



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU

## Progetto

### **PNRR - M2C2 I 4.1.1 - Ciclovie turistiche**

**"CICLOVIA TURISTICA NAZIONALE DEL SOLE" VERONA-FIRENZE**

**TRONCO 2: PISTOIA - CAMPI BISENZIO**

**GE - ELABORATI GENERALI ANALITICO DESCRITTIVI**

**CUP: C31B22001650004**

## Oggetto

### **Relazione idrologica idraulica**

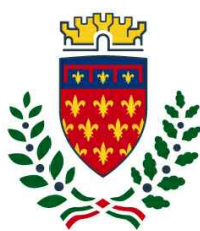
## Fase

### **Progetto Definitivo linea tecnica**

Servizio **Servizio Mobilità e Infrastrutture**

Dirigente del servizio **Arch. Riccardo Pallini**

Responsabile Unico del Procedimento **Geom. Gerarda Del Reno**



Elaborato: SOLE2\_21-35\_D\_GE\_1.2\_C

Scala: ---

Spazio riservato agli uffici:



COMUNE DI PRATO

TRONCO 2:  
PISTOIA - CAMPI BISENZIO (FI)

CIG 87000135D8 - CUP C31B21000190009  
Responsabile Unico del Procedimento : Geom Gerarda Del Reno



Ciclovia  
del Sole

Verona • Bologna • Firenze

ELABORATI GENERALI ANALITICO DESCRITTIVI  
ANALITICO DESCRITTIVI

OGGETTO:

Relazione idrologica e idraulica



MATE Soc. Coop.va  
C.F./p.IVA 03419611201  
pec mateng@legalmail.it  
mateng@mateng.it

Via S.Felice 21  
40122 Bologna (BO)  
T +39 051 29 12 911



Parcianello & Partners  
Engineering s.r.l.  
C.F./p.IVA 01041760255  
studio@pec.studioparcianello.com  
tecnico@studioparcianello.com

Via G. Matteotti,30/d  
32016 Alpago-Farra ( BL)  
T +39 0437 46100



Coopprogetti Soc. Coop.  
C.F./p.IVA 00424850543  
pec coopprogetti@pec.it  
staff@coopprogetti.it

Via della Piaggiola 152  
06024 Gubbio (PG)  
T +39 075 92 3011



NetMobility s.r.l.  
C.F./p.IVA 03184140238  
pec: netmobility@pec.it  
netmobility@netmobility.it

Via G. Morgagni 24  
37135 Verona (VR)  
T +39 045 82 50 176



D.R.E.A.M. Società Coop.  
C.F./p.IVA 00295260517  
certar@pec.dream-italia.it  
segreteria-pt@dream-italia.it

Via Garibaldi, 3  
52012 Pratovecchio-Stia (AR)  
T +39 0575 529514  
T +39 0573 365967

Responsabile dell'integrazione prestazioni  
specialistiche  
Ing. Lino Pollastri  
**Progettisti:**

Arch. Lio Parcianello  
Arch. Renato Da Re  
Arch. Gianluca Parcianello  
Arch. Giulia Della Giustina  
Geom.Enzo Parcianello  
P.Ind. Simone Cesa  
Arch. Federico Segat  
Arch. Cristina Baratto  
Dis. Romano Sommacal  
Arch. Gianvito Alba  
Arch. Irene Poggi  
Arch. Enrico Costa  
Ing. Francesco Seneci  
Ing. Chiara Chiostrini  
Dott. For. Lorenzo Mini  
Ing. Alessandro Sanna

**Progettista strutturale:**

Ing. Simone Galardini

**Geologo:**

Dott. Geol. Andrea Bizzarri

SOLE 21-0035 D GE 1.2

cod. commessa

num. elaborato

DATA:

Febbraio 2023

SCALA:

REVISIONE:

C

REDATTO: D.R.E.Am. Italia Soc. Coop.

APPROVATO: Ing. Chiara Chiostrini

VERIFICATO: Ing. Lino Pollastri

**RELAZIONE IDRAULICA**

---

<b>00</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>01</b>	<b>PARTE PRIMA</b>	<b>2</b>
<b>01.1</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI GENERALI</b>	<b>2</b>
01.1.1	NTC 2018	2
01.1.2	AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE	3
01.1.3	REGOLAMENTO 30 GENNAIO 2020 N. 5/R	6
01.1.4	LEGGE REGIONALE 41/2018	7
<b>02</b>	<b>PARTE SECONDA</b>	<b>9</b>
<b>02.1</b>	<b>LOTTO 1: COMUNE DI PISTOIA</b>	<b>9</b>
02.1.1	ATTRAVERSAMENTO TORRENTE BRANA IN VIA CAMPISANTI	12
02.1.2	ATTRAVERSAMENTO TORRENTE BURE IN LOCALITÀ PONTENUOVO	19
<b>02.2</b>	<b>LOTTO 2 E 2BIS: COMUNE DI MONTALE</b>	<b>27</b>
02.2.1	ATTRAVERSAMENTO TORRENTE SETTOLA IN VIA PACINOTTI	29
<b>02.3</b>	<b>LOTTO 2: COMUNE DI MONTEMURLO</b>	<b>41</b>
<b>02.4</b>	<b>LOTTO 3: COMUNE DI PRATO</b>	<b>50</b>
<b>02.5</b>	<b>LOTTO 4: COMUNE DI CAMPI-BISENZIO SIGNA</b>	<b>56</b>

## 00    PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto un inquadramento dell'opera sul territorio in termini di pericolosità idraulica e i calcoli idrologici e idraulici delle nuove opere da realizzare nei Comuni di Pistoia, Montale e Montemurlo, nell'ambito della realizzazione della Ciclovia Sole - Tronco 2. Il livello di progettazione di riferimento è quello definitivo, per cui aspetti di dettaglio potranno essere affinati in fase di progettazione esecutiva.

La relazione idrologico-idraulica, così come gli altri elaborati del progetto definitivo già consegnato a settembre 2022 e, in seguito ad aggiornamenti richiesti dal committente, riconsegnato a dicembre 2022, viene ulteriormente revisionato a seguito di un **sopralluogo in data 15.02.2023**, alla presenza di Genio Civile Valdarno Centrale, Regione Toscana Trasporto Pubblico Locale, progettisti, Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno, Comune di Prato, Comune di Signa e Comune di Campi Bisenzio. A seguito del suddetto incontro, nonostante il tracciato fosse coerente con il PFTE, nonostante non ci fossero motivi normativi ostativi alla realizzazione della Ciclovia lungo il tracciato del PFTE (ai sensi dell'articolo 3 della L.R. 41/2018 sono consentiti itinerari ciclopedonali anche nella fascia dei 10 m dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua iscritti nell'elenco della L.R. 79/2012 e smi), nonostante fossero già state eseguite delle indagini geognostiche per nuove opere (sottopasso della Via Pistoiese tra Campi Bisenzio e Signa, viene variata la soluzione progettuale di attraversamento del Fosso Reale nell'area compresa tra il ponte della SR 66 e il Ponte Santo, per necessità manutentive sollevate dal Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno.

## 01    PARTE PRIMA

### 01.1    RIFERIMENTI NORMATIVI GENERALI

La ciclovia nel suo lungo tragitto incontra varie zone ad elevata pericolosità idraulica, in genere, dovute a difficoltà di deflusso di vaste aree cittadine. Tali difficoltà appaiono dovute ad un insieme di cause concatenate tra loro, tra le quali, la più importante risulta la scarsa officiosità idraulica dei corsi d'acqua nel contesto insediativo urbano.

Tali problematiche non pongono particolari limiti di fruibilità della ciclovia, ma inducono limiti e prescrizioni qualora si intenda realizzare delle opere d'arte che spesso, essendo perlopiù ponti e passerelle, si collocano in aree a pericolosità idraulica massima.

Legiferano in tale senso leggi nazionali (come le **NTC 2018** e s.m.i.), i **Piani di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), norme Regionali e Comunali (Piani Strutturali, Regolamenti Urbanistici e Piani Operativi)**.

#### 01.1.1    NTC 2018

Relativamente alle nuove opere d'arte che interferiscono con corsi d'acqua, quali ponti, passerelle o manufatti di attraversamento, il capitolo 5.1.2.3 delle N.T.C. 2018 tratta la compatibilità idraulica dell'opera; come piena di riferimento viene considerato uno scenario con tempo di ritorno pari a 200 anni. Viene definito il franco idraulico come distanza tra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del progetto e l'intradosso delle strutture; detto franco è da assumersi non inferiore a 1.5 m.

La circolare esplicativa del 21.01.2019 n. 7 C.S.LL.PP. ha apportato chiarimenti circa il franco idraulico da assumere sulle nuove opere, individuando la casistica di sezioni chiuse con portata inferiore a 50 mc/s, fermo restando il franco minimo di 1.50 m sul livello Tr 200 anni per ponti, passerelle e nuovi manufatti di attraversamento a sezione aperta.

### 01.1.2 Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale

Il distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale è stato individuato con il decreto legislativo 152/2006, ai sensi delle indicazioni della direttiva 2000/60/CE.

Nel 2015 il territorio di riferimento del distretto è stato modificato e adesso comprende i bacini liguri, il bacino del Magra, il bacino dell'Arno, quello del Serchio e tutti i bacini toscani, con esclusione del bacino del Fiora, ricadente nel distretto dell'Appennino Centrale. Rispetto alla precedente delimitazione del distretto, anche i bacini marchigiani sono passati al distretto dell'Appennino Centrale mentre i bacini romagnoli a quello Padano.

Il territorio del distretto attuale interessa 3 regioni: Toscana, Liguria e, in piccola parte, Umbria.

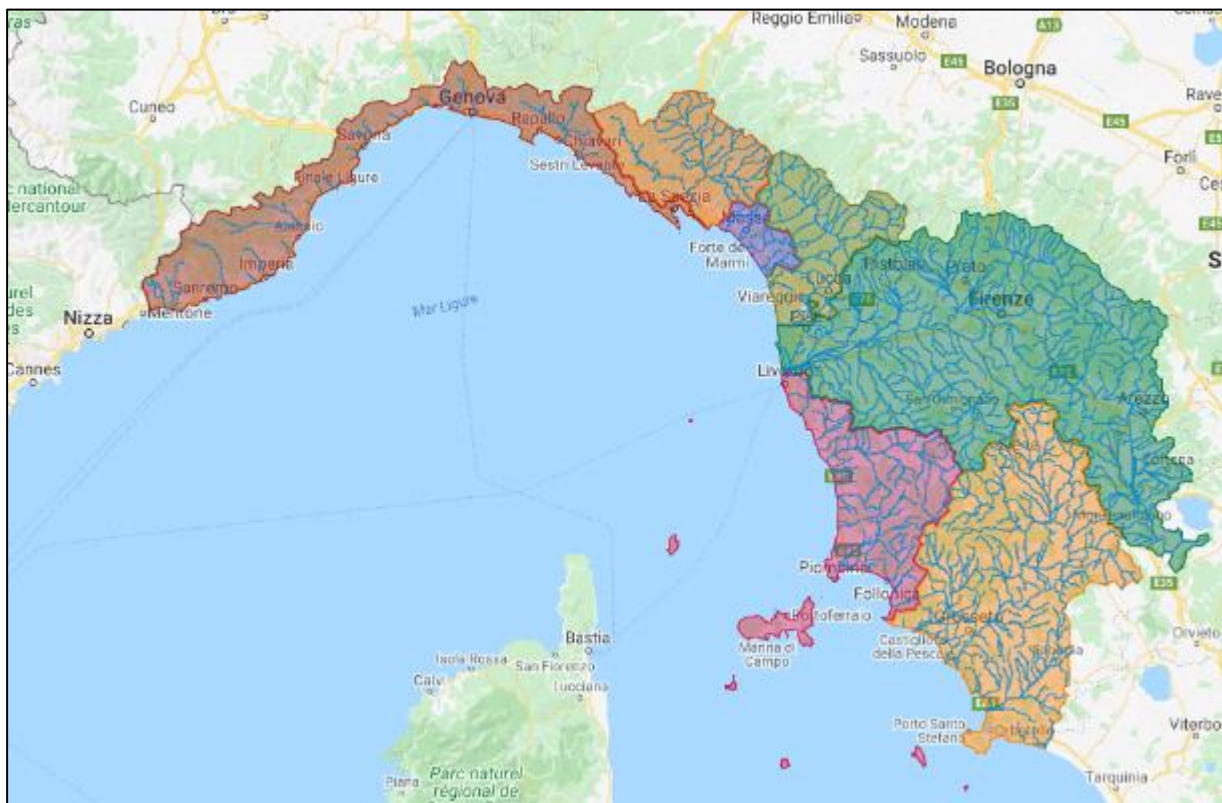


Figura 1 – Suddivisione bacini di competenza all'interno del Distretto Appennino Settentrionale

Il tracciato del tronco 2 della Ciclovia del Sole in esame ricade nelle Province di Pistoia, Prato e Firenze, quindi tutto all'interno del territorio di competenza del Bacino del Fiume Arno.

Nel bacino del fiume Arno e negli ex bacini regionali toscani la parte del PAI relativa alla pericolosità idraulica è stata abrogata e sostituita integralmente dal PGRA. Il PAI si applica esclusivamente per la parte relativa alla pericolosità da frana e da dissesti di natura geomorfologica.

L'elaborazione dei PGRA è temporalmente organizzata secondo cicli di attuazione della durata di 6 anni: il primo ciclo di attuazione si è concluso nel 2016 quando sono stati approvati i PGRA relativi al periodo 2015-2021. Attualmente, con delibera n. 26 del 20 Dicembre 2021, la Conferenza Istituzionale Permanente, ai sensi degli articoli 65 e 66 del d.lgs. 152/2006, ha adottato il primo aggiornamento del Piano di gestione del rischio di alluvioni 2021-2027 – secondo ciclo di gestione – del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale.

Per la redazione delle mappe di pericolosità sono stati considerati tre scenari di probabilità, riferiti alle alluvioni di origine fluviale e marina, secondo le indicazioni della Direttiva e del Decreto Legislativo 49/2010.

Le mappe del rischio di alluvione sono state redatte, ai sensi della Direttiva, sovrapponendo la distribuzione degli elementi a rischio alla pericolosità da alluvione e, ai sensi D. Lgs. 49/2010, individuando le quattro classi di rischio tramite l'utilizzo della matrice del rischio che mette in relazione le classi di pericolosità con quelle di danno potenziale.

