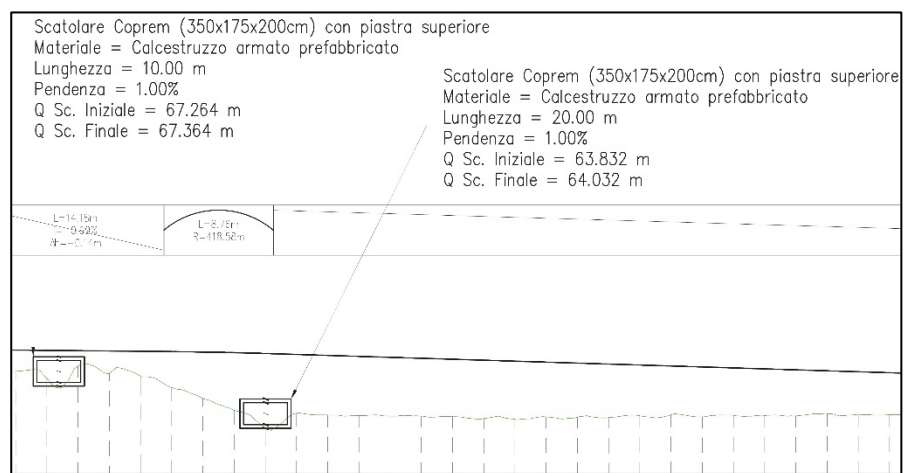
Il regime idraulico dei due corsi d’acqua, aventi funzione di irrigatore e colatore aziendale, è strettamente legato alle manovre antropiche di derivazione d’acqua pubblica eseguite dal gestore titolare e relative colature, comunque di carattere idraulico estremamente limitato.

Pertanto, a seguito di confronto con i privati titolari dei corsi d’acqua e considerate le limitate criticità idrauliche dei cavi, quale “piena di progetto”, viene presa in considerazione una quota di 25 cm di tirante in alveo; da tale livello sarà garantito un franco minimo di 150 cm con l’intradosso inferiore dell’impalcato dell’attraversamento e senza prevedere opere fisse all’interno dell’alveo attivo del corso d’acqua.



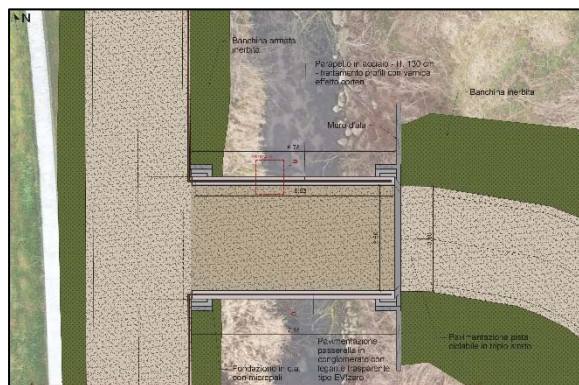
35. Profilo di progetto manufatti 4B e 5B

Strutturalmente saranno quindi impiegati elementi scatolari prefabbricati in c.a. tipo “Coprem” (350x175cm) con piastra superiore d’impalcato, la cui quota calpestio sarà raccordata alla tratta ciclopedonale attraverso formazione di rilevati in terra, così da garantire il franco di sicurezza idraulico di progetto.



#### 4.1.3. Opera 1C – Colatore Sesso di Belgioioso

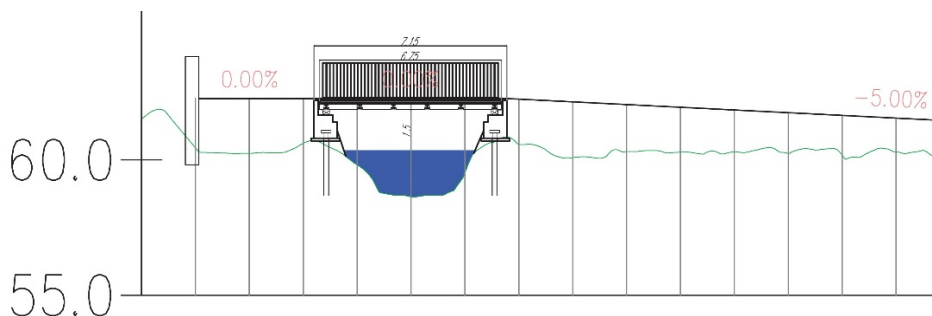
L'opera 1C consiste in un manufatto di attraversamento al "Colatore Sesso di Belgioioso", corso d'acqua facente parte del Reticolo Idrico Minore (RIM) di competenza comunale con prevalente funzione di colatore, ubicata nel Comune di Belgioioso fraz. Santa Margherita; il titolare della Polizia Idraulica è il Comune di Belgioioso (PV).



36. Inquadramento e planimetria progetto – passerella 1C

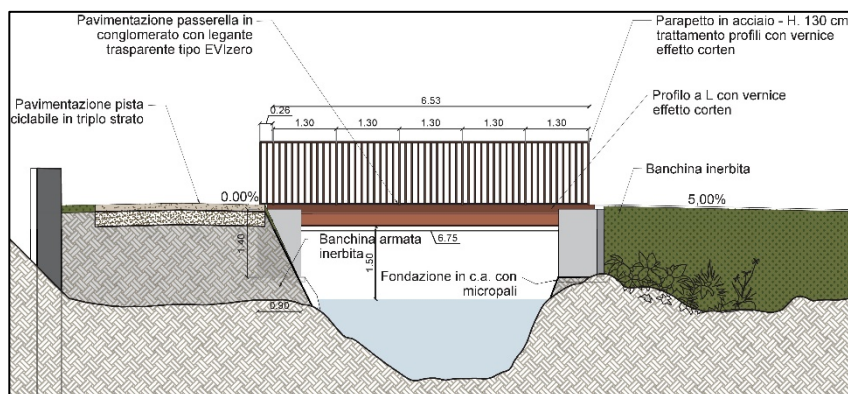
Il regime idraulico della roggia, trattandosi di un colatore dei terreni attraversati, è strettamente legato alle condizioni idrogeologiche del bacino imbrifero sotteso, individuato nei territori ubicati a nord, in parte agricoli in parte urbanizzati, costituiti tra l'abitato di Belgioioso, Filighera e Albuzzano.

Pertanto quale "piena di progetto" del Colatore Sesso di Belgioioso, caratterizzata da un tempo di ritorno pari a 200 anni ( $T_r=200$ ), viene presa in considerazione la minima quota di esondazione del tratto interessato; da tale livello sarà garantito un franco minimo di 150 cm con l'intradosso inferiore dell'impalcato della passerella e senza prevedere opere fisse all'interno dell'alveo attivo del corso d'acqua.



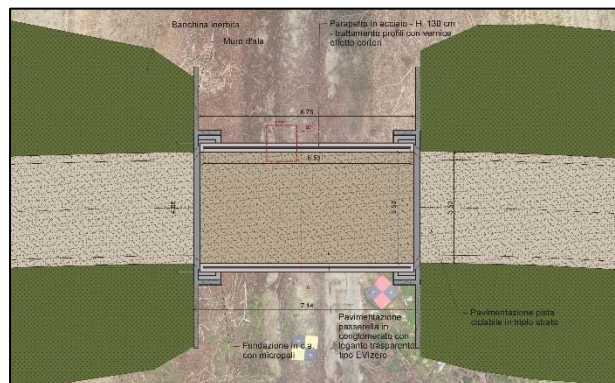
37. Profilo di progetto passerella 1C

Strutturalmente sarà quindi costituito da due spalle in c.a. fuori alveo e da una passerella orizzontale in profilati di acciaio Corten, la cui quota calpestio sarà raccordata alla tratta ciclopeditonale attraverso formazione di rilevati in terra, così da garantire il franco di sicurezza idraulico di progetto.



#### 4.1.4. Opera 1D – Derivatore Canarolo di Torre de' Negri

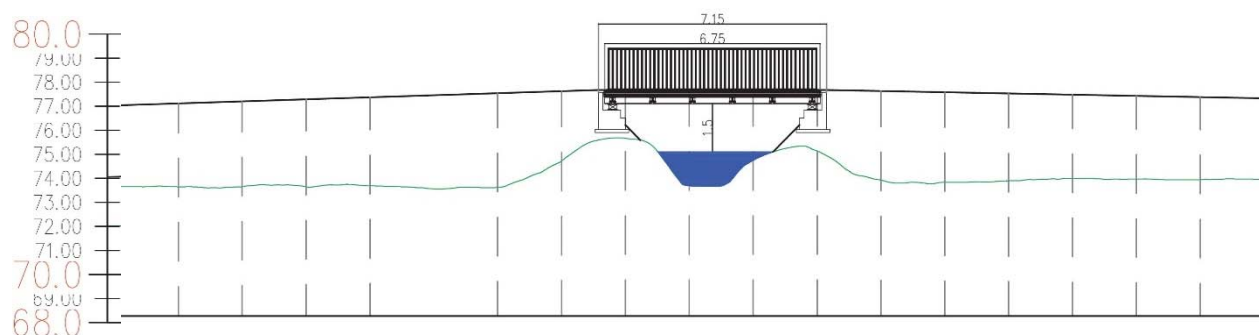
L'opera 1D consiste in un manufatto di attraversamento al "Derivatore del Canarolo di Torre de' Negri", corso d'acqua di pertinenza privata (reticolo idrico privato) a prevalente funzione irrigua, ubicata nel Comune di Torre de' Negri (PV).



38. Inquadramento e planimetria progetto – passerella 1D

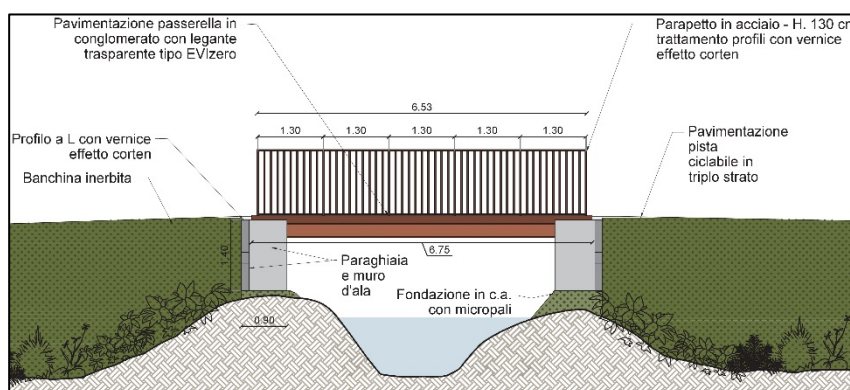
Il regime idraulico, trattandosi di un ramo derivatore dal corso d'acqua Canarolo di Torre de' Negri effettuato mediante idrovora di sollevamento, è strettamente legato alle manovre antropiche di derivazione d'acqua pubblica eseguite dal gestore titolare.