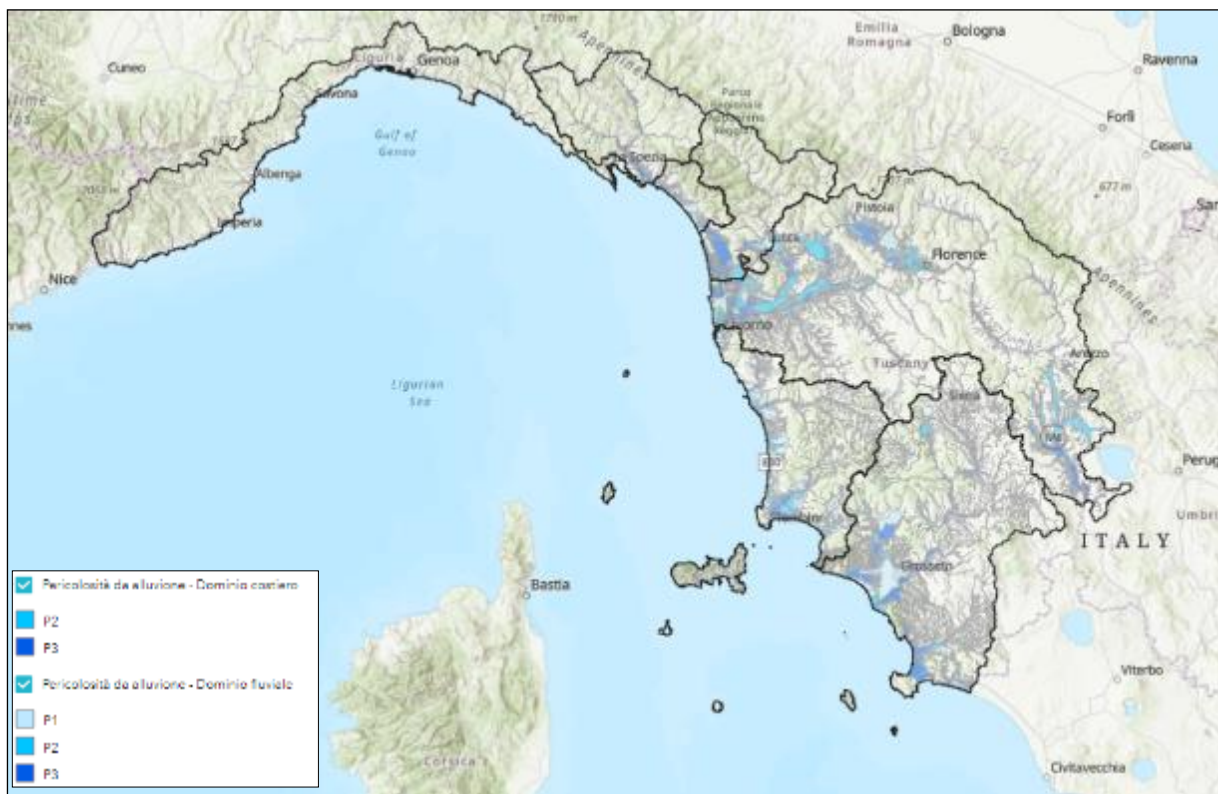


Figura 2 – Mappa rischio alluvione territorio Appennino Settentrionale

Nel Distretto Appennino Settentrionale sono considerate significative le alluvioni di origine fluviale e marina. Pertanto, la mappatura viene effettuata in relazione ad esse. Pur essendo il livello marino condizione al contorno a chiusura delle modellazioni fluviali nei tratti terminali, le alluvioni di origini diverse sono modellate separatamente per poi essere sovrapposte in fase di mappatura dei singoli scenari di pericolosità a scala di UoM (Unit of Management).

Per le alluvioni di origine fluviale i tempi di ritorno utilizzati nelle modellazioni variano tra 30 e 50 anni per P3, corrispondono a 200 anni per P2 e si riferiscono a 500 anni o in genere a oltre 200 anni per P1.

I range sopra riportati derivano dalla necessità di tener conto delle caratteristiche peculiari dei bacini idrografici e più nello specifico delle caratteristiche idromorfologiche e idrodinamiche associate alla formazione dei deflussi e alla propagazione in alveo e nella piana inondabile oggetto di modellazione.

Nel caso in esame ci troviamo all'interno dell'UoM Arno:

UoMCode-UoMName	Scenario A (P1) Scarsa probabilità	Scenario B (P2) Media probabilità	Scenario C (P3) Elevata probabilità
ITN002 – Arno	TR > 200 anni	30 < TR ≤ 200 anni	TR ≤ 30 anni

Tabella 1 – Divisione Scenari pericolosità rischio alluvione

Laddove il PGRA ha valenza normativa la **Disciplina di piano** fornisce indicazioni a scala di bacino circa gli interventi attuabili sul territorio, sia di nuova concezione sia relativi al patrimonio edilizio esistente. Le disposizioni sono relative a ciascuna classe di pericolosità idraulica P1, P2, P3. In particolare, l'art. 7 relativamente alla classe di pericolosità P3 dispone quanto segue:

<i>Art. 7. Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) – Norme.</i>	
1.	Nelle aree P3 per le finalità di cui all'art. 1 sono consentiti gli interventi che, contestualmente, non aggravino la funzionalità idraulica, siano realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico e non incrementino le condizioni di rischio per le aree contermini con riferimento agli obiettivi di cui all'art. 1 comma 4, fatto salvo quanto previsto ai commi seguenti del presente articolo e al successivo art 8.
2.	Nelle aree P3 per le finalità di cui all'art. 1 sono consentiti, previo parere favorevole dell'Autorità di bacino in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGRA: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) misure di protezione previste dal PGRA e misure previste dal PGA;</li> <li>b) interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica;</li> <li>c) interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006 dichiarati di interesse pubblico, purché siano realizzati in condizioni di gestione del rischio, da raggiungersi anche mediante sistemi di difesa alla scala locale e piani di protezione civile collegati alla pianificazione di protezione civile comunale e sovra-comunale, senza aumento di rischio per le aree contermini, rispettando le condizioni di trasparenza idraulica; tali interventi non devono precludere la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio;</li> <li>d) nuovi interventi relativi alla rete infrastrutturale primaria, se non diversamente localizzabili, purché siano realizzate in condizioni di gestione del rischio idraulico, da raggiungersi anche mediante sistemi di difesa alla scala locale e piani di protezione civile collegati alla pianificazione di protezione civile comunale e sovra-comunale, senza aumento di rischio per le aree contermini, rispettando le condizioni di trasparenza idraulica.</li> <li>e) nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione, compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi, purché realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico senza aumento del rischio per le aree contermini, rispettando le condizioni di trasparenza idraulica e in coerenza con le previsioni di PGA.</li> </ul>

Figura 3 – Citazione articolo 7 PGRA

L'art. 9 espone le norme relative ad un'area a pericolosità da alluvione media P2.

*Art. 9 – Aree a pericolosità da alluvione media (P 2) – Norme*

1. Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1 sono consentiti gli interventi che, contestualmente, non aggravino la funzionalità idraulica, siano realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico e non incrementino le condizioni di rischio per le aree contermini con riferimento agli obiettivi di cui all'art. 1 comma 4, fatto salvo quanto previsto ai commi seguenti del presente articolo e al successivo art. 10.

2. Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1 sono consentiti, previo parere favorevole dell'Autorità di bacino in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGR:

- a) misure di protezione previste dal PGR e misure previste dal PG;
- b) interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica;
- c) interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006 dichiarati di interesse pubblico, purché siano realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico, da raggiungersi anche mediante sistemi di difesa alla scala locale e piani di protezione civile collegati alla pianificazione di protezione civile comunale e sovra-comunale, senza aumento di rischio per le aree contermini, rispettando le condizioni di trasparenza idraulica; tali interventi non devono precludere la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio;
- d) nuovi interventi relativi alle opere pubbliche o di interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e alla rete infrastrutturale primaria, purché siano realizzate in condizioni di gestione del rischio idraulico, da raggiungersi anche mediante sistemi di difesa alla scala locale e piani di protezione civile che dovranno essere collegati alla pianificazione di protezione civile comunale e sovra-comunale, senza aumento di rischio per le aree contermini, rispettando le condizioni di

*Figura 4 – Citazione articolo 9 PGR*

### **01.1.3 Regolamento 30 Gennaio 2020 n. 5/R**

È stato introdotto il 5 Febbraio 2020 con lo scopo di attuare l'art. 104 della legge regionale 10 Novembre 2014, n.65 (Norme per il governo del territorio).

Nell'art. 5 vengono enunciati i criteri per l'individuazione delle classi di pericolosità:



#### Art. 5

##### **Criteria per l'individuazione delle classi di pericolosità o di rischio sotto il profilo geologico, idraulico e sismico**

1. Al fine di verificare la pericolosità del territorio e la fattibilità degli interventi di trasformazione previsti negli strumenti della pianificazione territoriale e urbanistica nel territorio sono individuate aree omogenee a pericolosità molto elevata, elevata, media e bassa con riferimento agli aspetti sismici.
2. Nelle more della redazione dei piani di bacino a scala distrettuale, al fine di verificare la pericolosità del territorio e la fattibilità degli interventi di trasformazione previsti negli strumenti della pianificazione territoriale e urbanistica nel territorio sono individuate le aree omogenee a pericolosità molto elevata, elevata, media e bassa con riferimento agli aspetti geologici.
3. I criteri per l'individuazione delle aree a pericolosità geologica e sismica sono indicati nelle direttive tecniche di cui all'articolo 2, con particolare riferimento ai seguenti fenomeni:
  - a) per gli aspetti geologici: fenomeni franosi attivi, fenomeni franosi potenziali, fenomeni erosivi, morfodinamica fluviale, i processi di degrado di carattere antropico, cedimenti connessi alla presenza di terreni con caratteristiche scadenti;
  - b) per gli aspetti sismici: deformazioni legate a faglie attive e capaci, liquefazione dinamica, fenomeni franosi, zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale.
4. L'individuazione delle aree a pericolosità per alluvioni è effettuata ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettere d) ed e) della legge regionale 24 luglio 2018, n.41 (Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014 ).
5. Con riferimento alle aree del territorio regionale non individuate negli atti di pianificazione di bacino, nelle more dell'approvazione delle mappe di pericolosità da alluvioni delle aree in oggetto, le direttive tecniche possono indicare elementi per la loro classificazione.

Figura 5 – Citazione articolo 5 della 5/R

#### 01.1.4 Legge regionale 41/2018

Particolare attenzione deve essere posta laddove sono previste opere infrastrutturali (quali ad esempio nuovi manufatti di attraversamento di corsi d'acqua), le cui disposizioni sono contenute nella **Legge regionale n.41/2018** in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua. Si introduce il concetto di “magnitudo idraulica”, dove nell'art. 2 ne viene data la definizione.

- h) “magnitudo idraulica”: la combinazione del battente e della velocità della corrente in una determinata area, associata allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti:
- h1) “magnitudo idraulica moderata”: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente uguale o inferiore a 0,3 metri;
  - h2) “magnitudo idraulica severa”: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente superiore a 0,3 metri e inferiore o uguale a 0,5 metri;
  - h3) “magnitudo idraulica molto severa”: battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 1 metro. Nei casi in cui la velocità non sia determinata battente superiore a 0,5 metri;

Figura 6 – Citazione articolo 2 della L.R. 41/2018

Il CAPO III della suddetta L.R. racchiude le disposizioni relative a interventi edilizi all'interno del perimetro del territorio urbanizzato e in particolare all'art. 13 tratta le infrastrutture lineari o a rete:

**Art. 13**

**Infrastrutture lineari o a rete**

1. Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).
2. Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.
3. L'adeguamento e l'ampliamento di infrastrutture a sviluppo lineare esistenti e delle relative pertinenze può essere realizzato nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.
4. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, gli interventi di seguito indicati possono essere realizzati alle condizioni stabilite:
  - a) itinerari ciclopeditoni, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;
  - b) parcheggi in superficie, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;
  - c) nuove infrastrutture a rete per la distribuzione della risorsa idrica, il convogliamento degli scarichi idrici, il trasporto di energia e gas naturali nonché l'adeguamento e l'ampliamento di quelle esistenti, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio;
  - d) impianti e relative opere per la produzione di energia da fonti rinnovabili, nonché l'adeguamento e l'ampliamento di quelli esistenti, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b), c) o d); **(5)**
  - e) impianti e relative opere per il trattamento della risorsa idrica e per la depurazione, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c);
  - f) adeguamento e ampliamento degli impianti e delle relative opere di cui alla lettera e), a condizione che sia realizzata almeno una delle opere o interventi di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b), c) o d).
5. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati sottopassi a condizione che siano realizzate le opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettera a).
6. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati sottopassi, solo se non diversamente localizzabili, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

*Figura 7 – Citazione articolo 13 della L.R. 41/2018*

Nel comma 5 si cita l'articolo 8, contenuto nel Capo II gestione del rischio alluvioni, che viene proposto di seguito:

## **Art. 8**

### ***Opere per la gestione del rischio di alluvioni***

1. La gestione del rischio di alluvioni è assicurata mediante la realizzazione delle seguenti opere finalizzate al raggiungimento almeno di un livello di rischio medio R2:
  - a) opere idrauliche che assicurano l'assenza di allagamenti rispetto ad eventi poco frequenti;
  - b) opere idrauliche che riducono gli allagamenti per eventi poco frequenti, conseguendo almeno una classe di magnitudo idraulica moderata, unitamente ad opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree;
  - c) opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree;
  - d) interventi di difesa locale.
2. Il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree è assicurato attraverso la realizzazione delle seguenti opere:
  - a) opere o interventi che assicurino il drenaggio delle acque verso un corpo idrico recettore garantendo il buon regime delle acque;
  - b) opere o interventi diretti a trasferire in altre aree gli effetti idraulici conseguenti alla realizzazione della trasformazione urbanistico-edilizia, a condizione che:
    - 1) nell'area di destinazione non si incrementi la classe di magnitudo idraulica;
    - 2) sia prevista dagli strumenti urbanistici la stipula di una convenzione tra il proprietario delle aree interessate e il comune prima della realizzazione dell'intervento.
3. Le opere o interventi di cui al comma 2, lettera b), sono previste negli strumenti urbanistici e sono realizzate previa verifica di compatibilità idraulica effettuata dalla struttura regionale competente in relazione al titolo abilitativo di riferimento.
4. Le opere idrauliche di cui al comma 1, lettere a) e b), sono realizzate prima o contestualmente all'attuazione della trasformazione urbanistico-edilizia. L'attestazione di agibilità degli immobili oggetto delle trasformazioni urbanistico-edilizie è subordinata al collaudo di tali opere idrauliche.

*Figura 8 – Citazione articolo 8 della L.R. 41/2018*

Nei paragrafi successivi vengono analizzati dei tratti del Tronco 2 della Ciclovia omogenei in base al grado di pericolosità idraulica, suddivisi per le varie zone di pertinenza dei Comuni.

## **02 PARTE SECONDA**

### **02.1 LOTTO 1: COMUNE DI PISTOIA**

La ciclovia ha inizio dalla Stazione Ferrovia di Pistoia e fino a Viale Arcadia non intercetta nessun tipo di reticolo contenuto nella L.R. 79/2012 e s.m.i. La pericolosità idraulica del percorso è P1, ovvero corrispondente a scenari di alluvione con tempi di ritorno superiore a 200 anni.

La pista è progettata su percorso già esistente, viene modificata unicamente la tipologia del fondo e non varia la quota sul piano campagna.



Figura 9 – Planimetria primo tratto Ciclovia del Sole

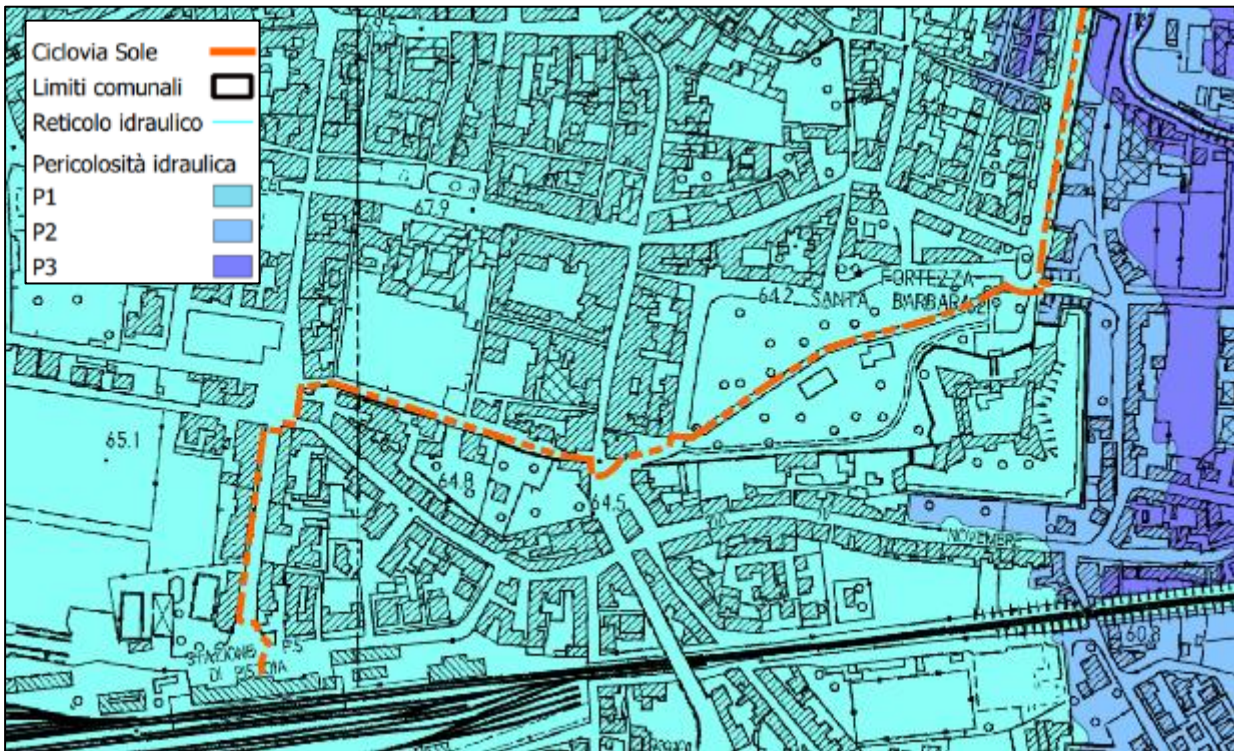


Figura 10 – Mappa pericolosità primo tratto

Una volta imboccato Viale Arcadia, scendendo verso i cimiteri, compaiono delle zone con classe di pericolosità più critiche, P2 e P3, causate da esondazioni del Torrente Brana, principalmente per insufficienza in sponda sinistra.

Per tale area il percorso ciclopedonale è realizzato su tracciato esistente; tuttavia, come descritto nell'art 13, comma 4 lettera a) della legge regionale 41/2018, si devono rispettare alcuni criteri per consentirne l'attuazione.

La prima misura riguarda il **non aggravio delle condizioni di rischio che viene garantito non modificando l'assetto viario**, sia in termini planimetrici che di quota del terreno. L'intervento di progetto riguarda unicamente il cambio del fondo stradale, che non determina cambiamenti di rischio idraulico. La seconda concerne le misure preventive atte a regolarne l'uso, quali l'installazione di cartellonistica **di pericolo da alluvione**, in modo da informare i fruitori circa l'allagabilità dell'area e l'introduzione di queste zone attraversate dalla ciclovia nel Piano di Protezione Civile Comunale, in modo da valutarne la chiusura temporanea in caso di allerta meteo.

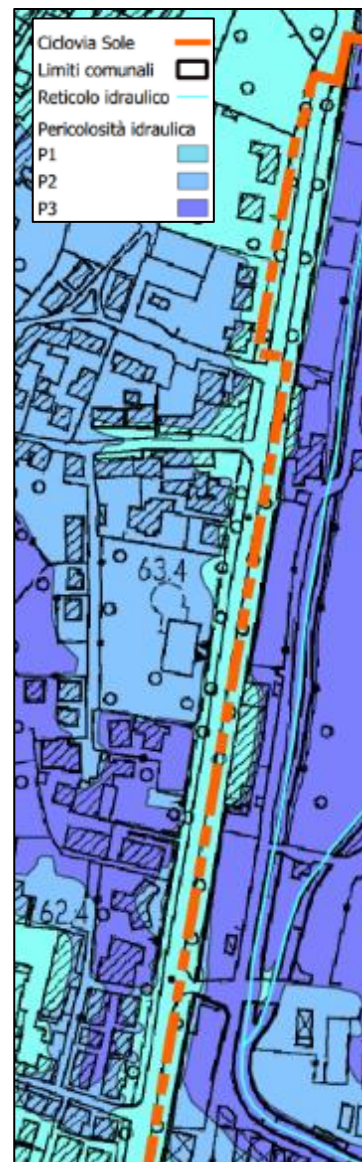


Figura 11 – Planimetria Viale Arcadia

Figura 12 – Mappa pericolosità tratto su Viale Arcadia

In corrispondenza del cimitero comunale di Via Campi Santi abbiamo il primo nuovo attraversamento della Ciclovìa, sul Torrente Brana, con una passerella che collega le due sponde della via sopraccitata e Viale Arcadia, che si andrà a inserire subito a valle della viabilità comunale esistente.

### 02.1.1 Attraversamento Torrente Brana in via Campisanti

L'opera in questione verrà realizzata nei pressi del cimitero comunale di Pistoia per collegare Viale Arcadia con Via dei Campi Santi. Nella stessa area esiste già un ponte carrabile, utilizzato per il transito veicolare. I valori di portata duecentennale di riferimento per le verifiche idrauliche sono stati mutuati dallo studio idraulico intercomunale Pistoia-Montale-Agliana-Quarrata-Serravalle P.se, attualmente in itinere, la cui idrologia è stata recentemente approvata dall'Autorità di Distretto Appennino Settentrionale e Genio Civile Valdarno Centrale. Nel caso in questione il dato fornito per la duecentennale, in corrispondenza del nuovo attraversamento è  $134.11 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Figura 13 – Planimetria attraversamento Brana

Dalla carta di pericolosità idraulica del sito del Distretto dell'Appennino Settentrionale si evidenzia come in corrispondenza dell'attraversamento ed in sinistra idraulica si abbia per la maggioranza P3, equivalente ad alluvioni frequenti. In destra idraulica prevale la classe P1 essendo il terreno ad una quota molto più alta rispetto alla zona di scorrimento, mentre in sinistra si ha pericolosità P3 poiché è presente una zona pianeggiante e il torrente esonda già più a monte in sinistra idraulica.

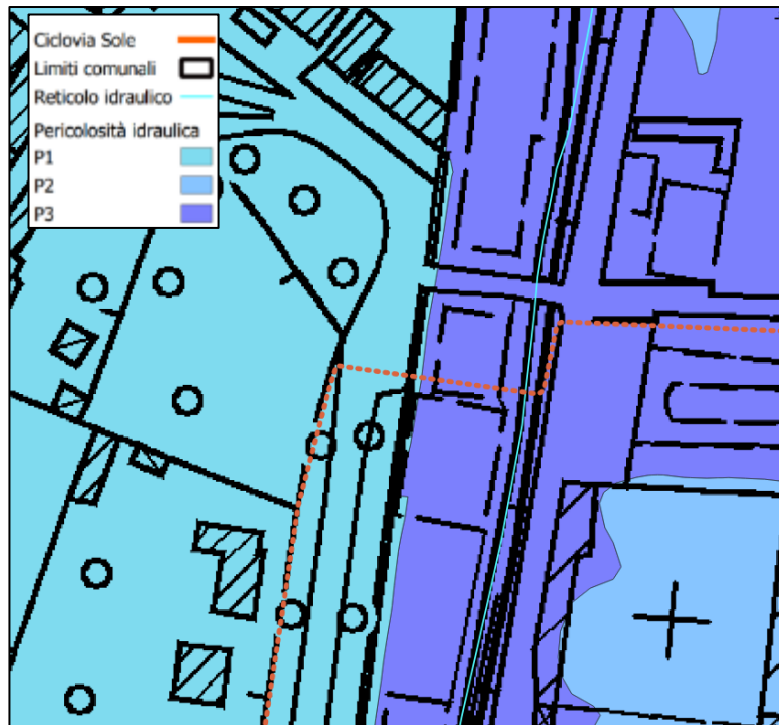


Figura 14 – Mappa pericolosità alluvione attraversamento Brana

Lo studio è stato sviluppato sia nello stato attuale sia in quello di progetto tramite software HEC-RAS in moto permanente monodimensionale.

La geometria analizzata è formata da 7 sezioni, di cui 4 poste a monte del ponte carrabile e 3 a valle, ricavate tramite rilievo topografico di dettaglio con strumentazione GPS.

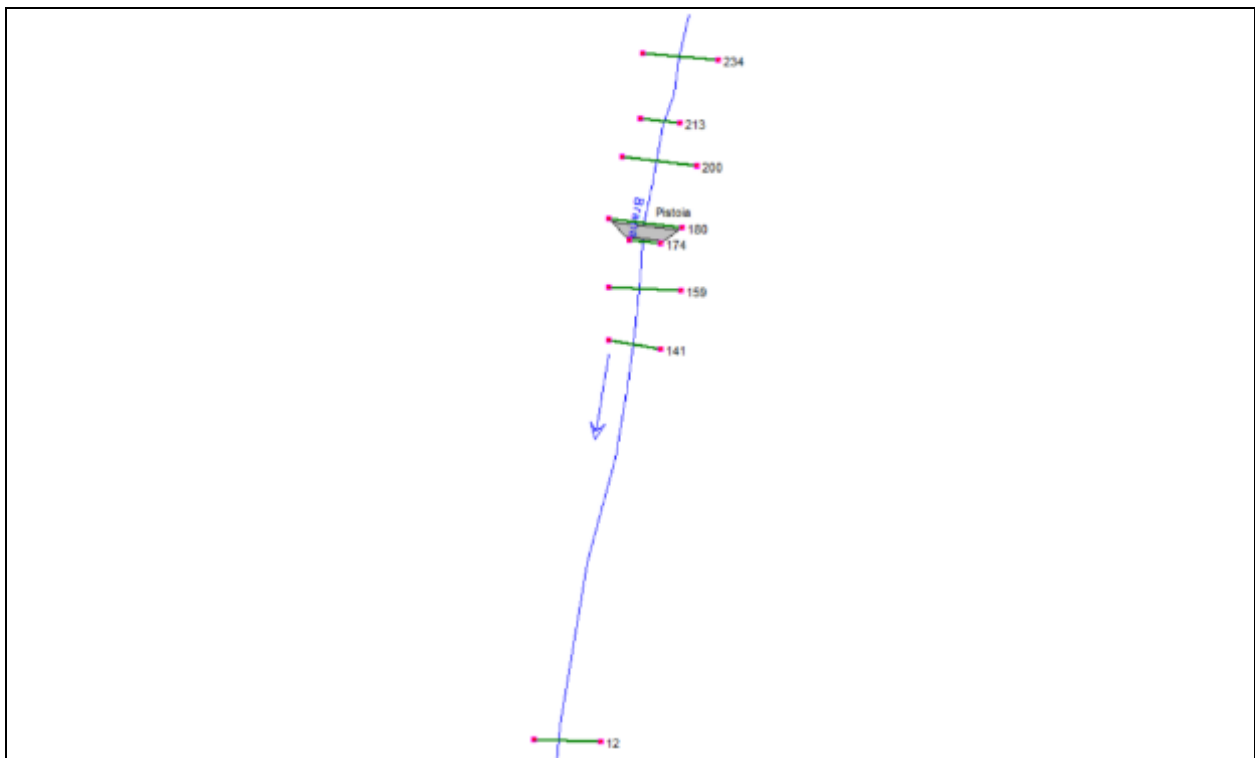


Figura 15 – Geometria HEC-RAS Torrente Brana

I risultati della simulazione in stato attuale mostrano come l'alveo non sia idraulicamente sufficiente al contenimento della portata duecentennale e si presentino esondazioni in tutto il tratto analizzato; il ponte esistente viene sormontato e a valle di esso si crea un risalto idraulico.

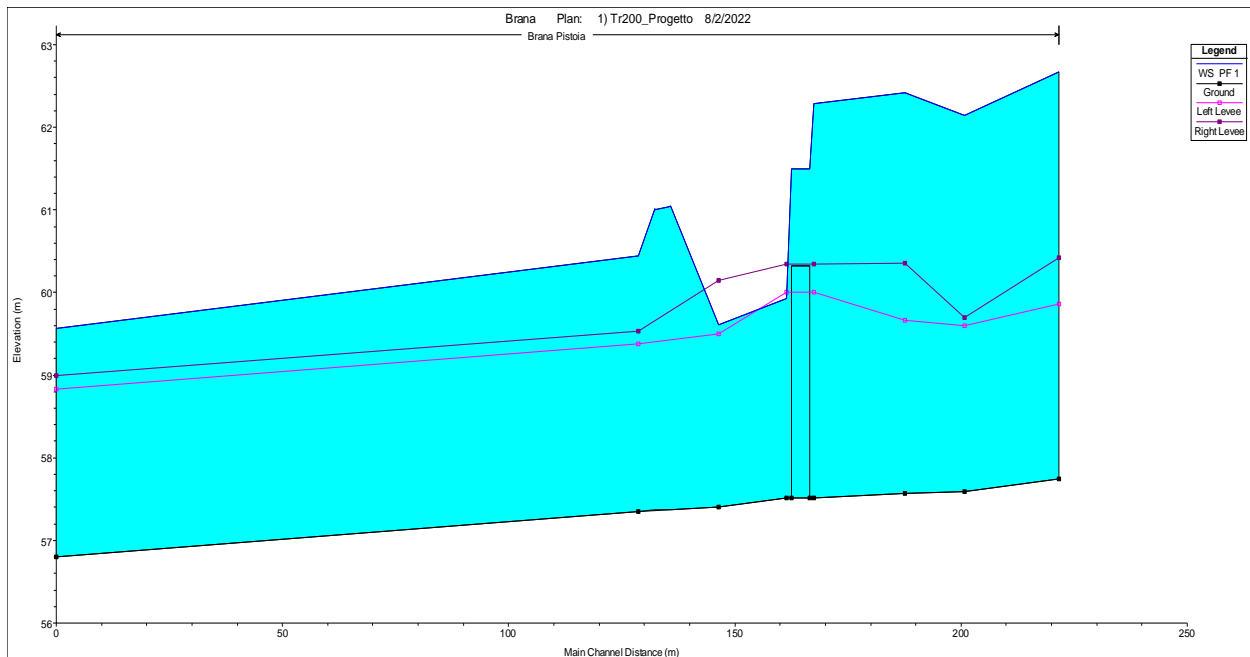


Figura 16 – Profilo longitudinale stato attuale Torrente Brana

Dato che la passerella che verrà realizzata consiste praticamente in un impalcato che collega le due sponde, senza installazione di pile in alveo, non si altera il deflusso idrico all'interno della competenza idraulica e non si creano ostacoli al suo interno.

La normativa impone un franco minimo di 1.5 m tra la quota del pelo libero della duecentennale e l'estradosso del manufatto. Viste le condizioni riscontrate nello stato attuale, si opta per l'innalzamento dell'intradosso del ponte ciclabile di 1.5 m rispetto alla quota del terreno in sponda sinistra.

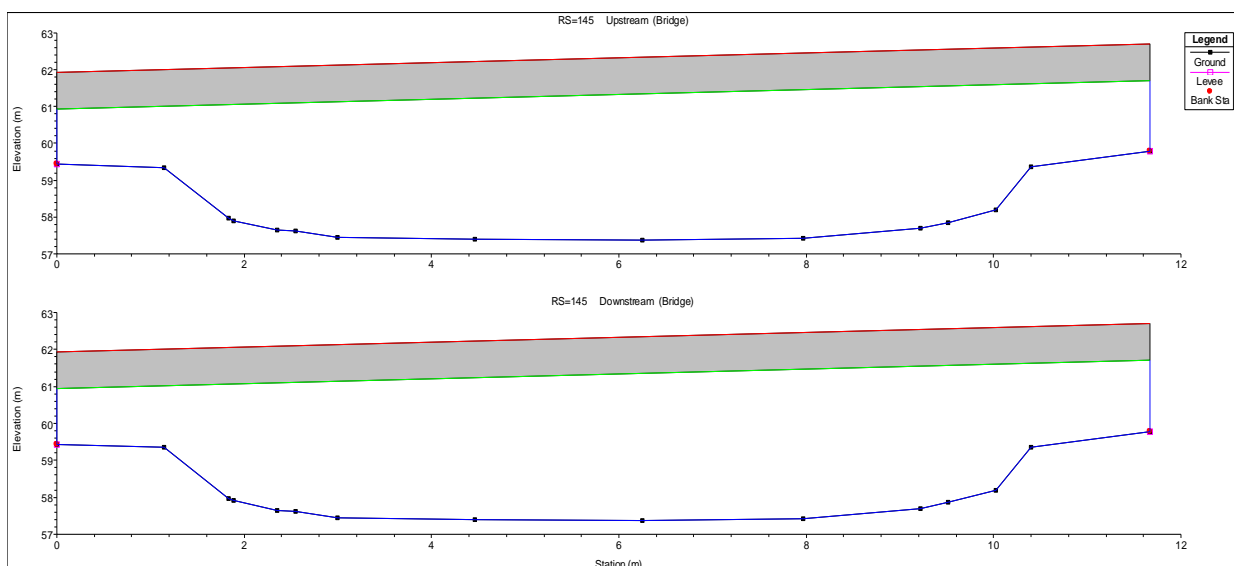


Figura 17 – Attraversamento Ciclovía



Anche in questo caso si presentano le stesse esondazioni viste in precedenza, ma la quota rialzata dell'impalcato ci permette di porlo in sicurezza, garantendo il franco minimo richiesto dalla normativa.