Pertanto quale "piena di progetto", caratterizzata da un tempo di ritorno pari a 200 anni ( $T_r=200$ ), viene presa in considerazione la minima quota di esondazione del tratto interessato; da tale livello sarà garantito un franco minimo di 150 cm con l'intradosso inferiore dell'impalcato della passerella e senza prevedere opere fisse all'interno dell'alveo attivo del corso d'acqua.



39. Profilo di progetto passerella 1D

Strutturalmente sarà quindi costituito da due spalle in c.a. fuori alveo e da una passerella orizzontale in profilati di acciaio Corten, la cui quota calpestio sarà raccordata alla tratta ciclopedonale attraverso formazione di rilevati in terra, così da garantire il franco di sicurezza idraulico di progetto.



#### 4.1.5. Opera 1L – Fiume Lambro

L'opera d'arte 1L, unica opera "maggiore" prevista lungo la tratta L3 della Ciclovia, consiste nel nuovo ponte di attraversamento al Fiume Lambro, corso d'acqua pubblico facente parte del Reticolo Idrico Principale (R.I.P.), ubicato nella fraz. Lambrinia del Comune di Chignolo Po (PV); il titolare della Polizia Idraulica è l'Agenzia Interregionale per il fiume Po (A.I.Po).

Il progetto del ponte è stato sviluppato con l'esigenza di risolvere le seguenti problematiche legate al contesto d'intervento:

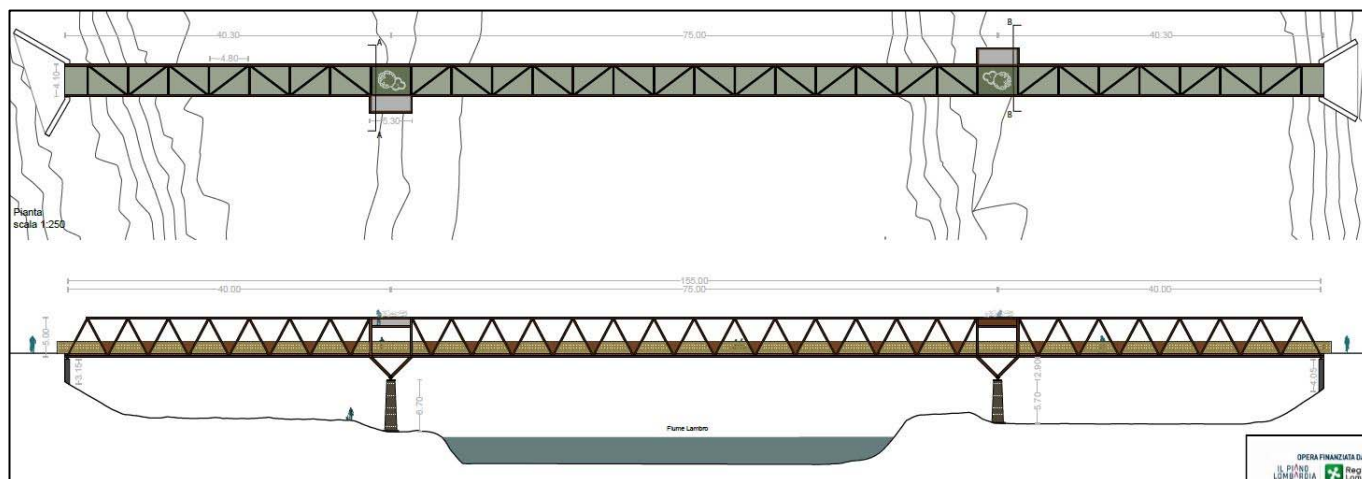
- ✓ Realizzare un ponte con circa 150 m di luce totale per il collegamento tra i due argini (vincolo planimetrico);
- ✓ Realizzare luci minime di 40 m tra pile contigue e tra spalle e pile, ai sensi delle N.T.C.2018 (vincolo planimetrico e idraulico);
- ✓ Rispettare un franco minimo di 1,50 m rispetto alla piena valutata con periodo di ritorno di 200 anni, ai sensi delle N.T.C.2018 (vincolo idraulico);
- ✓ Non avere pile in acqua con riferimento all'alveo inciso/attivo del Lambro (vincolo planimetrico e idraulico);
- ✓ Coniugare le esigenze ambientali e paesaggistiche;
- ✓ Adottare uno schema che richiamasse il concetto del ponte storico lombardo su fiumi in pianura;
- ✓ Massimizzare la durabilità dell'opera minimizzando i costi di manutenzione;
- ✓ Facilitare la messa in opera, minimizzando i disturbi in fase di realizzazione;
- ✓ Bilanciare l'efficacia economica e l'impatto estetico della soluzione progettuale.

La scelta tipologica del ponte è stata pertanto fortemente condizionata dall'esame dei vincoli progettuali. È apparsa preferibile la soluzione che prevedesse un ponte costituito secondo uno schema a trave reticolare metallica a via inferiore; per la trave reticolare si è optato per il tipo Warren.



40. Pianta progetto ponte 1L

L'attraversamento ciclopedonale si sviluppa al di sopra del fiume Lambro e si articola in tre campate; il percorso del ponte in progetto, con un'altezza di circa 7 m rispetto all'area di golena, si sviluppa al di sopra del fiume lungo un asse rettilineo per circa 155 m. La sezione trasversale del ponte è larga 4 m, lo spazio dedicato a ciclisti e pedoni è pari a 3,5 m. Il ponte si articola su tre campate, di cui le due di estremità di 40 m di luce mentre quella centrale risulta pari a 75 m. Il ponte è costituito da travi reticolari in acciaio con finitura Corten su ciascun lato della passerella, con un sistema di elementi verticali e orizzontali.



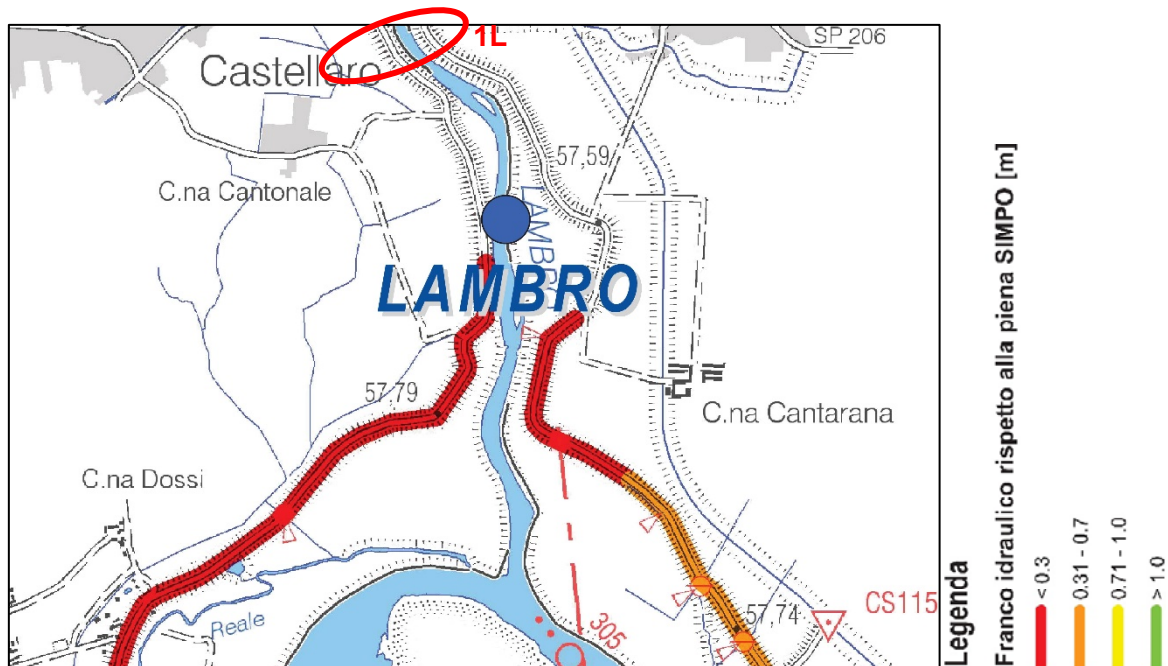
**41. Pianta e sezione di progetto ponte 1L**

La sezione fluviale scelta per la formazione del ponte, è posta circa 2 km a monte della confluenza col Fiume Po e pertanto il regime idraulico locale di piena è strettamente correlato alle condizioni idrauliche del Po stesso; infatti le quote di tirante più gravose non sono generate dal bacino imbrifero sotteso dal Lambro ma sono prodotte a seguito del “rigurgito” provocato dalle onde di piena del Fiume Po.

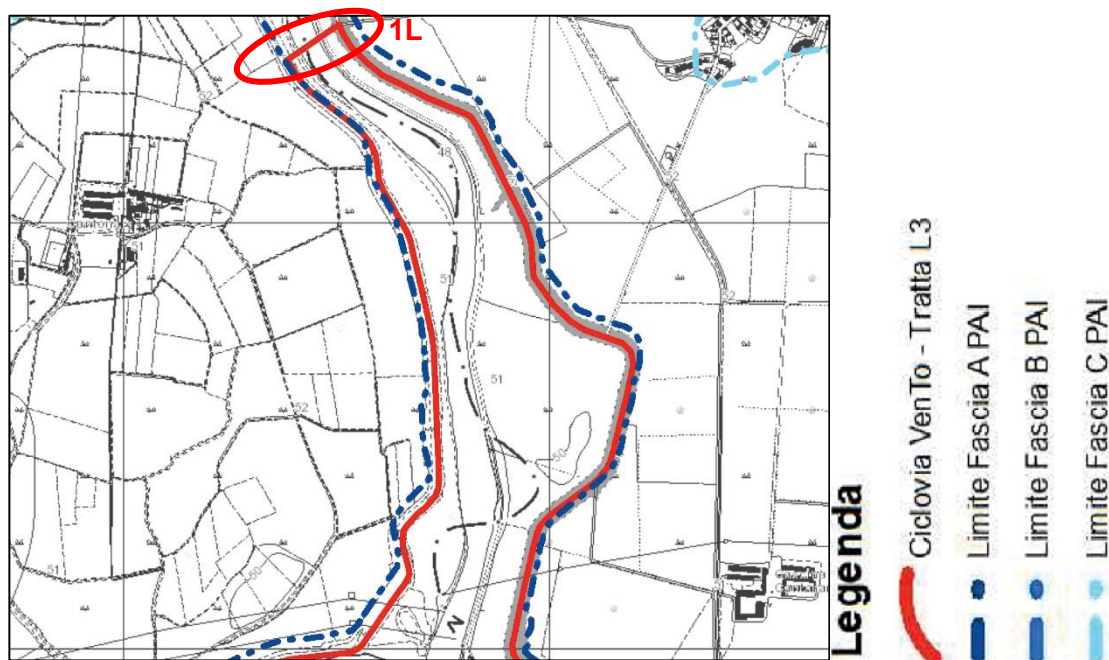
Tale dinamica idraulica implica che, durante gli eventi di piena eccezionale del comprensorio, la portata e la velocità di deflusso alla sezione considerata del Fiume Lambro siano estremamente limitate, configurandosi di fatto quale “area di espansione” delle piene di Po, per poi aumentare significativamente a seguito dell’transito della piena dalla confluenza.