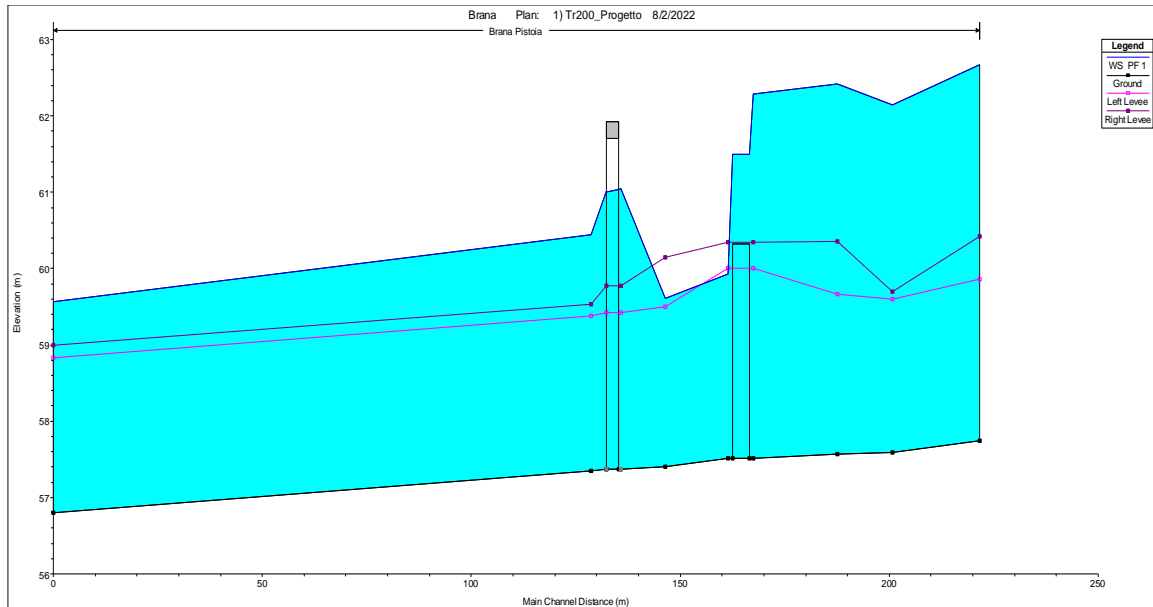


Figura 18 – Profilo longitudinale stato di progetto Torrente Brana

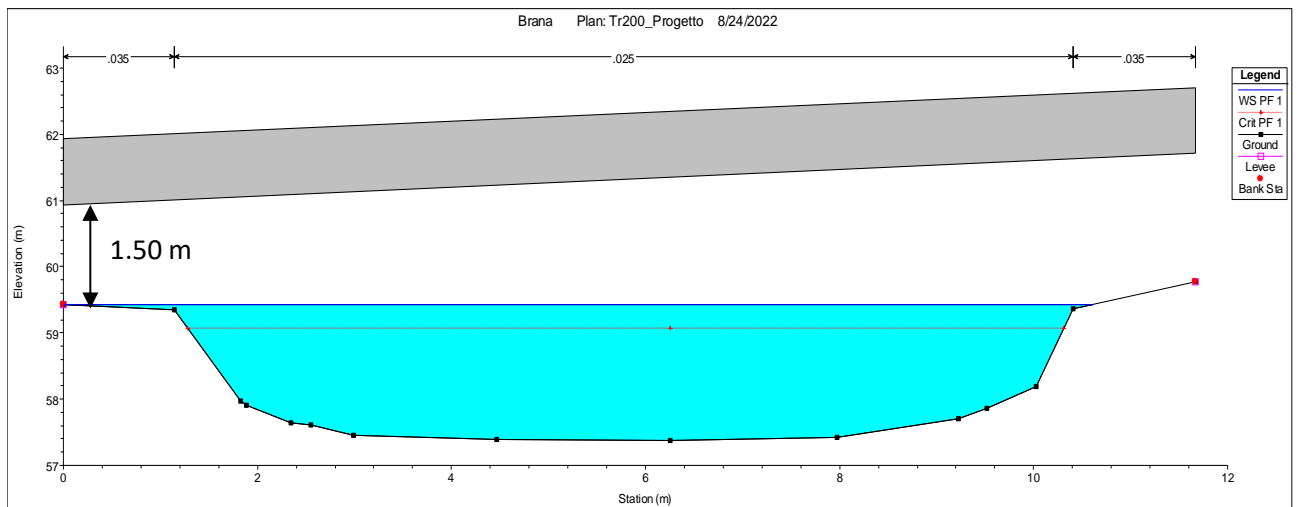
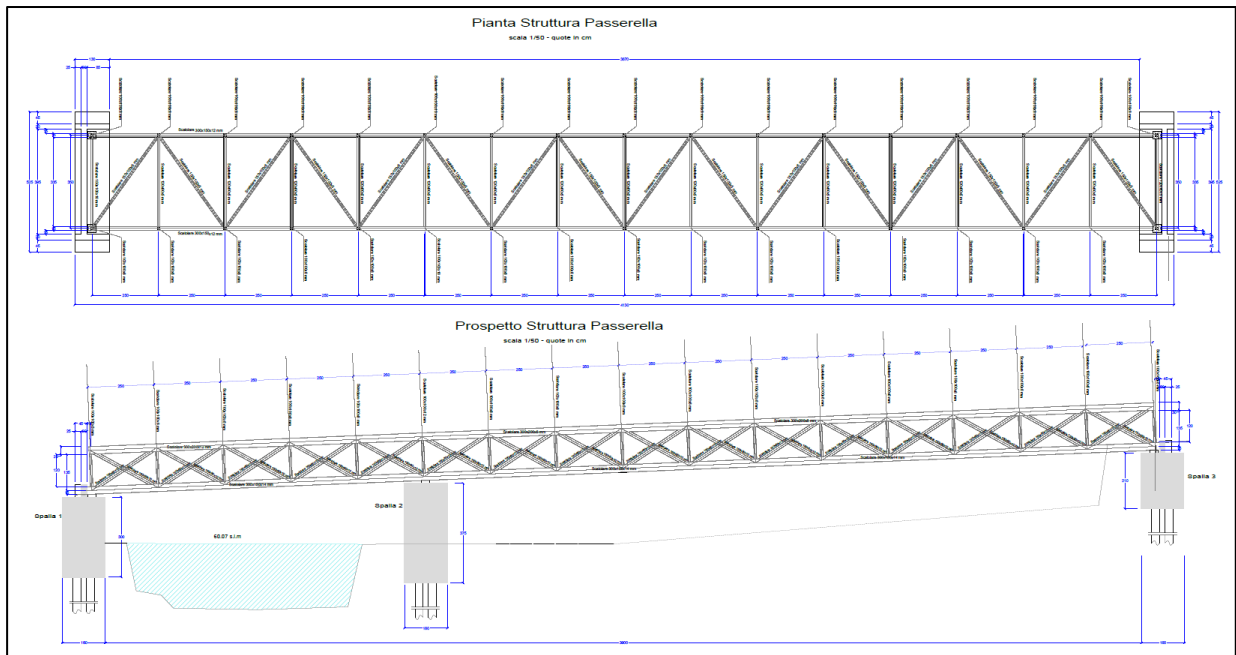


Figura 19 – Sezione monte attraversamento Ciclovía



*Figura 20 – Schemi strutturali nuovo attraversamento Ciclovía – via Campisanti*



*Figura 21 – Fotoinserimento nuovo attraversamento Ciclovía – via Campisanti*

Proseguendo in direzione del cimitero da Via Campi Santi, vi è una seconda interferenza su un tratto di reticolo in gestione ai sensi della legge regionale 79/2012 e s.m.i., il Fosso Diecine.



*Figura 22 – Planimetria Ciclovía nei pressi del Cimitero Comunale*

A differenza dell'opera sul Torrente Brana, il tracciato si svilupperà sul manufatto scatolare di attraversamento esistente, senza necessità di alcun intervento.

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, tale area ricade all'interno della classe P3, quindi quella più critica corrispondente a scenari con esondazioni per  $Tr < 30$  anni e come per Viale Arcadia saranno necessari gli accorgimenti precedentemente individuati (segnaletica ed inserimento del tratto nel piano di protezione civile).

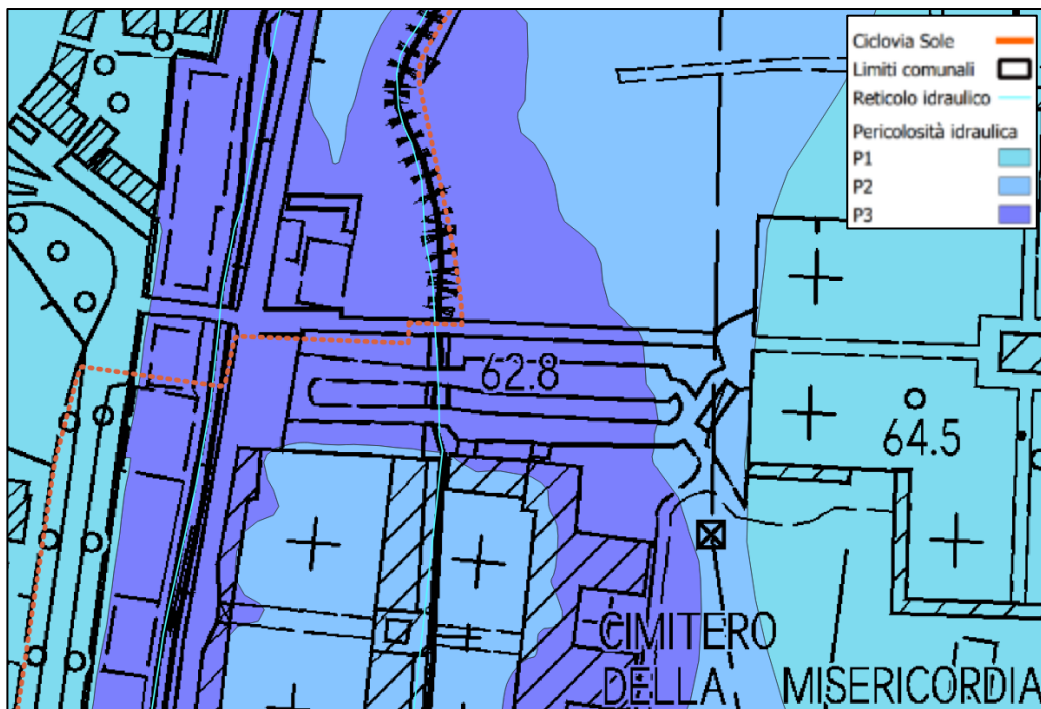


Figura 23 – Mappa pericolosità idraulica valle attraversamento Brana

Superato il Fosso Diecine, il percorso ciclabile seguirà viabilità secondarie esistenti fino ad incontrare Via Nerucci ed immettersi in essa. Da qui, proseguendo in direzione est, si seguiranno strade carrabili e pedonali fino a raggiungere la frazione di Pontenuovo.

Tutto questo tratto non subisce modifiche rispetto a sedime esistente, fatta eccezione per il cambio di pavimentazione della Ciclovía, che risulta differente da quello viario attuale. La pericolosità idraulica che caratterizza questo tratto è P1.



Figura 24 – Mappa pericolosità idraulica tratto Pistoia-Pontenuovo

Nella frazione di Pontenuovo vi è un importante attraversamento sul Torrente Bure, che necessita di un approfondimento. Nel seguito sono riportati i paragrafi sull'idrologia e sulla modellazione idraulica effettuata.

### 02.1.2 Attraversamento Torrente Bure in località Pontenuovo

L'area d'indagine è situata nella frazione di Pontenuovo, nel Comune di Pistoia, nei pressi del Circolo Arci di Via Sestini. L'opera verrà realizzata pochi metri a valle dell'attraversamento esistente sulla SP Montalese, in affiancamento, e collegherà Via dei Guadi con la sponda opposta nelle pertinenze del circolo ARCI, con aree che saranno soggette ad esproprio.

Anche per questo studio, i valori di portata sono stati mutuati dallo studio citato precedentemente, dal quale è stato desunto un dato di  $206.85 \text{ m}^3/\text{s}$  per la duecentennale in corrispondenza del nuovo attraversamento.

A differenza della situazione vista precedentemente nel caso del Torrente Brana, il livello di pericolosità idraulica è inferiore e ciò permette di ipotizzare che le sezioni attualmente esistenti riescano a contenere la portata duecentennale. Considerando la mappa di pericolosità idraulica, la zona è pressochè in classe P1 oltre le sponde e gli argini mentre P3 nella fascia di pertinenza dell'alveo.



Figura 25 – Planimetria attraversamento Torrente Bure

La geometria dello stato attuale è formata dall'attraversamento esistente e da 10 sezioni, 5 poste a monte e le restanti a valle del manufatto.

Al di sotto del manufatto è presente un salto di fondo dell'ordine del mezzo metro, con una vasca di dissipazione a valle. La combinazione di queste due opere permette una riduzione notevole del tirante idraulico a valle dell'opera e una diminuzione della possibilità di esondazione del torrente.



Figura 26 – Mappa pericolosità idraulica attraversamento esistente Torrente Bure

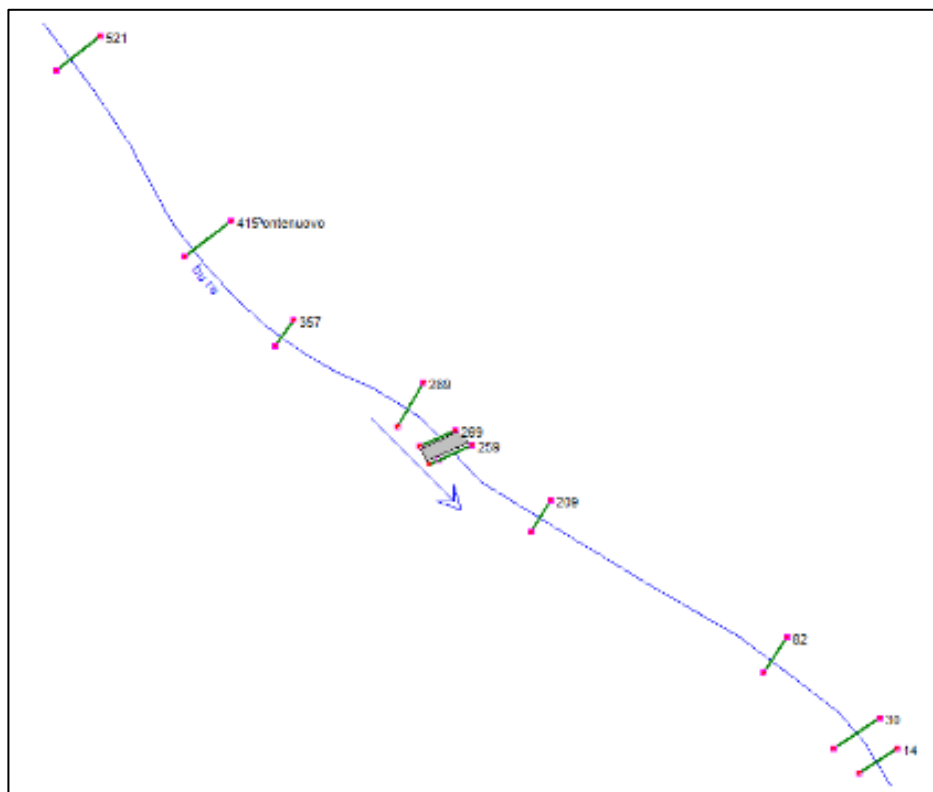


Figura 27 – Geometria HEC-RAS stato attuale Torrente Bure

I risultati mostrano che le quote arginali sono sufficienti a contenere la portata nel tronco in esame; non sono pertanto presenti esondazioni significative derivanti da sormonti di sponda in stato attuale.

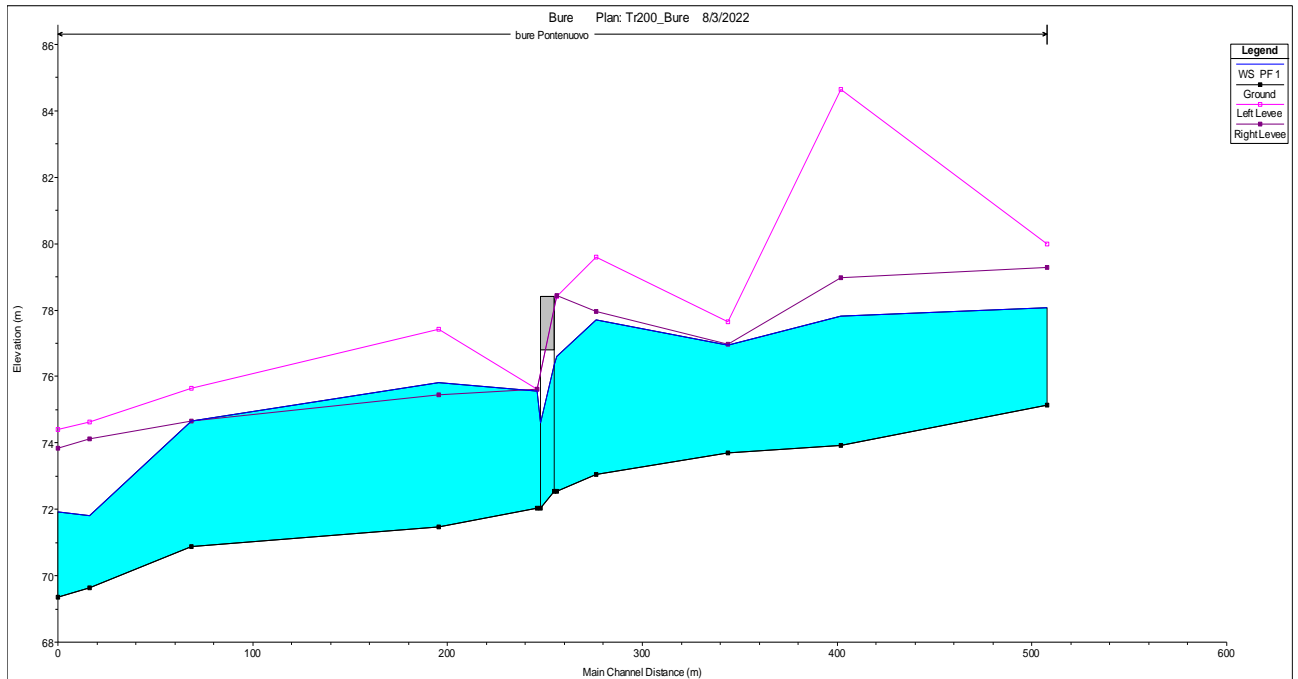


Figura 28 – Profilo longitudinale stato attuale Torrente Bure



Figura 29 – Attraversamento esistente sul Torrente Bure

Nello stato di progetto è stata inserita la passerella ciclopedonale, costituita unicamente da un impalcato orizzontale senza pile, con appoggi esterni. La nuova geometria è visualizzabile nella figura seguente con anche la sezione trasversale dell'attraversamento ciclabile.

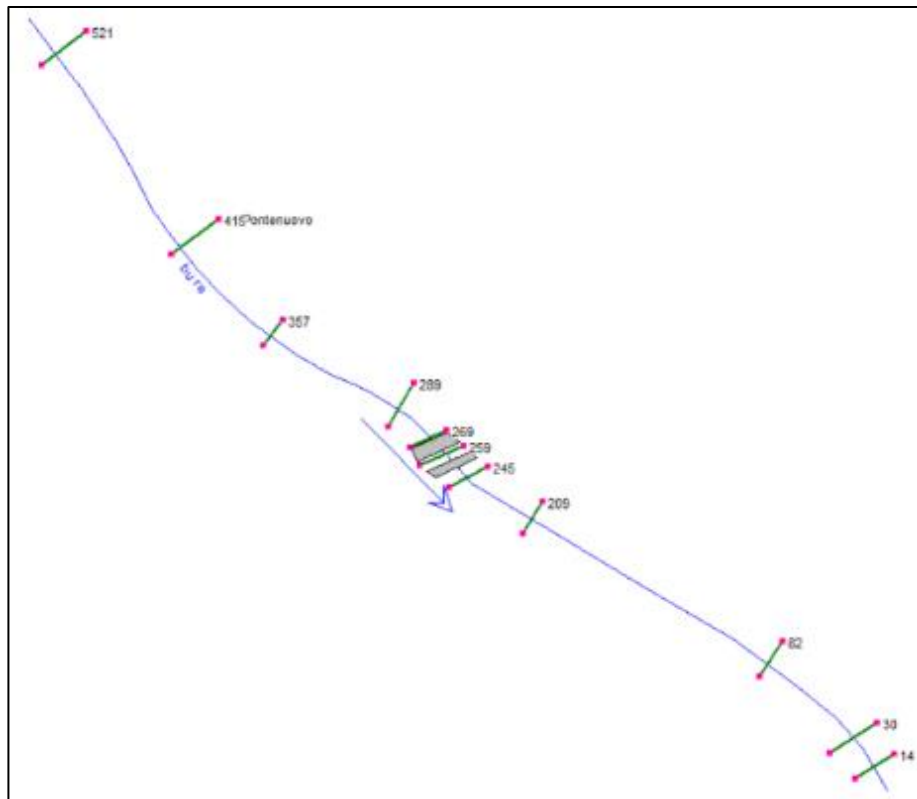


Figura 30 – Geometria HEC-RAS stato di progetto Torrente Bure

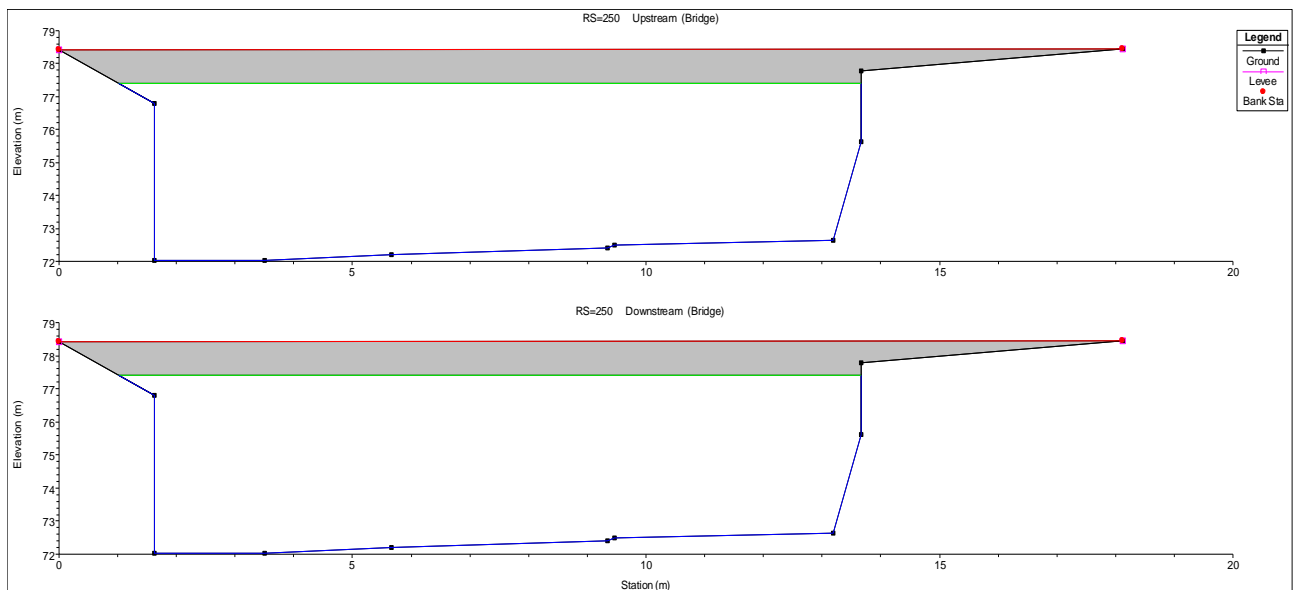


Figura 31 – Nuovo attraversamento Ciclovía Torrente Bure

La quota dell'estradosso è posta alla stessa quota di Via dei Guadi, mentre la larghezza dell'opera è pari a circa 3.0 m. Il profilo longitudinale del torrente rimane immutato, con franco oltre il minimo richiesto dalla Normativa, in quanto, come si vede dalla figura seguente, a monte del manufatto abbiamo una differenza di quota di 2.67 metri tra l'intradosso dell'attraversamento e il pelo libero della duecentennale, in virtù del risalto idraulico presente a valle della zona dove verrà realizzata la passerella.