Pertanto la definizione del tirante idrico instaurato dalla “piena di progetto” nella sezione considerata del Fiume Lambro, caratterizzata da un tempo di ritorno pari a 200 anni ( $T_r=200$ ), sarà dato dal livello di piena instaurato nel Fiume Po alla sezione della confluenza stessa. Nello specifico verranno presi a riferimento due valori di quota differenti, il primo in funzione della criticità al sormonto estratta da *“Analisi di fattibilità tecnico ed economica per il miglioramento delle condizioni di sicurezza rispetto al sormonto degli argini maestri del fiume Po”* di Ottobre 2017 (piena SIMPO) e il secondo in funzione dei livelli di piena desunti dal *“Piano per l’Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI)”* sviluppato dall’Autorità di Bacino (piena PAI); si anticipa come le quote relative alla piena PAI risultino, localmente, più gravose di quelle SIMPO.

Nel seguito si riportano estratti di dettaglio del *“Allegato 3, ovvero la sintesi delle criticità arginali per sormonto rispetto alla piena SIMPO, tratto Ticino-Mare”* e dello *“Stralcio cartografia PAI”* per l’opera 1L.



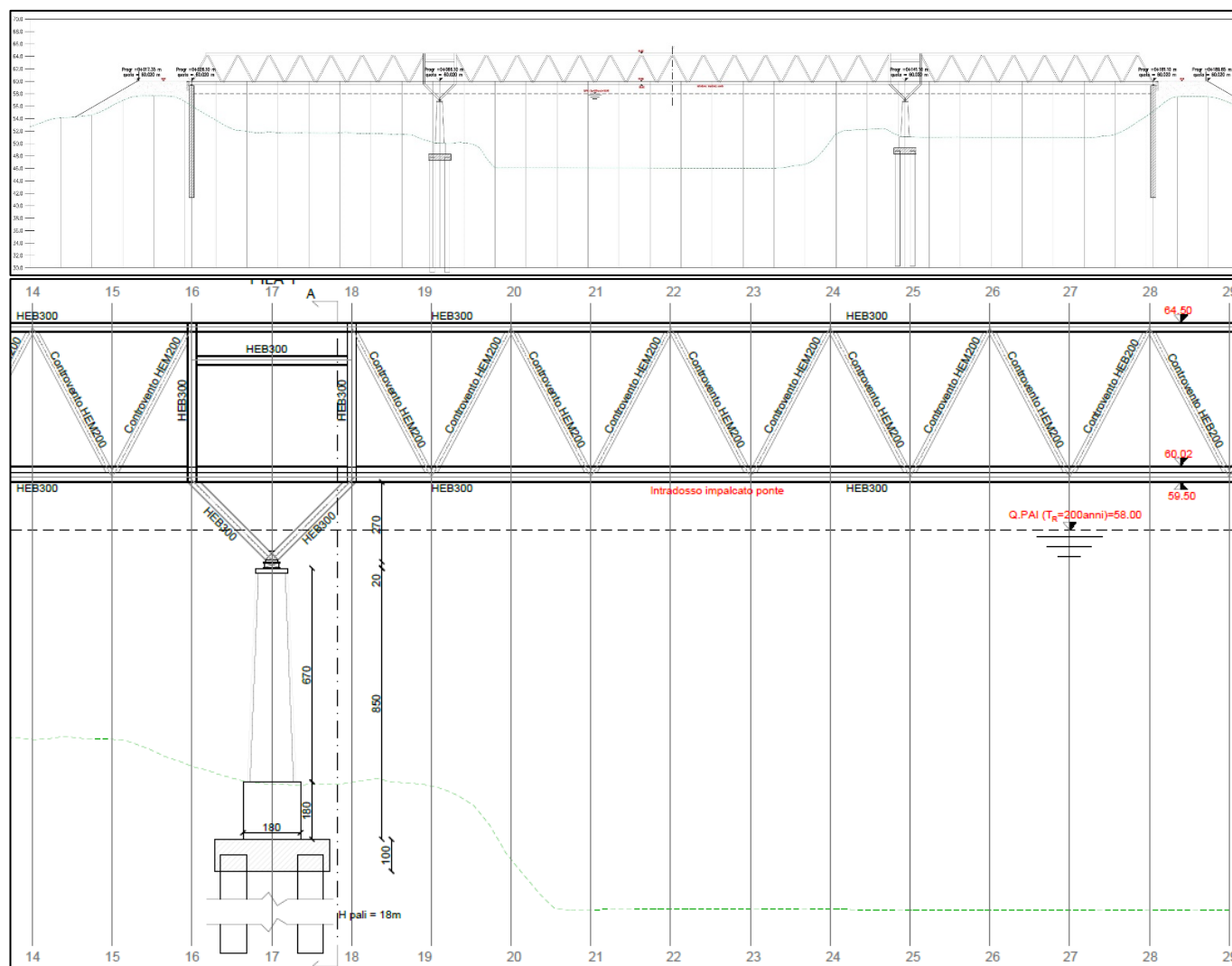
42. Estratto Allegato 3 piena SIMPO



43. Estratto cartografia PAI

Dall'analisi della documentazione sopra citata, unitamente al rilievo topografico dei luoghi e del progetto strutturale dell'opera, si definiscono le seguenti quote di significative per la sezione in oggetto:

- Quota argini ante-operam:  $S_x = 57,50$  m s.l.m. /  $D_x = 57,66$  m s.l.m.
- Quota piena SIMPO (franco<0,3):  $Q_{SIMPO} = 57,40$  m s.l.m.
- Quota piena PAI ( $Tr=200$ ):  $Q_{PAI} = 58,00$  m s.l.m.



44. Estratto progetto strutturale ponte 1L

La quota scelta per impostare l'intradosso inferiore dell'impalcato del ponte è pari a  $Q_{intra} = 59,50$  m s.l.m., garantendo così un franco minimo di sicurezza pari a 1,50 m rispetto alla quota di piena più gravosa ( $Q_{PAI}$ ) in accordo al § 5.1.2.3 delle N.T.C.2018; inoltre, considerate le dinamiche di piena del tratto di Lambro analizzato, precedentemente esposte, non si prevede possibilità di trasporto solido superficiale di dimensioni tali da provocare ostruzioni in rapporto al franco di sicurezza minimo applicato.

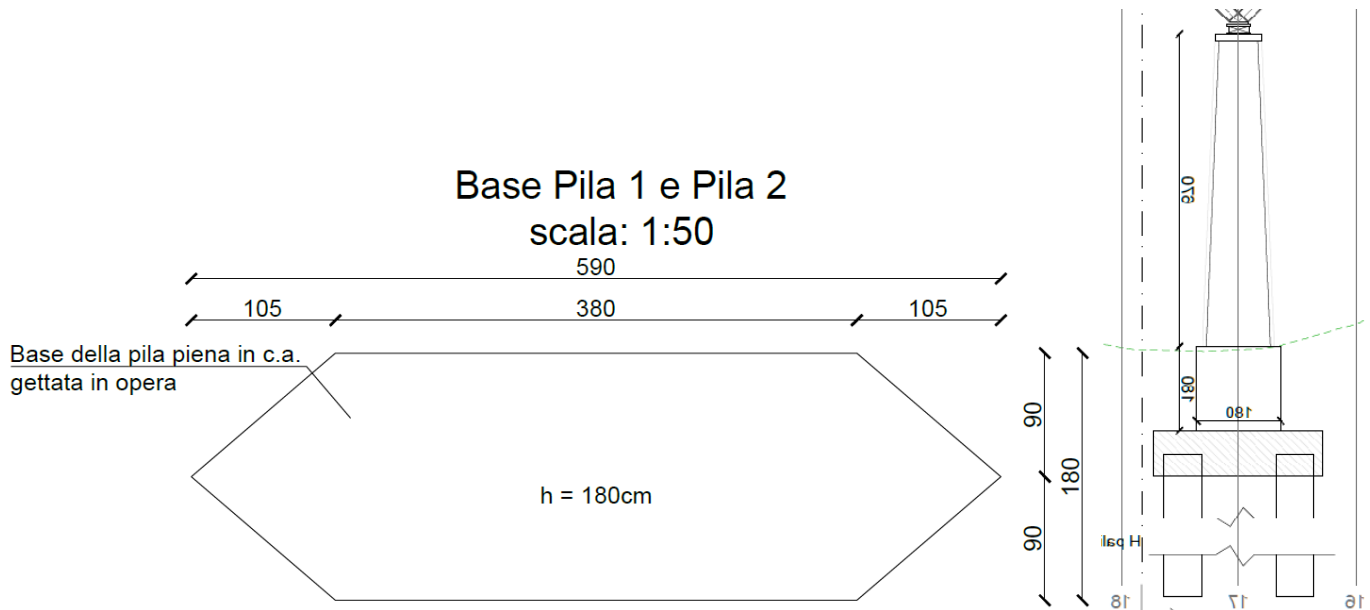
#### 4.1.5.1. Considerazioni sul rialzo idraulico indotto dalle pile

Il progetto prevede la formazione di due pile di sostegno all'impalcato principale posizionate sulle aree golenali del Lambro, quindi al di fuori dell'alveo inciso/attivo del fiume, così da evitare interferenze significative con la maggior parte dei regimi idraulici instaurabili nella sezione.

Inoltre, considerate le dinamiche di piena del tratto di Lambro analizzato, l'occupazione delle aree golenali da parte della corrente avviene normalmente a seguito di rigurgito da parte del Fiume Po e quindi con velocità di deflusso prossime allo zero o comunque estremamente limitate; tale caratteristica implica un rialzo idraulico indotto sull'onda di piena pari a zero per le pile in progetto.

#### 4.1.5.2. Considerazioni sugli effetti erosivi in corrispondenza delle pile

Le considerazioni sopra esposte relativamente al rialzo idraulico in funzione delle dinamiche di piena, sono applicabili anche per la valutazione degli effetti erosivi indotti al piede delle pile, rendendo di fatto superflua un'effettiva stima del possibile scavo. Il campo della velocità relativa alla corrente indisturbata condiziona fortemente la dinamica di erosione, prevedendo l'azzeramento dello scavo nel caso in cui la velocità della corrente indisturbata sia meno della metà della velocità critica a cui si ipotizza abbiano luogo l'inizio dei fenomeni erosivi.



Nel seguito si proverà comunque a stimare una possibile profondità di scavo al piede delle pile in progetto, prendendo come riferimento sia la dinamica di formazione della piena ( $V_0 \approx 0$ ) sia quella di ritiro della stessa, con instaurazione, per un limitato numero di ore, di velocità significativamente superiori ( $V_0 \approx 0,5$  m/s).

Per il calcolo dello scavo si ricorre all'utilizzo di formule di tipo empirico, vista la complessità che caratterizza lo studio analitico del problema; la formula sperimentale adottata usualmente per il calcolo dello scavo, può essere scritta nella seguente forma:

$$\frac{d_s}{s} = f_1\left(\frac{v_0}{v_{cr}}\right) \left[ 2 \tanh\left(\frac{y_0}{s}\right) \right] f_2(forma) f_3\left(\alpha, \frac{l}{s}\right)$$

Dove:

- $d_s$  = profondità dello scavo misurata a partire dal fondo dell'alveo in condizioni indisturbate;
- $s$  = larghezza della pila [1,80 m];
- $l$  = lunghezza della pila [5,90 m];
- $V_0$  = velocità media della corrente indisturbata [0,001 m/s / 0,5 m/s];
- $V_{cr}$  = velocità critica di trascinamento, ovvero la velocità a cui inizia l'erosione dei sedimenti scelti come rappresentativi del fondo ( $d_{50}$ );
- $d_{50}$  = dimensione del materiale scelto come rappresentativo del fondo [stimato 0,02 m];
- $\alpha$  = angolo che la corrente indisturbata forma con l'asse della pila (angolo d'attacco) [0°];
- $y_0$  = profondità della corrente indisturbata [7,8 m];

La stima della velocità critica  $V_{cr}$  è deducibile dall'equazione del trasporto solido come segue:

$$v_{cr} = 0.85 \sqrt{2gd_{50} \frac{(\gamma_s - \gamma)}{\gamma}} \quad \text{con } \gamma_s = 26 \text{ kN/m}^3 \text{ e } \gamma = 9,81 \text{ kN/m}^3 \rightarrow V_{cr} = 0,684 \text{ m/s}$$

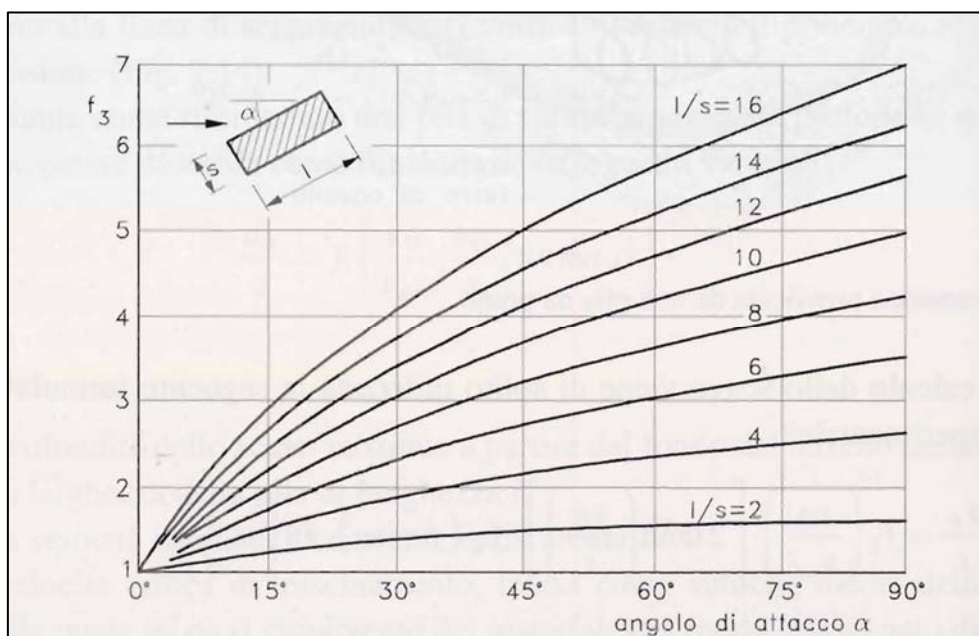
La funzione  $f_1$  viene determinata come:

$$\begin{aligned} f_1\left(\frac{v_0}{v_{cr}}\right) &= 0 && \text{per } \frac{v_0}{v_{cr}} \leq 0.5 \\ f_1\left(\frac{v_0}{v_{cr}}\right) &= 2 \frac{v_0}{v_{cr}} - 1 && \text{per } 0.5 < \frac{v_0}{v_{cr}} \leq 1.0 \\ f_1\left(\frac{v_0}{v_{cr}}\right) &= 1 && \text{per } \frac{v_0}{v_{cr}} > 1 \end{aligned}$$

La funzione  $f_2$  assume i valori più piccoli per le forme delle pile che creano turbolenze inferiori alla corrente:

$$\begin{aligned} f_2(forma) &= 1.00 \text{ per pile circolari o con rostri arrotondati} \\ f_2(forma) &= 0.75 \text{ per pile sagomate in modo da accompagnare la corrente} \\ f_2(forma) &= 1.30 \text{ per pile rettangolari} \end{aligned}$$

La funzione  $f_3$  è determinabile tramite l'utilizzo del seguente grafico ed è influenzata in misura maggiore dal rapporto lunghezza-larghezza ( $l/s = 5,9/1,8 = 3,3$ ) della pila. Il valore dell'angolo d'attacco  $\alpha$  della corrente è invece meno rilevante ai fini del calcolo dello scavo, come si deduce anche dall'inclinazione poco marcata delle curve anche per valori molto elevati di  $\alpha$ .



45. Andamento della funzione  $f_3$  al variare di  $\alpha$  e  $l/s$

La formula sperimentale appena presentata permette di stimare lo scavo attorno ad una pila in alveo, ipotizzando che esso non interferisca con gli scavi su altre pile o sulle spalle del ponte, così come il caso specifico preso in esame (interasse minimo pila/spalla = 40 m). Applicando i due scenari di piena previsti, si ottengono quindi i seguenti risultati:

➤ *Scenario di formazione della piena ( $V_0 = 0,001$  m/s)*

In tale scenario si ottiene l'azzeramento della funzione  $f_1$  della formula in quanto il rapporto  $V_0/V_{cr} \ll 0,5$  e pertanto si azzererà l'intera formula con il risultato di un'escavazione  $d_s = 0,00$  m.

➤ *Scenario di ritiro della piena ( $V_0 = 0,5$  m/s)*

In tale scenario non si ottiene più l'azzeramento della funzione  $f_1$  in quanto il rapporto  $V_0/V_{cr} = 0,731$ ; pertanto si deve applicare la formula:  $[2 \cdot (V_0/V_{cr}) - 1] = 0,462$ .

La funzione  $f_2$  relativa alla forma viene posta pari a 0,75 in considerazione della geometria delle pile.

La funzione  $f_3$  è stimata dal grafico ponendo angolo d'attacco  $\alpha = 0$  e  $l/s = 3,3$  risultando così pari a 1.

Sviluppando la formula generale inserendo tutti i fattori necessari, risulta una profondità massima di scavo al piede delle pile pari a:

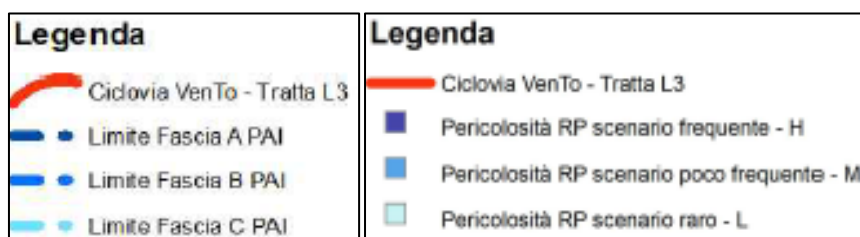
$$d_s = \{0,462 \cdot [2 \cdot \tanh(7,8 / 1,8)] \cdot 0,75 \cdot 1\} \cdot 1,8 = 1,25 \text{ m}$$

Considerata l'altezza interrata della pila in progetto, prima dell'estradosso superiore del plinto, prevista pari a 1,80 m, si può affermare che un ipotetico effetto erosivo instaurabile in uno specifico scenario di transitorio idraulico non possa in alcun modo coinvolgere le fondazioni dell'opera e pertanto indurre effetti di scalzamento di alcun genere.