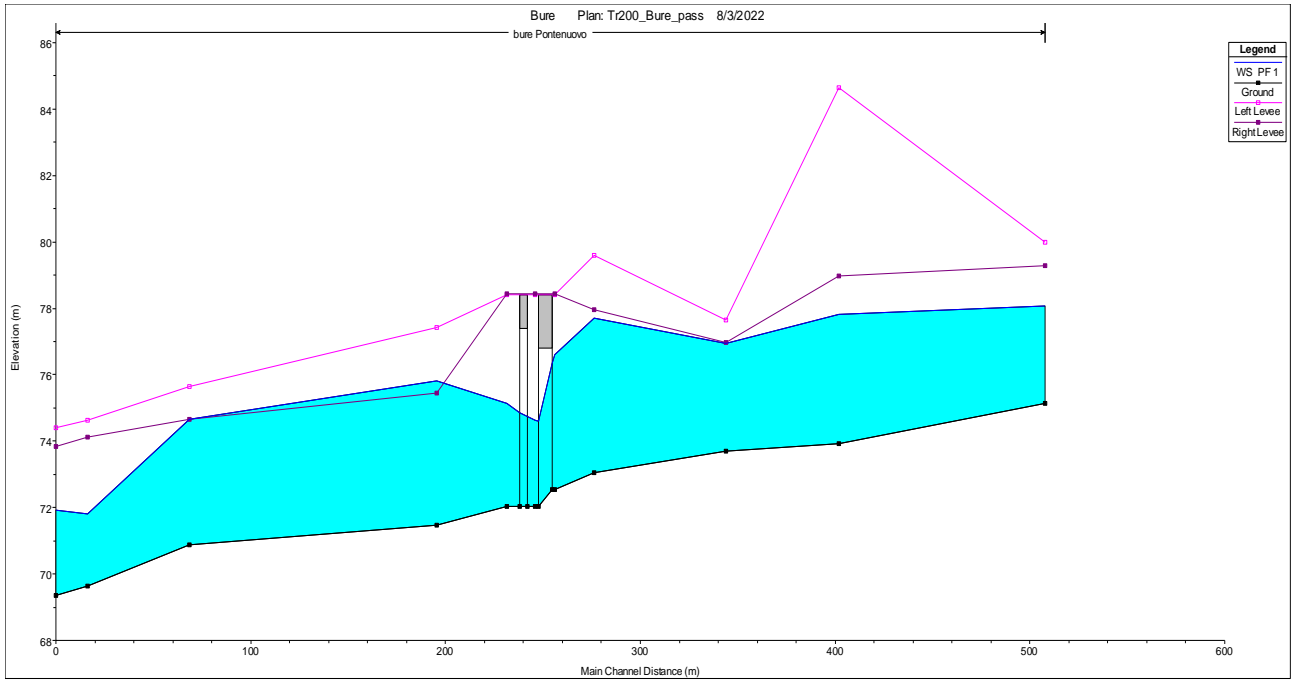


Figura 32 – Profilo longitudinale stato di progetto

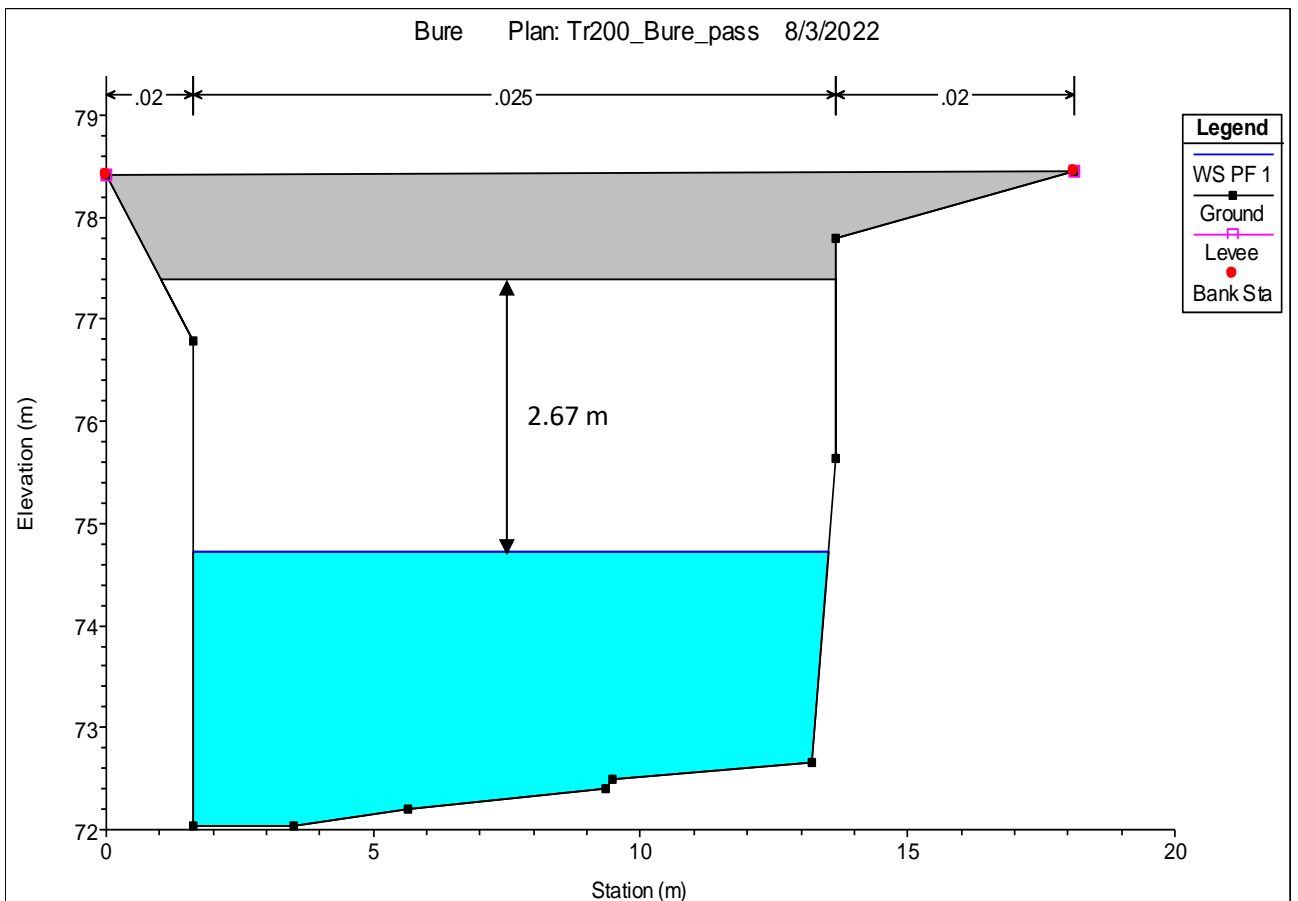


Figura 33 – Sezione monte attraversamento Ciclovía

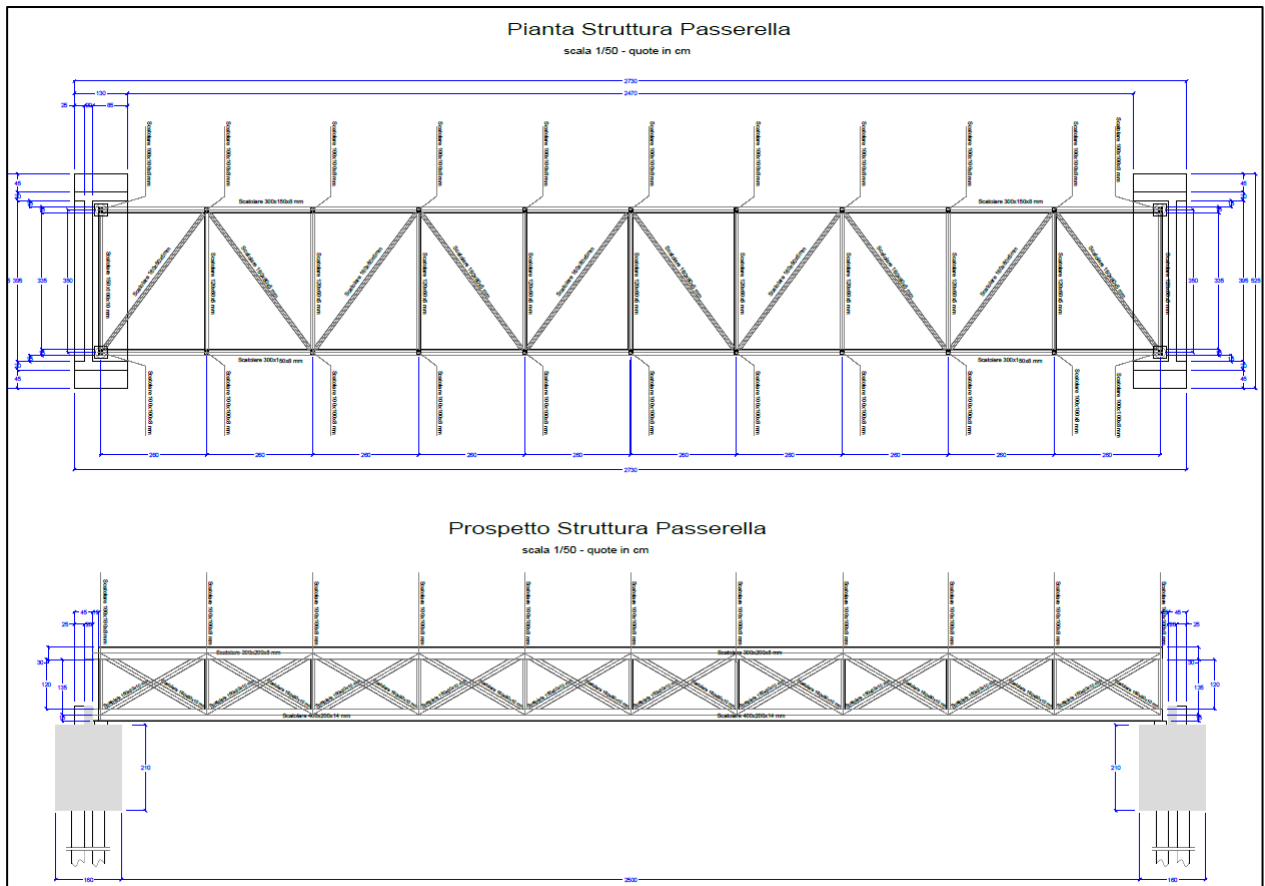


Figura 34 – Schemi strutturali del nuovo attraversamento della Ciclovía Sole sul T. Bure



Figura 35 – Fotoinserimento del nuovo attraversamento della Ciclovía Sole sul T. Bure

Ad una distanza di 500 m da questo nuovo attraversamento, vi è un'altra intersezione col reticolo della 79/2012, sempre nell'abitato di Pontenuovo. In questo caso si tratta del Fosso di San Quirico su Via Sestini. Allo stato attuale si presenta come un tratto tombato; il corso d'acqua si immette in un culvert di forma rettangolare per una cinquantina di metri, per poi tornare a cielo aperto all'interno di un campo coltivato.



Figura 36 – Planimetria Ciclovía nella frazione di Pontenuovo

La pericolosità idraulica del tratto è P1, il tracciato ciclabile sarà posto in affiancamento alla strada, modificando solo il tipo di fondo senza intaccare la quota del piano campagna o le caratteristiche del tombamento esistente.

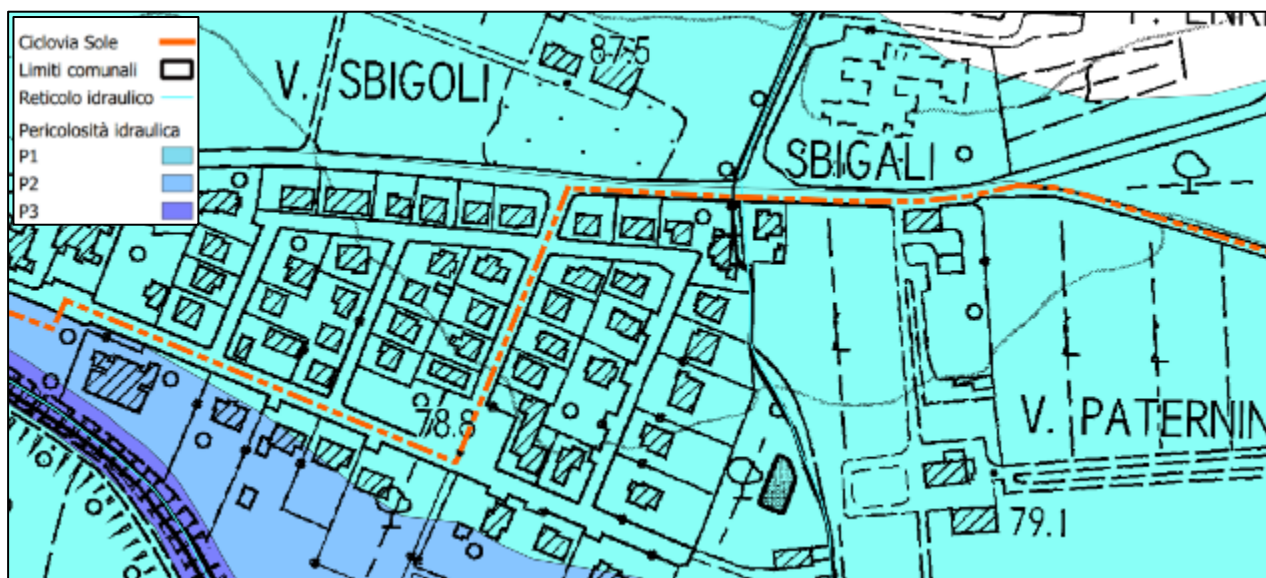


Figura 37 – Mappa pericolosità alluvioni nella frazione di Pontenuovo

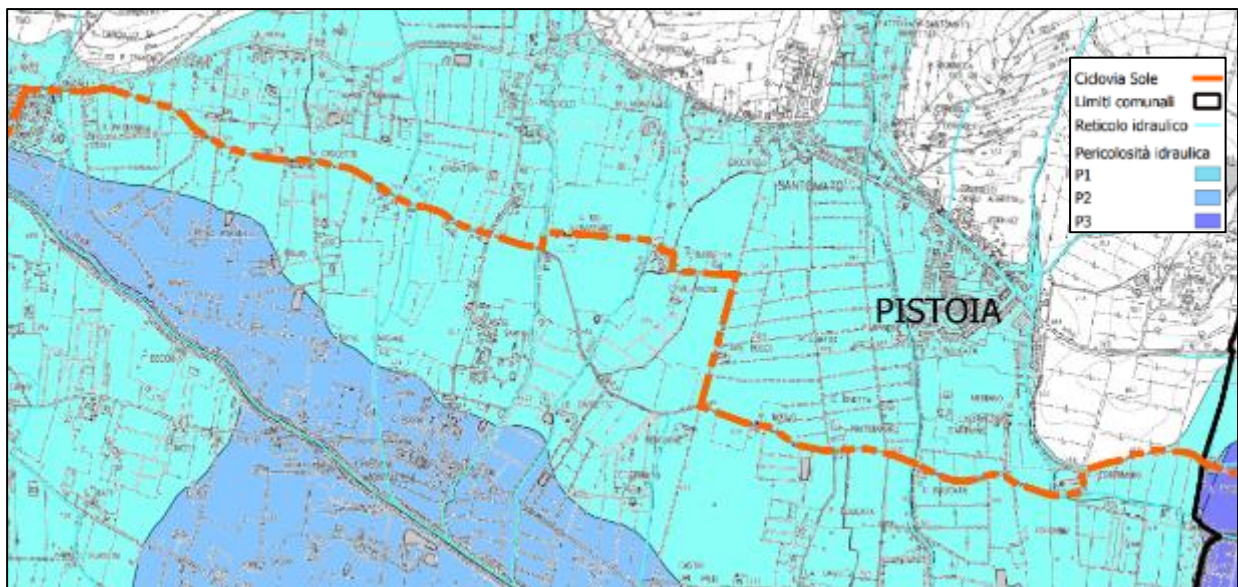
Superato il Fosso di S. Quirico, il tracciato della ciclopista svolgerà a destra su Via di Forramoro percorrendola su sede stradale esistente in promiscuo fino ad imboccare sulla sinistra Via del Crocefisso. Da qui si proseguirà su Via Stradone e successivamente al bivio si procederà in

direzione sud su Via Retta e Lunga per poi riprendere Via di Forramoro in direzione Montale ed entrare nel territorio di pertinenza del comune confinante.



*Figura 38 – Planimetria Ciclovía all'estremità est del territorio comunale di Pistoia*

In tutto questo lungo tragitto, come si evidenzia nell'immagine sopra, vi sono 5 attraversamenti, che non saranno oggetto di studio e di progetto, in quanto il tracciato utilizzerà la sede stradale esistente. Come detto nei paragrafi precedenti, l'unico cambiamento riguarda la ripavimentazione del tratto. Tutta quest'area risulta classificata in pericolosità P1.



*Figura 39 – Mappa pericolosità idraulica all'estremità del territorio comunale di Pistoia*

## 02.2 LOTTO 2 e 2bis: COMUNE DI MONTALE

Appena entrati nel territorio di competenza del Comune di Montale si incontra l'attraversamento sul Fosso di Casa al Bosco, situato in Via Nesti. Allo stato attuale si presenta come un impalcato, sul quale è collocata la sede stradale. La ciclabile sarà realizzata in sede stradale esistente, ovvero ad uso promiscuo, senza alcun tipo di nuova opera salvo la ripavimentazione del tratto. La pericolosità idraulica dell'area è P1 a monte del manufatto esistente e subito a ridosso, per poi divenire P3 fino al bivio con Via Berlinguer.



Figura 40 – Planimetria Ciclovía al confine tra i territori di Pistoia e Montale

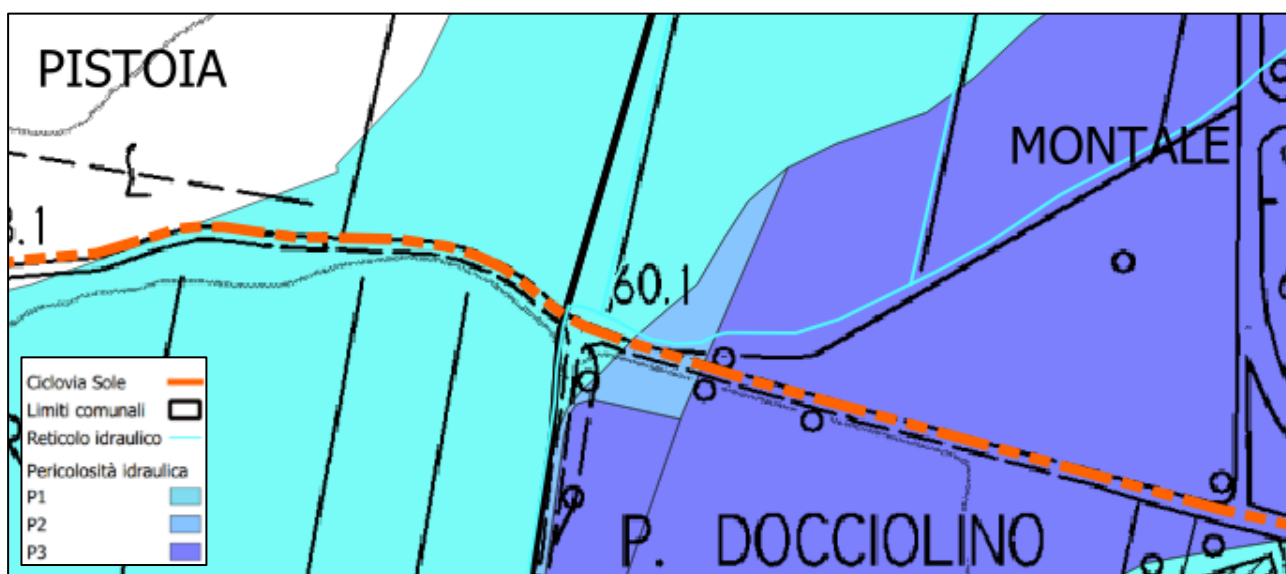


Figura 41 – Mappa pericolosità al confine tra i territori di Pistoia e Montale

Il tracciato procede in direzione est a sud dell'abitato di Montale percorrendo le reti stradali già esistenti fino a Via delle Foibe, dove all'altezza del parcheggio devia sulla destra per proseguire lungo una strada all'interno di zone verdi fino ad incontrare il torrente Settola.

Non sono previsti interventi significativi nel tratto, che risulta caratterizzato in parte in pericolosità idraulica P3 ed in parte in P2 e P1.



Figura 42 – Planimetria tracciato tra Via Berlinguer e Via Vittime delle Foibe

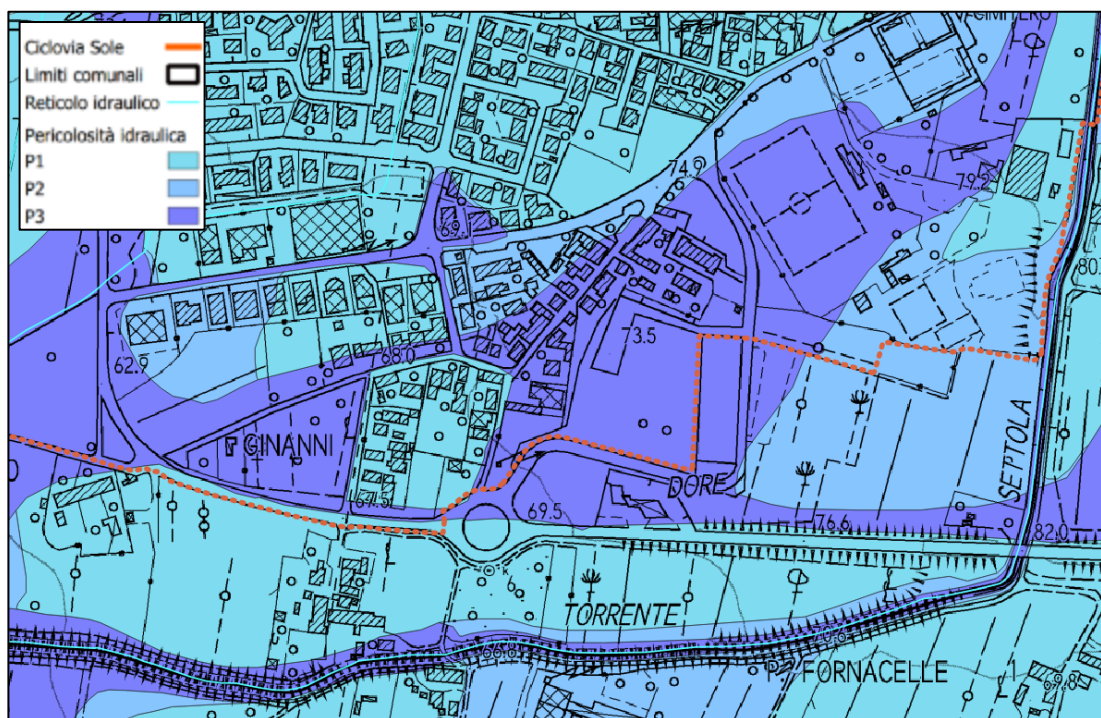


Figura 43 – Mappa pericolosità tra Via Berlinguer e Via Vittime delle Foibe

### 02.2.1 Attraversamento Torrente Settola in via Pacinotti

L'idrologia del Torrente Settola è stata mutuata dallo studio idraulico a supporto del Piano Strutturale Comunale, di recente approvazione. Il Torrente Settola attraversa il Comune di Montale con direzione prevalente nord/ovest-sud/est ed è un affluente del Torrente Bure in destra orografica. Il suo bacino idrografico complessivo è di circa 6.5 kmq. La tabella seguente riporta le principali caratteristiche del corso d'acqua studiato e dei relativi bacini idrografici, fino alla confluenza con il Torrente Bure.