## 4.2. Piano Gestione Rischio Alluvione (PGRA) e Assetto Idrogeologico (PAI)

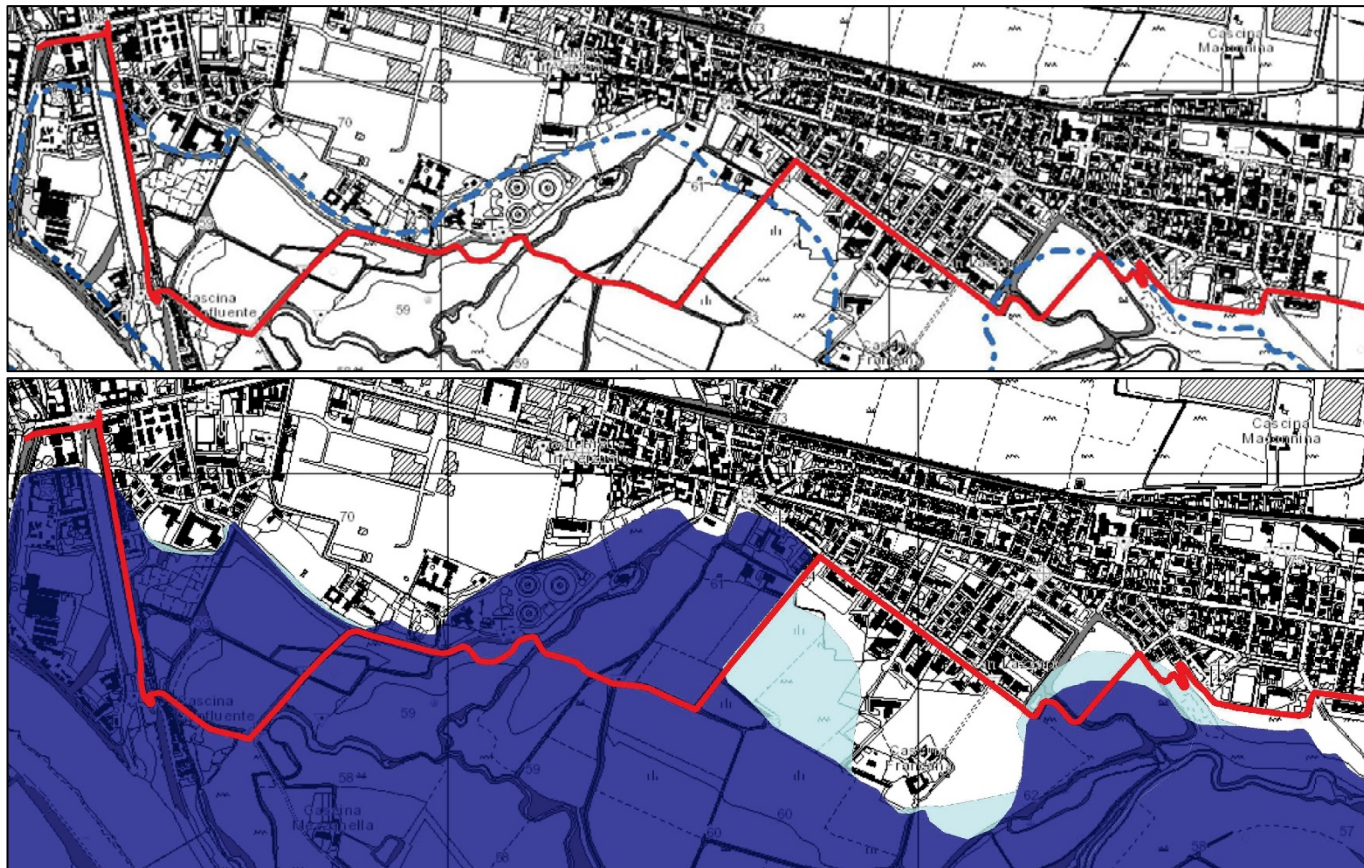
Per quanto riguarda la classificazione idrologica-idraulica delle aree interessate dalla Ciclovia, trovandosi questa a ridosso del fiume Po risulta interferente sia con le fasce fluviali definite nel Piano per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI), sia con aree categorizzate all'interno di scenari di pericolosità dal Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA); in linea generale, essendo gli interventi principalmente posti sulla sommità dell'argine maestro del Fiume Po o in adiacenza alle aree golenali, tendono a ricadere nell'interfaccia naturale tra le due classi di pericolosità del PGRA.

Nel seguito verranno riportati gli estratti di sovrapposizione del percorso della Ciclovia alla cartografia del PGRA e del PAI così da ottenere una classificazione grafica generale della pericolosità idraulica del tracciato scelto; le legende di riferimento sono le seguenti:



46. Legenda PAI e PGRA per lettura estratti grafici seguenti

La subtratta A inizia ricadente in Fascia A\_PAI per poi risalire sulla Fascia B\_PAI fino al raggiungimento di Via Francana dove risulta esterno alle fasce fluviali; rientra in Fascia B\_PAI per la porzione in corrispondenza del dislivello di Via Fondrini; a livello di PGRA la subtratta A ricade per buona parte in classe di pericolosità P3 (frequente).



47. Estratto PAI (sopra) e PGRA (sotto) – Tratta L3 subtratta A

La subtratta B risulta quasi interamente esterna a fasce fluviali PAI e scenari di pericolosità del PGRA, fatto salvo per una breve tratta appena prima della fraz. Ospedaletto di Linarolo (PV), la quale ricade in Fascia B\_PAI e classe di pericolosità P3 (frequente).



48. Estratto PAI (sinistra) e PGRA (destra) – Tratta L3 subtratta B

Anche la subtratta C è quasi interamente esterna a fasce fluviali PAI e scenari di pericolosità del PGRA, fino al superamento della fraz. Santa Margherita di Belgioioso (PV) ove il percorso ricade in Fascia B\_PAI e classe di pericolosità P3 (frequente); tale porzione di Ciclovia, interessata sia dalla formazione di un

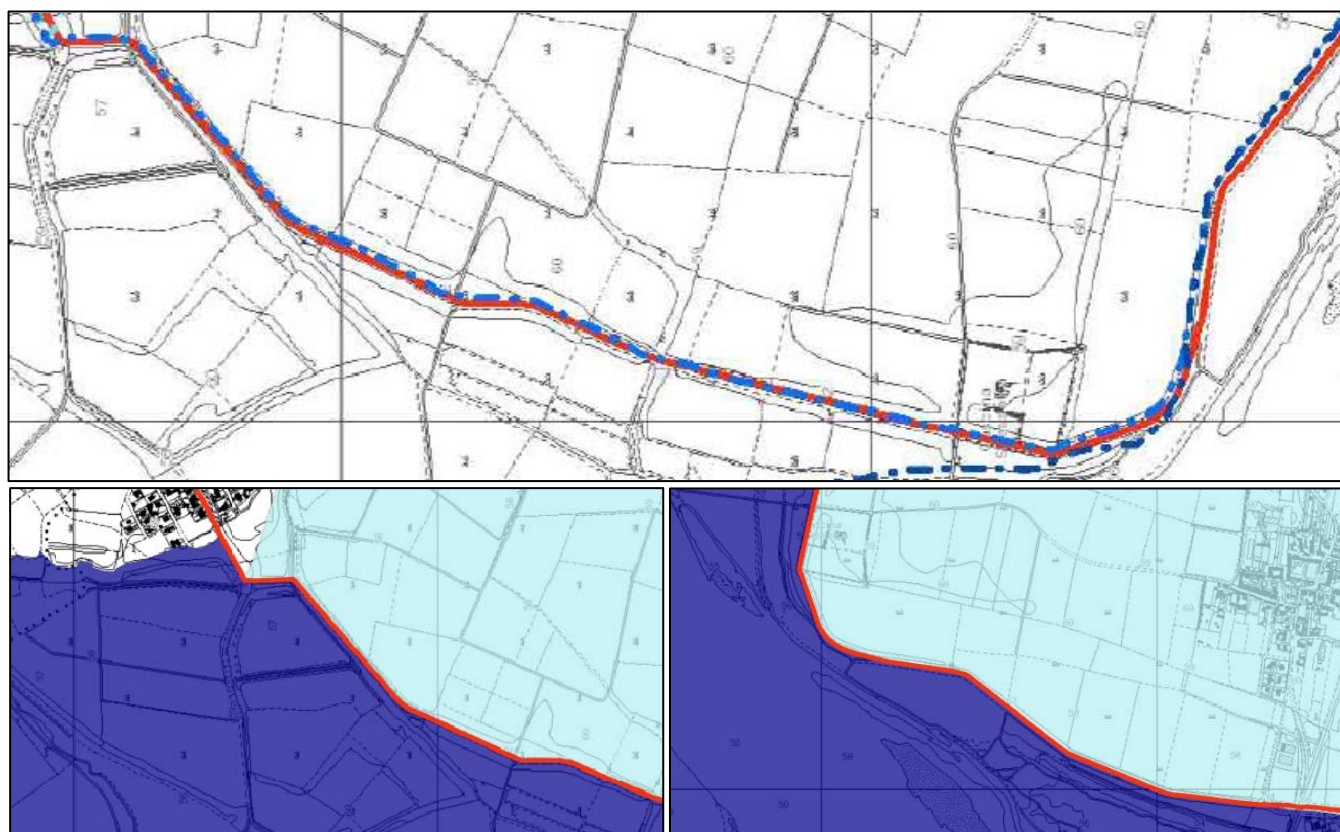
nuovo attraversamento (opera 1C) che dalla realizzazione della ciclopedonale in sede propria, entrambi ricadenti in scenario P3 (frequente), risulta essere quella maggiormente “critica” dal punto di vista delle aree esondabili del PGRA.



49. Estratto PAI (sinistra) e PGRA (destra) – Tratta L3 subtratta C

La subtratta D risulta totalmente esterna alle fasce fluviali PAI o a scenari di pericolosità PGRA, seppur parzialmente transitante al limite di tali aree vincolate idraulicamente.

La subtratta E, superata la fraz. Sostegno di Spessa (PV), ricade per la prima parte in Fascia B\_PA I e per la seconda parte in Fascia A\_PA I, in quanto si trova localizzata in sommità arginale, in corrispondenza dell’interfaccia tra le due fasce fluviali; dal punto di vista del PGRA, considerata la localizzazione della tratta in sommità arginale, la Ciclovia ricade tra la classe di pericolosità P3 (frequente) e la classe di pericolosità P1 (rara).



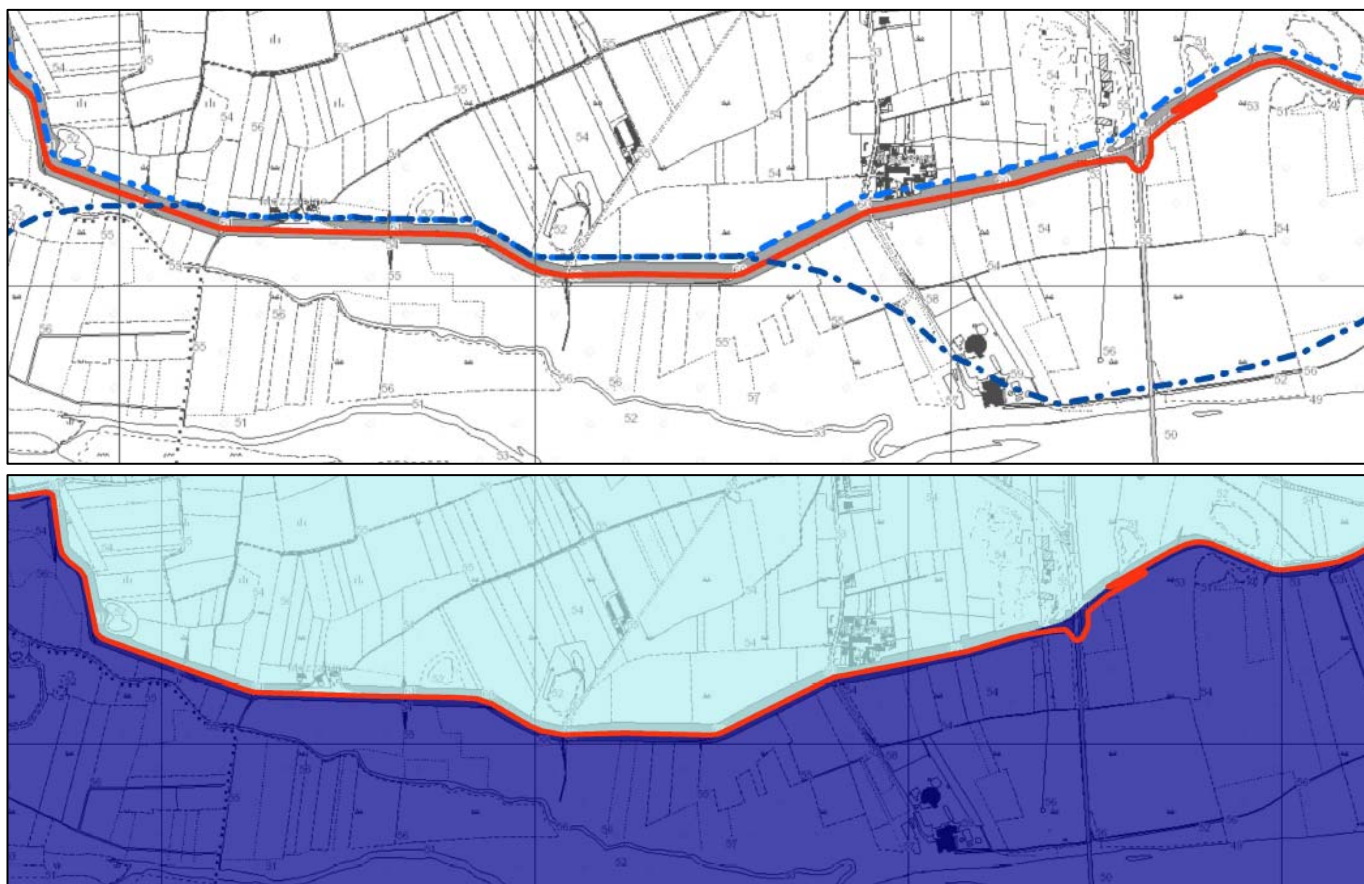
50. Estratto PAI (sopra) e PGRA (sotto) – Tratta L3 subtratta E