Bacini	A (km <sup>2</sup> )	L (km)	Hmax	Hmin	i	iB
CASA AL BOSCO1	0.25	0.68	170.00	84.00	0.07	0.13
CASA AL BOSCO2	0.35	0.74	133.00	58.00	0.06	0.10
CASA AL BOSCO3	0.08	0.40	64.00	57.00	0.02	0.02
SETTOLA1	0.92	1.10	700.00	320.00	0.30	0.35
SETTOLA2	1.27	1.80	650.00	190.00	0.23	0.26
SETTOLA3	1.86	1.40	600.00	97.00	0.30	0.36
SETTOLA4	0.15	0.43	158.00	83.00	0.13	0.17
SETTOLA5	0.05	0.34	75.00	69.00	0.01	0.02
DOCCIOLINO1	0.96	0.88	232.00	65.00	0.11	0.19
DOCCIOLINO2	0.14	0.29	73.00	60.00	0.02	0.04
DOCCIOLINO3	0.16	0.29	70.00	57.00	0.03	0.04
DOCCIOLINO4	0.11	0.26	55.00	52.50	0.01	0.01
SETTOLA6	0.11	0.41	103.00	83.00	0.02	0.05
SETTOLA7	0.07	0.31	84.00	78.00	0.01	0.02
CASA AL BOSCO4	0.26	0.54	115.00	61.00	0.03	0.10

Tabella 2 – Parametri morfologici sottobacini idraulici

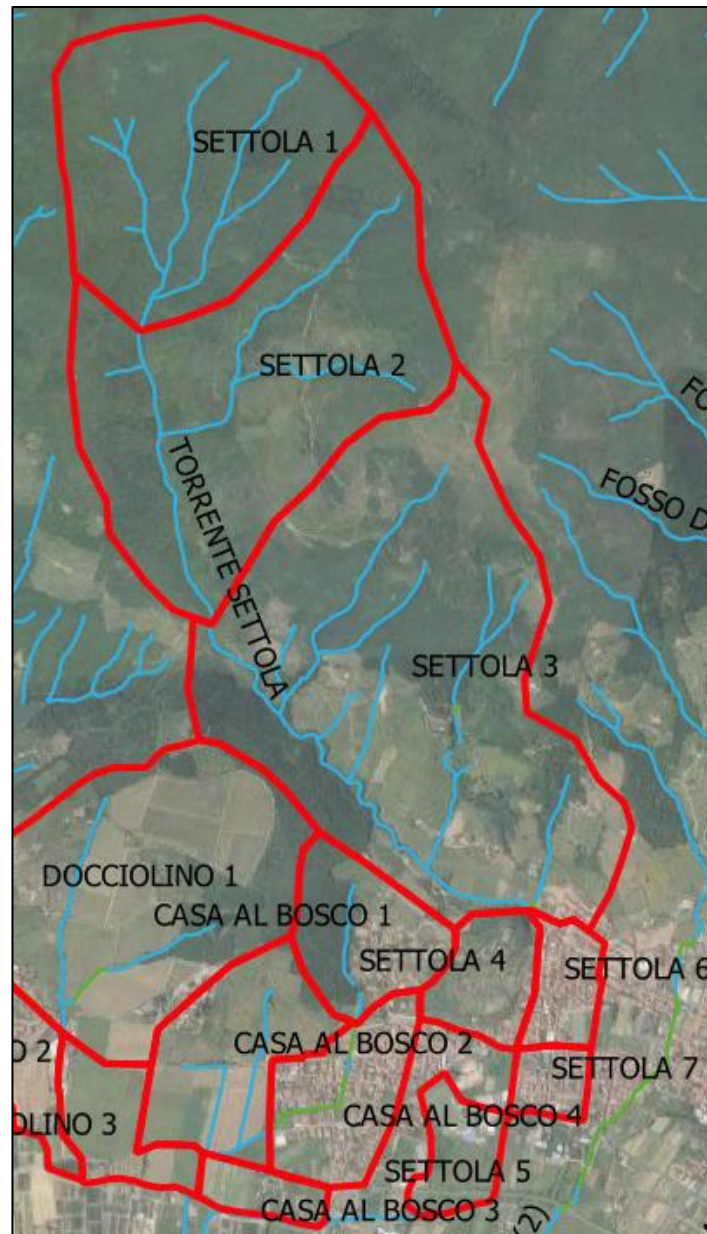


Figura 44 – Bacini idrografici Torrente Settola dal PS del Comune di Montale

I parametri morfologici dei bacini sono stati ricavati dalle Carte Tecniche Regionali della Regione Toscana. È stata seguita una modellazione idrologica, che ha previsto una schematizzazione della trasformazione degli afflussi in deflussi superficiali con il metodo del Curve Number per lo studio della propagazione delle piene. L'analisi idrologica, implementata tramite il software HEC-HMS, è stata svolta con riferimento agli eventi caratterizzati da tempi di ritorno di 30 e 200 anni. L'analisi idrologica è stata condotta tenendo conto delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) aggiornate, fino all'anno 2012, dall'Università di Firenze (Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale) nell'ambito dell'accordo di collaborazione con la Regione Toscana di cui alla DGRT 1133/2012. I parametri delle LSPP aggiornate sono disponibili e consultabili al link <http://www.sir.toscana.it/lssp-2012>.

Le curve di possibilità pluviometrica definiscono i parametri dell'espressione monomia per l'altezza di precipitazione:



$$h = a t^n$$

dove h è l'altezza di precipitazione espressa in mm, t è la durata di pioggia ed a e n sono i parametri caratteristici delle curve. Per la determinazione dei parametri a ed n è stata utilizzata la spazializzazione fornita dalla Regione Toscana ed è stata effettuata una media pesata, ottenendo i valori medi sotto riportati.

Montale	a	n
Tr = 200 anni	74.98546	0.352376
Tr = 30 anni	50.80910345	0.332881

Tabella 3 – Parametri a ed n LSPP

Per la determinazione dei deflussi netti corrispondente allo scorrimento superficiale dei bacini si è utilizzato il metodo del Curve Number (CN) del Soil Conservation Service. Il metodo si basa sul concetto che il flusso superficiale è nullo fino al raggiungimento di un valore di soglia di infiltrazione iniziale Ia, da letteratura tecnica legata alla capacità di ritenzione potenziale S dalla relazione:

$$Ia = 0.2 \cdot S$$

dove S è definita dall'espressione:

$$S = 25.4 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) \text{ [mm]}$$

Il parametro adimensionale Runoff Curve Number può variare tra 0 e 100 ed è funzione del tipo di copertura vegetale, della tessitura del terreno, dell'uso del suolo e del grado di saturazione. Si è fatto quindi riferimento al gruppo idrologico USDA (A: suoli con deflusso superficiale basso, B: suoli con deflusso superficiale moderatamente basso, C: suoli con deflusso superficiale moderatamente alto, D: suoli con deflusso superficiale alto) grazie alla cartografia resa disponibile dal Geoscopio della Regione Toscana; È stato poi analizzato l'uso del suolo sulla cartografia della Regione Toscana che riporta i valori del codice Corine Land cover.

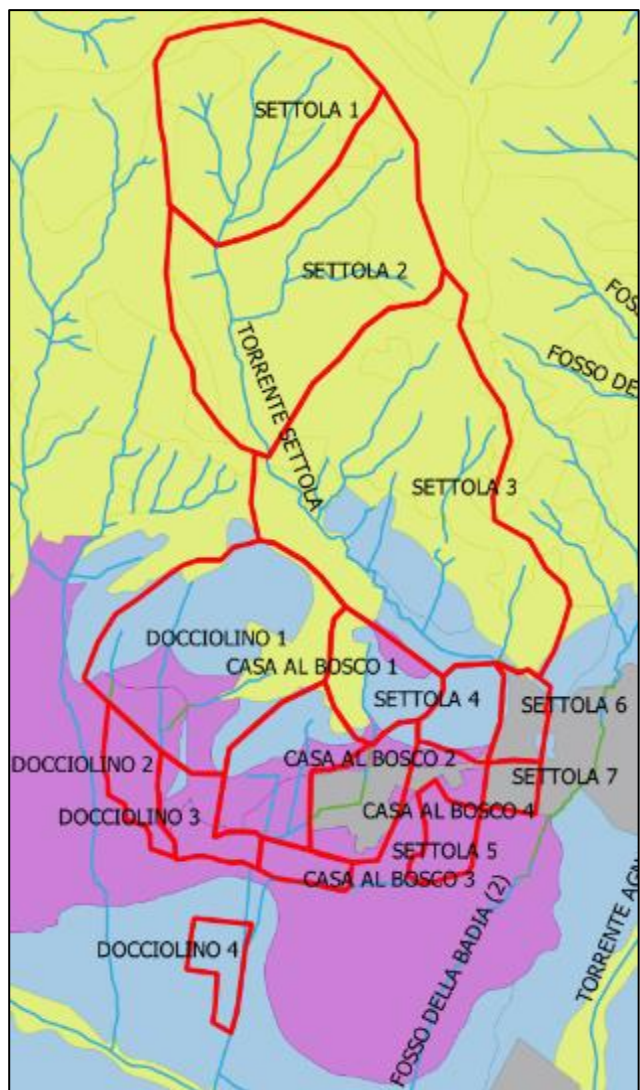


Figura 45 – Classificazione USDA area studiata

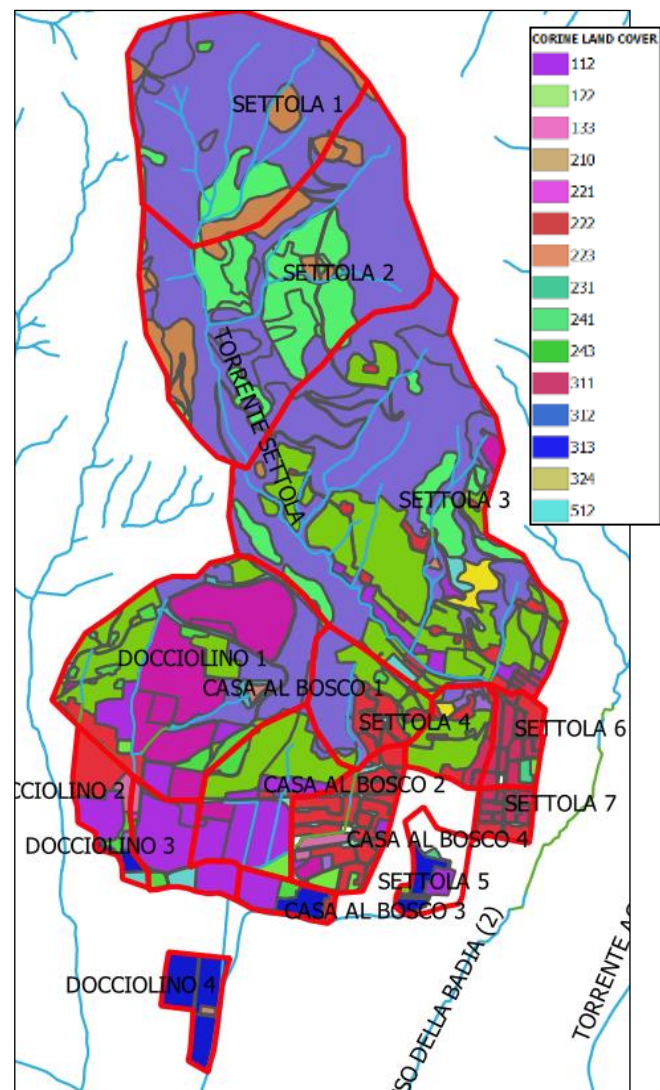


Figura 46 – Uso del Suolo sottobacini

Ad ogni codice CORINE è associato un valore di CN, riferito ad una condizione media di umidità del terreno antecedente l'evento di pioggia considerato (AMC II: Antecedent Moisture Condition Classe II). Tale tabella è stata ricavata dal documento "Modellazione idrologica caso pilota. Implementazione modello distribuito per la Toscana MOBIDIC Addendum: Parametrizzazione HMS" del novembre 2014, predisposto nell'ambito dell'Accordo di collaborazione scientifica tra Regione Toscana e Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Firenze per attività di ricerca per la mitigazione del rischio idraulico nella Regione Toscana.

Bacino	CN II	CN I	CN III
<b>CASA AL BOSCO1</b>	73	54	86
<b>CASA AL BOSCO2</b>	81	65	91
<b>CASA AL BOSCO3</b>	85	71	93
<b>SETTOLA1</b>	48	29	62
<b>SETTOLA2</b>	49	29	63
<b>SETTOLA3</b>	60	39	72
<b>SETTOLA4</b>	80	64	90
<b>SETTOLA5</b>	85	70	93
<b>DOCCIOLINO1</b>	79	62	90
<b>DOCCIOLINO2</b>	88	77	95
<b>DOCCIOLINO3</b>	86	72	93
<b>DOCCIOLINO4</b>	82	66	91
<b>SETTOLA6</b>	94	88	97
<b>SETTOLA7</b>	95	88	98
<b>CASA AL BOSCO4</b>	92	84	96

Tabella 4 – CN per sottobacini

La valutazione del tempo di corrivazione è stata effettuata mediando i valori che si ottengono da molteplici formulazioni impiegate in letteratura:

- formula di Ventura:

$$T_c = 0.127 \left( \frac{A}{i_B} \right)^{0.5}$$

- formula di Kirpich:

$$T_c = 0.0003257 \frac{L^{0.77}}{i_B^{0.385}}$$

- formula di Pasini:

$$T_c = 0.108 \frac{(AL)^{0.33}}{i^{0.5}}$$

- formula di Pezzoli:

$$T_c = 0.055 \frac{L}{i^{0.5}}$$

- formula di Ferro:

$$T_c = 0.675 A^{0.5}$$

dove  $A$  è la superficie del bacino in  $\text{km}^2$ ,  $L$  la lunghezza dell'asta principale in  $\text{km}$ ,  $i$  la pendenza media del corso d'acqua,  $i_B$  la pendenza media del bacino.

Si riportano i valori dei tempi di corrivazione ottenuti dalle varie formule con i dati relativi alle caratteristiche geomorfologiche del bacino riportati nella tabella seguente.