La subtratta F prosegue all'interno della Fascia A\_PAI, fino all'attraversamento dello Scolmatore di San Zenone al Po da dove passa in Fascia B\_PAI fino alla fine subtratta, pur mantenendosi sempre in sommità arginale del Fiume Po; anche dal punto di vista del PGRA la Ciclovía ricade inizialmente in piena classe di pericolosità P3 (frequente), per poi mantenersi all'interfaccia tra la classe di pericolosità P3 (frequente) e la classe di pericolosità P1 (rara).



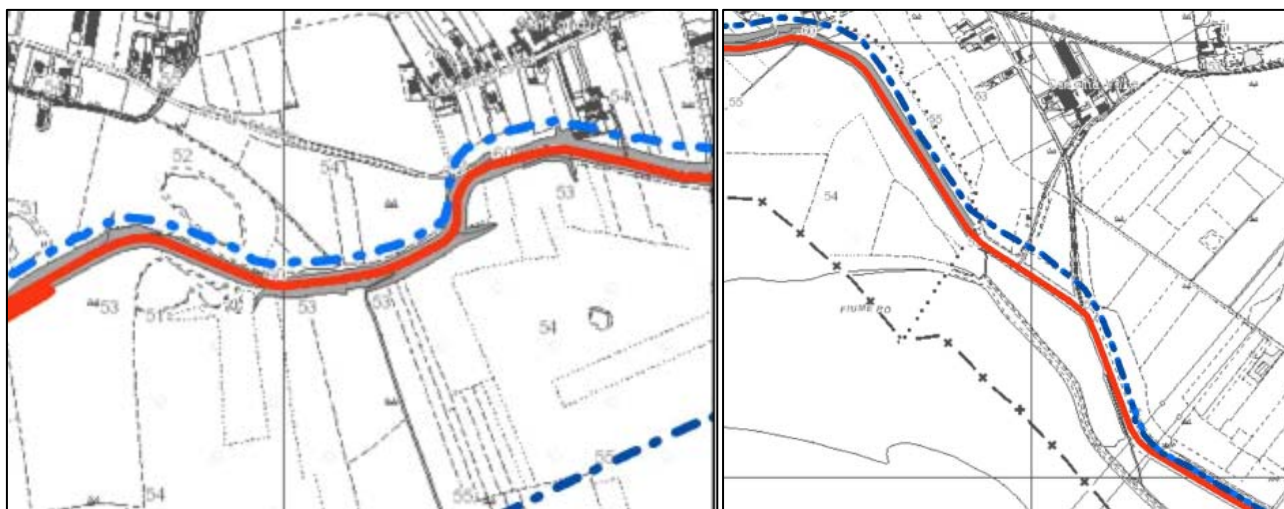
51. Estratto PAI (sopra) e PGRA (sotto) – Tratta L3 subtratta F

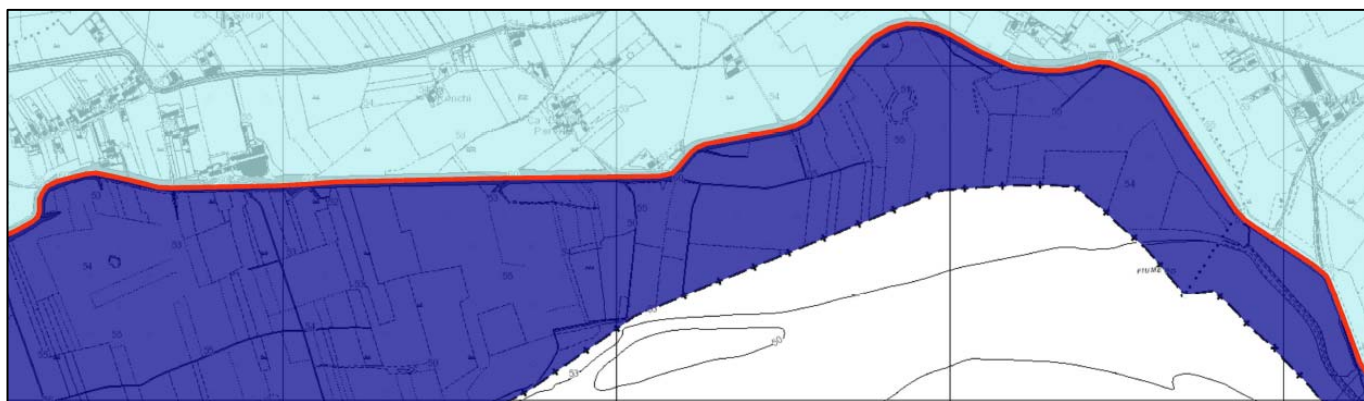
La subtratta G parte e finisce nella Fascia B\_PAI, passando però in un tratto centrale in cui le Fasce A e B vanno a coincidere con la sommità arginale percorsa dalla Ciclovía e quindi da ritenersi in Fascia A\_PAI. Con riferimento al PGRA la subtratta è invece interamente ubicata all'interfaccia tra la classe di pericolosità P3 (frequente) e la classe di pericolosità P1 (rara), in quanto su argine di Po, con una singola eccezione all'incrocio con la S.P.412 ove, al fine di permettere l'attraversamento in sicurezza, si prevede di scendere dal rilevato mediante una pista ciclopeditonale in allargamento al rilevato arginale esistente, per poi proseguire superando la S.P.412 al di sotto del viadotto esistente, pertanto in piena classe di pericolosità P3 (frequente) e con quote altimetriche sicuramente interessate da un eventuale esondazione; questa interferenza è valutata tra le maggiori criticità idrauliche del progetto.



**52. Estratto PAI (sopra) e PGRA (sotto) – Tratta L3 subtratta G**

La subtratta H, pur rimanendo totalmente sul rilevato arginale e quindi al di sopra di quote esondabili, parte all'interno della Fascia B\_PA I per poi percorrere la sua porzione finale dove le Fasce A e B vanno a coincidere con la sommità arginale stessa e quindi da ritenersi in Fascia A\_PA I; a livello di PGRA è invece omogeneamente ubicata per intero all'interfaccia tra la classe di pericolosità P3 (frequente) e la classe di pericolosità P1 (rara).





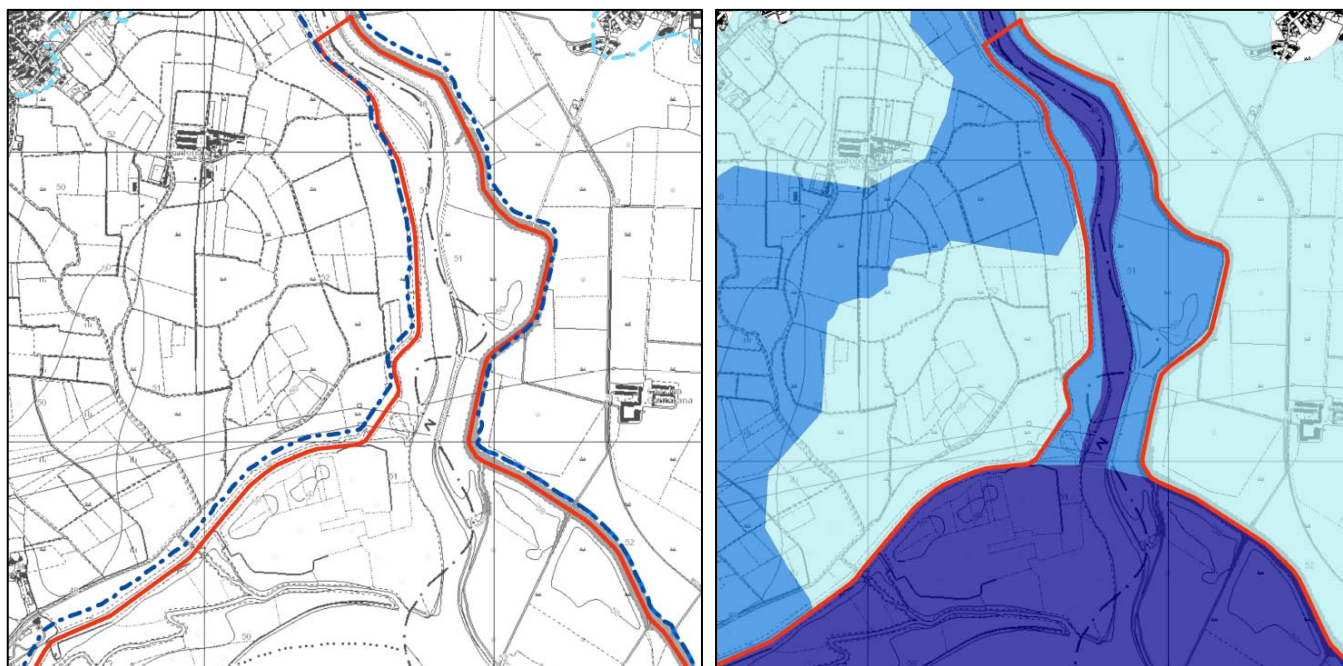
**53. Estratto PAI (sopra) e PGRA (sotto) – Tratta L3 subtratta H**

La subtratta I si sviluppa per la sua interezza su rilevato arginale di PO, all'interno della Fascia A\_PA I seppur a quote non interessabili dall'esondazione; a livello di PGRA è anch'essa omogeneamente ubicata all'interfaccia tra la classe di pericolosità P3 (frequente) e la classe di pericolosità P1 (rara).



**54. Estratto PAI (sopra) e PGRA (sotto) – Tratta L3 subtratta I**

La subtratta L, sviluppata in sommità arginale, ricade in Fascia A\_PA I comprensiva, ovviamente, della nuova opera d'arte 1L (ponte Fiume Lambro) la quale rispetta il franco di sicurezza imposto dalla verifica di compatibilità idraulica; per quanto riguarda la pericolosità ai sensi del PGRA, si osserva come ricada in classe P3 (frequente) per le porzioni su argine di Fiume Po, per passare a classe pericolosità P2 (poco frequente) in corrispondenza degli argini di Fiume Lambro.



55. Estratto PAI (sinistra) e PGRA (destra) – Tratta L3 subtratta L

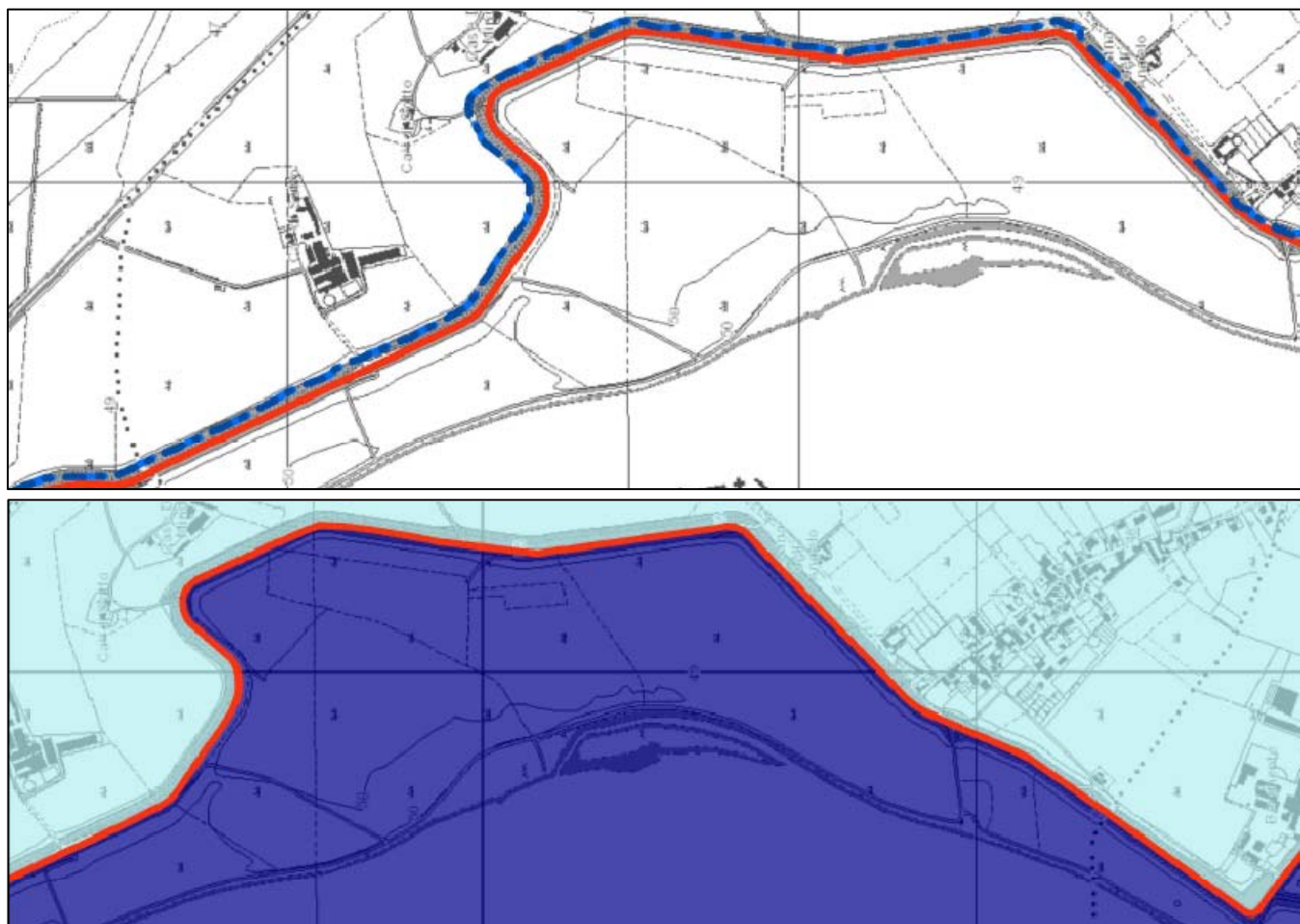
La subtratta M, interamente su sommità arginale, prosegue, nella sua porzione iniziale, in Fascia A\_PAI per poi passare in Fascia B\_PAI nel tratto prospiciente la fraz. Guzzafame di Senna Lodigiana (LO); a livello di PGRA è categorizzata nell'interfaccia tra la classe di pericolosità P3 (frequente) e la classe di pericolosità P1 (rara).





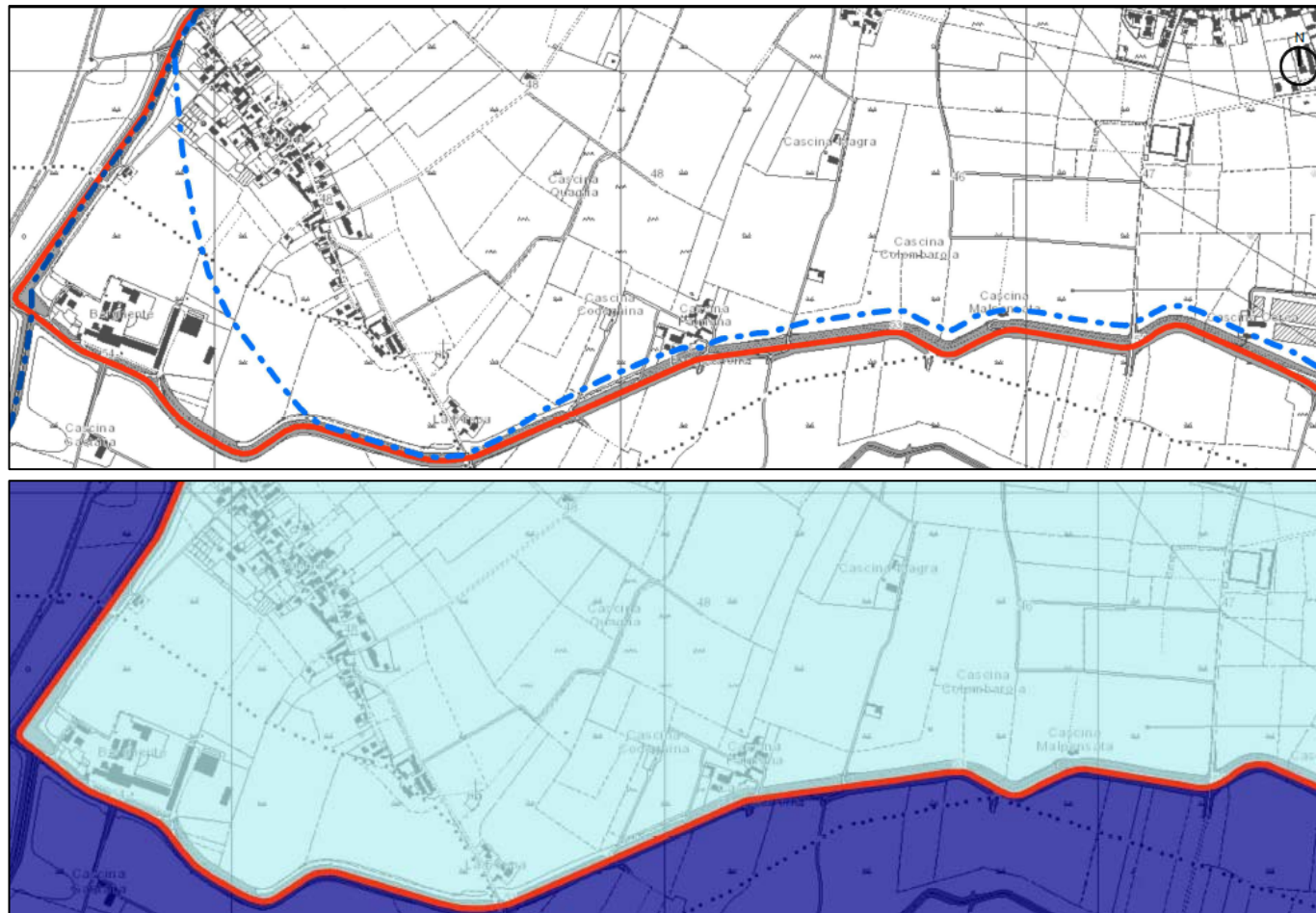
56. Estratto PAI (sopra) e PGRA (sotto) – Tratta L3 subtratta M

Anche la subtratta N transita interamente sulla sommità arginale di Fiume Po, in una porzione dove le Fasce A e B vanno a coincidere con la sommità arginale stessa, pertanto da ritenersi in Fascia A\_PA; a livello di PGRA è categorizzata nell'interfaccia tra la classe di pericolosità P3 (frequente) e la classe di pericolosità P1 (rara).



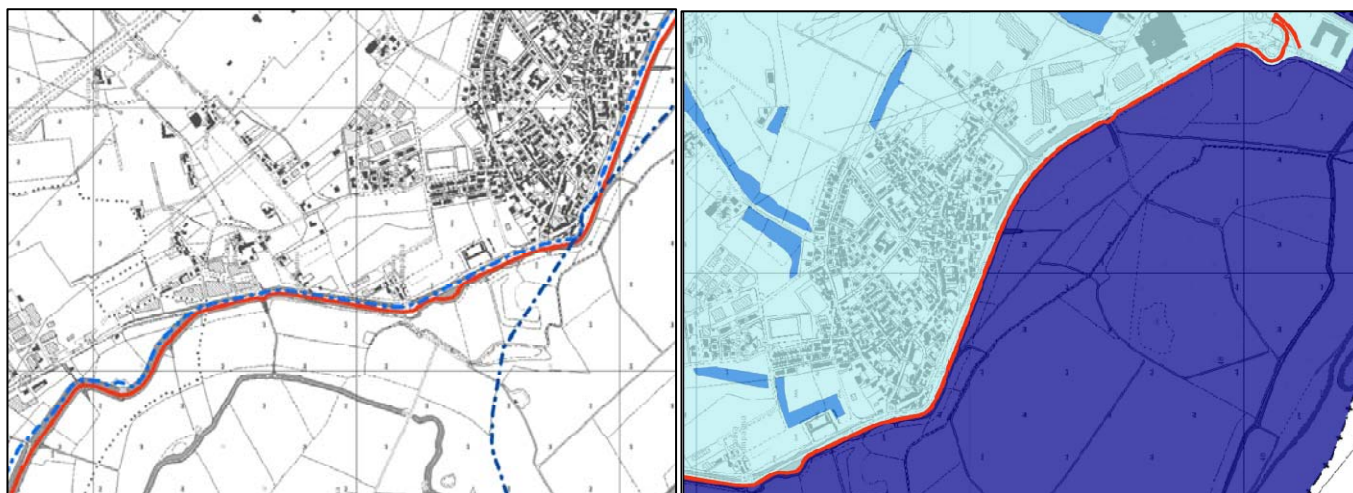
57. Estratto PAI (sopra) e PGRA (sotto) – Tratta L3 subtratta N

La subtratta O ricade in Fascia A\_PAI fino al raggiungimento della C.na Berghente di Guardamiglio (LO) da passa in Fascia B\_PAI fino a fine subtratta nei pressi dell'abitato di Guardamiglio (LO); a livello di PGRA essendo sempre localizzati in sommità arginale, si ricade nell'interfaccia tra la classe di pericolosità P3 (frequente) e la classe di pericolosità P1 (rara).



58. Estratto PAI (sopra) e PGRA (sotto) – Tratta L3 subtratta O

La subtratta P, terminale della tratta L3 fino al raggiungimento del Comune di Piacenza (PC), ricade in Fascia B\_PAI a meno di una limitata porzione in corrispondenza dell'abitato di San Rocco al Porto (LO) ove transita per la Fascia A\_PAI, pur mantenendosi a quote non interessabili da fenomeni esondativi; difatti a livello di PGRA la subtratta è interamente ricadente nell'interfaccia tra la classe di pericolosità P3 (frequente) e la classe di pericolosità P1 (rara).



59. Estratto PAI (sinistra) e PGRA (destra) – Tratta L3 subtratta P

La subtratta Q, consistente in una variante di tracciato aggiunta successivamente allo studio di FTE dell'intervento e ubicata prima della subtratta A nel Comune di Pavia (PV), risulta completamente esterna sia alle Fasce fluviali del PAI che da scenari di pericolosità del PGRA.

Nelle tavole allegate si riporta la sovrapposizione tra il tracciato della Ciclovia e la cartografia relativa alle fasce fluviali definite nel Piano per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI) e agli scenari di pericolosità dal Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA).

#### 4.3. Interventi di progetto sugli argini

In questo paragrafo, si andranno a caratterizzare le tipologie di interventi sugli argini in funzione della già citata criticità al sormonto estratta da *“Analisi di fattibilità tecnico ed economica per il miglioramento delle condizioni di sicurezza rispetto al sormonto degli argini maestri del fiume Po”* di Ottobre 2017, e in particolare da *“Allegato 3, ovvero la sintesi delle criticità arginali per sormonto rispetto alla piena SIMPO, tratto Ticino-Mare”*.

La scelta di considerare il solo profilo della piena SIMPO e non quella della piena PAI (più gravosa nel tratto in esame), deriva dalle considerazioni riportate nella *Relazione Illustrativa* dell'analisi FTE, ovvero:

*“Con la Direttiva “Linee guida per l'esecuzione degli interventi di adeguamento delle arginature di Po sia in corso di esecuzione che di progettazione” (12 agosto 1998)” il Magistrato per il Po ha disposto che per il completamento degli adeguamenti in quota delle arginature resosi necessario dopo la piena del 1994 molto gravosa per l'intera asta fluviale, si continuasse ad utilizzare il profilo SIMPO82, verificando, in corrispondenza dei centri abitati, la possibilità di conseguire anche un franco minimo di 50 cm rispetto al profilo PAI. La Direttiva è il frutto di un ampio dibattito tecnico – scientifico, avviato in seguito alla piena del 1994. Al verificarsi infatti di tale evento alluvionale, il Magistrato per il Po aveva già da tempo iniziato i lavori di rialzo per l'adeguamento al profilo SIMPO.*

*Si pose allora il problema se i lavori dovessero proseguire così come erano stati già in gran parte realizzati per adeguare gli argini al profilo SIMPO o dovessero essere riavviati sulla base del nuovo profilo PAI. Dopo ampio dibattito tecnico e concrete valutazioni dei costi e benefici, condivisa si convenne che era*

*opportuno proseguire tenendo a riferimento il profilo SIMPO, nel rispetto dei principi di omogeneità e coerenza monte e valle.”*

Inoltre, nel capitolo “*Stima economica del fabbisogno per l’adeguamento dei tratti in criticità media ed elevata*” della stessa *Relazione Illustrativa*, si riporta che:

*“Gli interventi consistono nell’adeguamento in quota, secondo le usuali sezioni costruttive, degli argini maestri del Po nei tratti dove il franco sul profilo SIMPO non risulta adeguato per criticità elevata e media (franchi inferiori a 0,70 m). Le situazioni di criticità bassa (franco fra 0,70 m e 1 m) non sono state prese in considerazione in quanto gestibili in corso di evento con provvedimenti di protezione civile e/o oggetto di possibili interventi locali di ricarica della sommità arginali.”*

Il presente progetto prevede, nelle sommità arginali, le seguenti tipologie d’intervento in relazione alle finiture stradali di progetto, senza tenere in considerazione locali e limitate riprofilature dei bordi delle pavimentazioni:

- A. Scarifica di 3/5 cm e riasfaltatura con tappetino d’usura o posa di geomembrana elastomerica;
- B. Scarifica di 5 cm + scavo di 40 cm e seguente posa di misto cementato e binder o depolverizzato a tre strati;

Nelle tavole allegate si riporta la sovrapposizione tra il tracciato della Ciclovia e il livello di criticità rispetto al franco idraulico secondo la piena SIMPO; nella tabella a pagina successiva si riporta lo sviluppo dei vari interventi per criticità da sormonto.

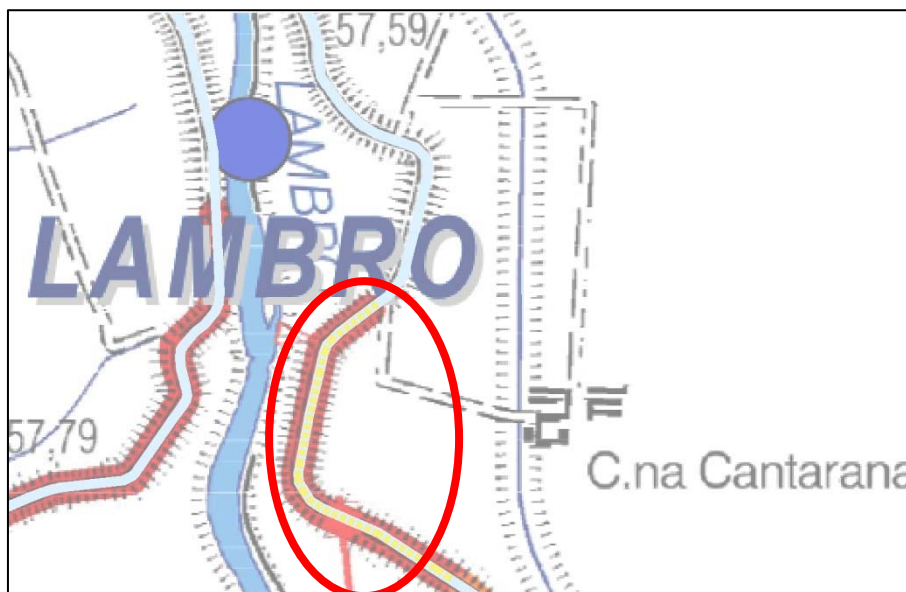
Non vengono riportati alcuni tratti di tracciato in corrispondenza degli argini del Fiume Lambro non avendo a disposizione dati sulla criticità rispetto al franco idraulico; vengono ovviamente esclusi anche i tratti che non insistono sulla sommità arginale.

Gli interventi previsti sugli argini hanno uno sviluppo totale di circa 34’868 m, da cui sono stati esclusi, come detto sopra, 2’292 m di interventi sugli argini del Fiume Lambro.

<b>Criticità rispetto al franco secondo la piena SIMPO</b>	<b>NULLA</b> franco > 1,00 m	<b>BASSA</b> 0,71 < franco < 1,00	<b>MEDIA</b> 0,31 < franco < 0,71	<b>ALTA</b> franco < 0,31 m
<b>Intervento tipo A</b> [sviluppo lineare in metri]	8’886	9’349	3’149	11’755
<b>Intervento tipo B</b> [sviluppo lineare in metri]	0	0	896	833
<b>Nessun intervento</b> [sviluppo lineare in metri]	5’796	3’101	3’355	295

La maggior parte degli interventi previsti, 18’235 m su circa 34’868 m totali, ricadono in tratti di argine con criticità nulla o bassa, dove la relazione de “*Analisi di fattibilità tecnico ed economica per il miglioramento delle condizioni di sicurezza rispetto al sormonto degli argini maestri del fiume Po*” non prevede interventi di adeguamento di quote; i restanti 16’633 m sono suscettibili di eventuali interventi di adeguamento, ma che, allo stato attuale, non risultano in corso di progettazione.

Il punto più critico analizzato risulta essere quello in località C.na Cantarana nel Comune di Orio Litta (LO), dove vanno a sovrapporsi l'intervento di tipo B con uno scavo potenziale di 45 cm e la criticità alta con franco compreso inferiore a 30 cm, per una lunghezza di circa 833 m lineari.



**60. Estratto piena SIMPO con indicazione del tratto critico per il progetto – intervento tipo B e criticità Alta**

In tale sezione, dai rilievi AIPO (che fanno riferimento per il calcolo del franco) risulta un valore di quota della sommità arginale pari a 57,59 m s.l.m., circa 20 cm sotto la quota di piena SIMPO.

La posa del cassonetto in misto cementato previsto per l'intervento tipo B, con profondità di circa 40 cm, risulterebbe pertanto potenzialmente interferente con la linea piezometrica (o di imbibizione) della piena; sebbene l'intervento consista nella formazione di un cassonetto stradale, opera ininfluyente dal punto di vista idraulico, si valuta più delicato l'aspetto costruttivo-strutturale del nuovo cassonetto che diverrà parte "efficace" del rilevato arginali in oggetto.