Bacino	Ventura	Pasini	Ferro	PIN1	PIN2	Tc (h)
CASA AL BOSCO1	0.18	0.22	0.34	0.19	0.27	0.24
CASA AL BOSCO2	0.24	0.29	0.40	0.21	0.32	0.29
CASA AL BOSCO3	0.27	0.28	0.19	0.11	0.15	0.20
SETTOLA1	0.21	0.20	0.65	0.31	0.51	0.38
SETTOLA2	0.28	0.30	0.76	0.51	0.60	0.49
SETTOLA3	0.29	0.27	0.92	0.40	0.73	0.52
SETTOLA4	0.12	0.12	0.26	0.12	0.21	0.17
SETTOLA5	0.21	0.23	0.15	0.10	0.12	0.16
DOCCIOLINO1	0.29	0.31	0.66	0.25	0.52	0.41
DOCCIOLINO2	0.22	0.29	0.25	0.08	0.20	0.21
DOCCIOLINO3	0.24	0.22	0.27	0.08	0.21	0.21
DOCCIOLINO4	0.43	0.34	0.22	0.07	0.18	0.25
SETTOLA6	0.19	0.26	0.22	0.12	0.18	0.19
SETTOLA7	0.24	0.38	0.18	0.09	0.14	0.21
CASA AL BOSCO4	0.21	0.31	0.34	0.15	0.27	0.26

Tabella 5 – Tempi di corrivazione per i sottobacini

Si sono quindi effettuate le modellazioni con ietogramma di forma triangolare, con trasformazione afflussi deflussi con idrogramma SCS, per la durata di precipitazione di 1, 2, 3 e 4 ore. Riportiamo i valori ottenuti a monte dell'attraversamento pedonale esistente, confluenza bacini Settola 4 e Settola 6.

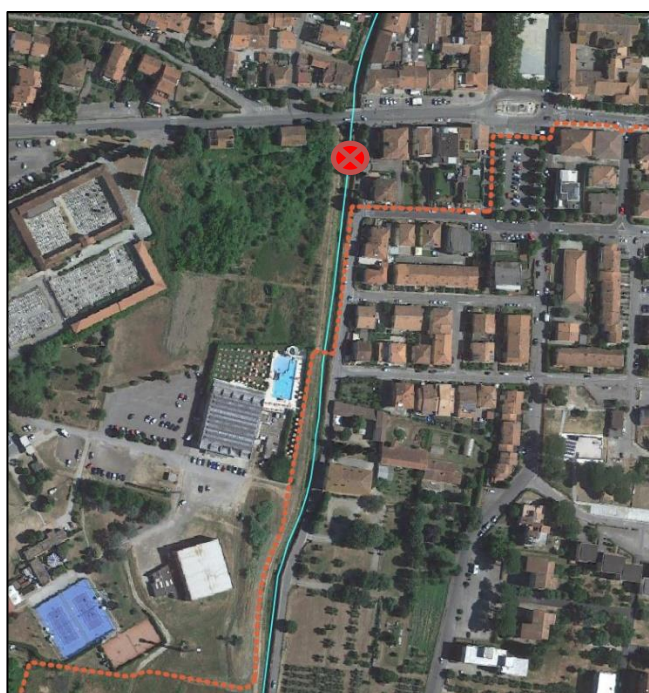


Figura 47 – Sezione di chiusura dell'area studiata

Portate di picco, passerella esistente [m <sup>3</sup> /s]				
	Tp 1h	Tp 2h	Tp 3h	Tp 4h
<b>TR200</b>	22.2	30.3	<b>30.4</b>	29
<b>TR30</b>	8	12	<b>12.9</b>	12.8

Tabella 6 –Massima portata Settola per differenti TR e Tp

Il manufatto di attraversamento esistente verrà demolito in modo da rispondere agli standard dimensionali delle ciclovie turistiche; attualmente è infatti già presente una passerella pedonale, che però risulta troppo stretta per consentire il passaggio a doppio senso ciclabile e pertanto sarà rimossa e sostituita con quella di progetto, garantendo anche il franco idraulico richiesto dalle NTC, cosa che non vale per l'opera esistente. In virtù dell'altezza degli argini, per raggiungere l'estradosso del ponte, in prossimità di entrambe le sponde sarà collocata una rampa con inclinazione al 4%.



Figura 48 –Planimetria tracciato attraversamento Settola

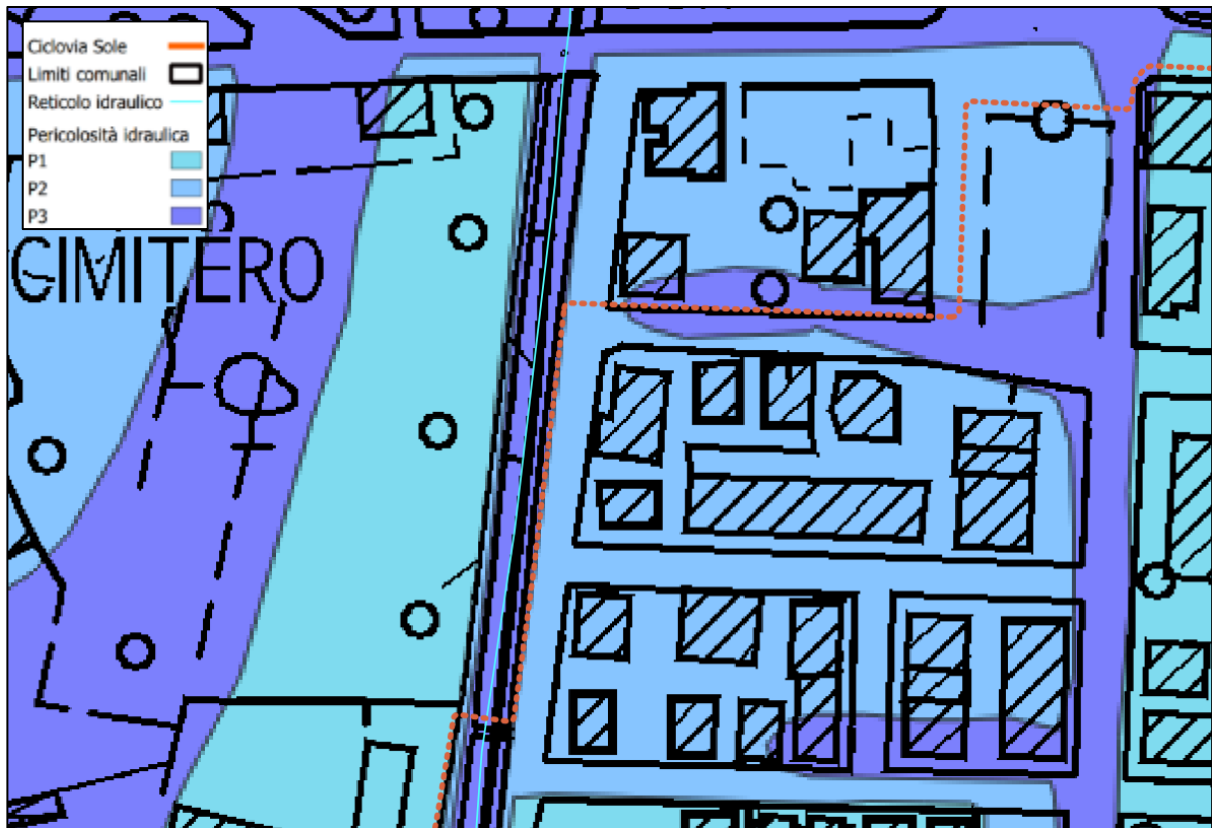


Figura 49 –Mappa pericolosità idraulica attraversamento Settola



Figura 50 - Attraversamento da sostituire su T. Settola (Montale)

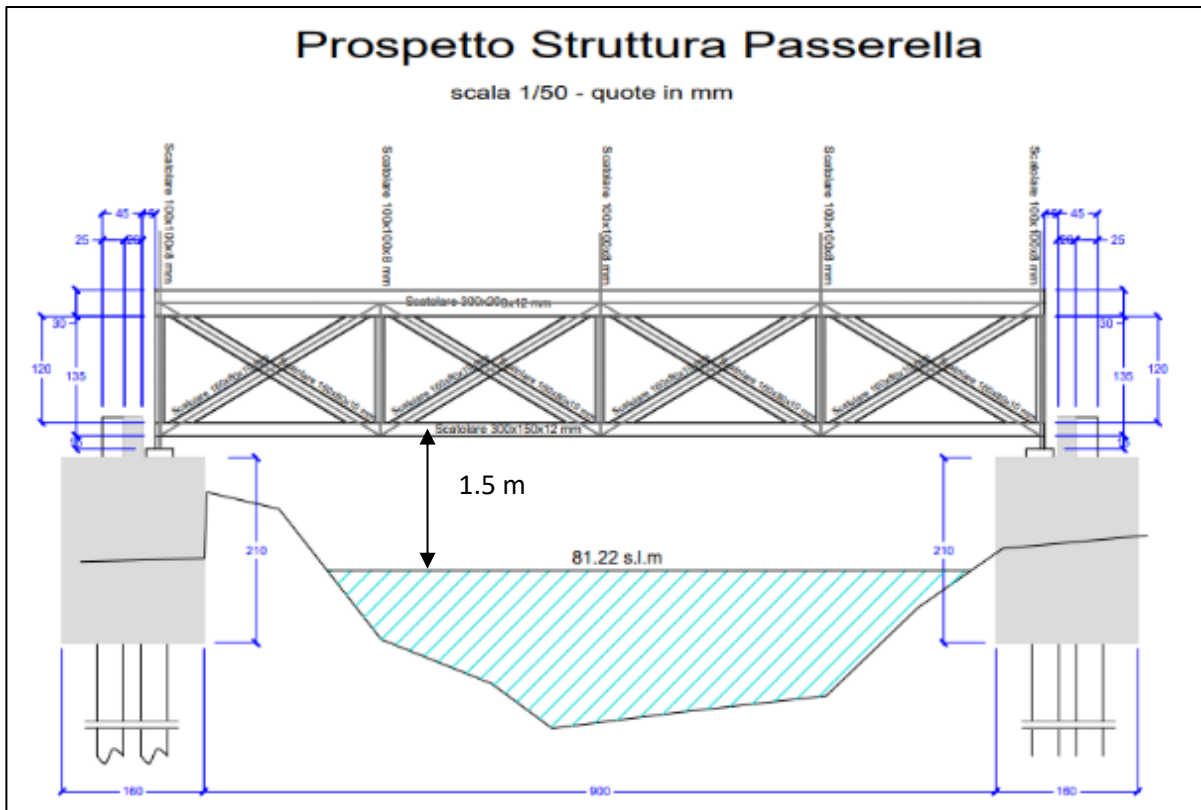


Figura 51 – Schema strutturale attraversamento Ciclovía Sole sul T. Settola

Superato il Torrente Settola, la ciclabile prosegue su Via Pacinotti, poi via Ludovico Ariosto, Piazza Giovanni XXIII per poi immettersi sulla SP7 ed incontrare il Fosso della Badia all’altezza dell’incrocio con Via Guazzini.



Figura 52 –Asse tracciato all’interno del Comune di Montale

Non esiste un vero e proprio attraversamento sul suddetto Fosso, in quanto risulta tombato per una lunghezza di circa 800 metri, pari a tutta la zona edificata. Essendo il percorso tracciato tutto su strade già esistenti non sono previsti interventi significativi dal punto di vista idraulico.

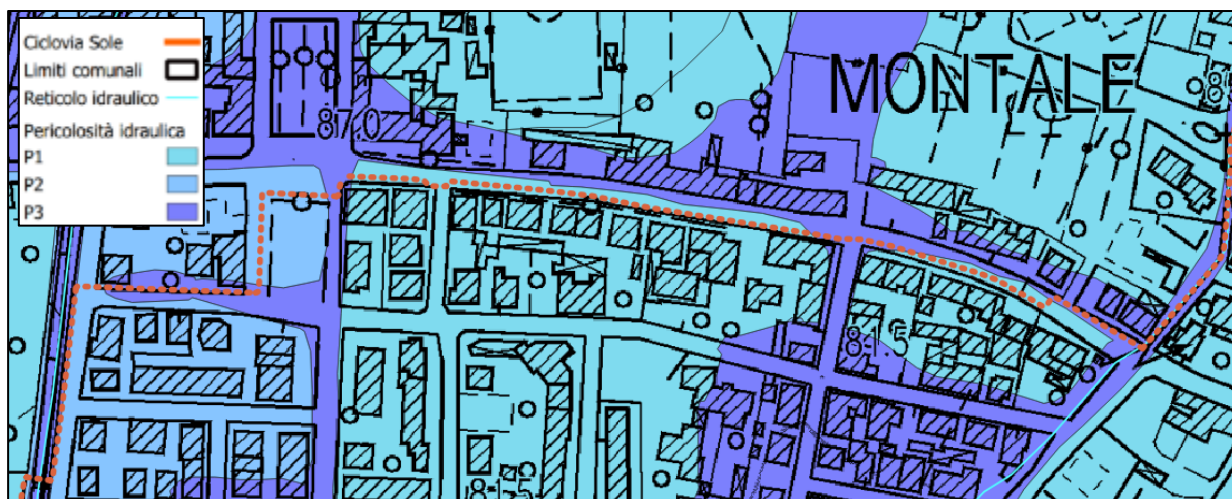


Figura 53 –Mappa pericolosità all'interno del Comune di Montale

Passando dal Comune di Montale, in prossimità di Via Fratelli Masini, si procede in direzione est fino ad arrivare all'incrocio con Via Benelli, dove la ciclovia presenta un bivio; il tratto più a nord si immette in Via Bruno per uscire dal territorio di pertinenza del Comune (tratto 2), mentre il tratto a sud si collega alla stazione di Montale (tratto 2bis).

Il tracciato del primo percorso conserva le caratteristiche citate precedentemente e la pericolosità idraulica di riferimento è pari P1, senza opere significative dal punto di vista idraulico da realizzare.



Figura 54 –Planimetria Ciclovia tra Via Gramsci e Via Benelli





Figura 55 –Mappa pericolosità alluvioni tra Via Gramsci e Via Benelli

Il tratto 2bis raggiunge la stazione ferroviaria di Montale/Aglia. Il percorso sarà realizzato lungo Via Benelli, Via Garibaldi e Piazza Guglielmo Marconi, con tracciato in promiscuo su viabilità già esistente, senza pertanto interventi significativi per la compatibilità idraulica dell'opera.

In generale in tutto il tratto analizzato non sono previste modifiche di carattere morfologico (cambio pendenza, avvallamenti, rilievi) o opere di attraversamento idraulico.



Figura 56 – Ciclovia Via Benelli

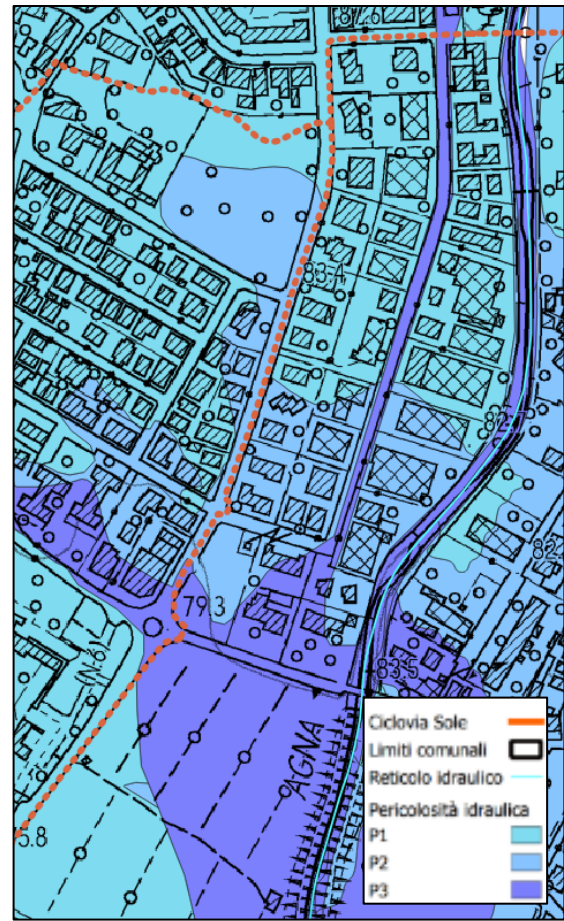


Figura 57 – Mappa pericolosità alluvioni



Figura 58 – Planimetria Ciclovia Via Garibaldi

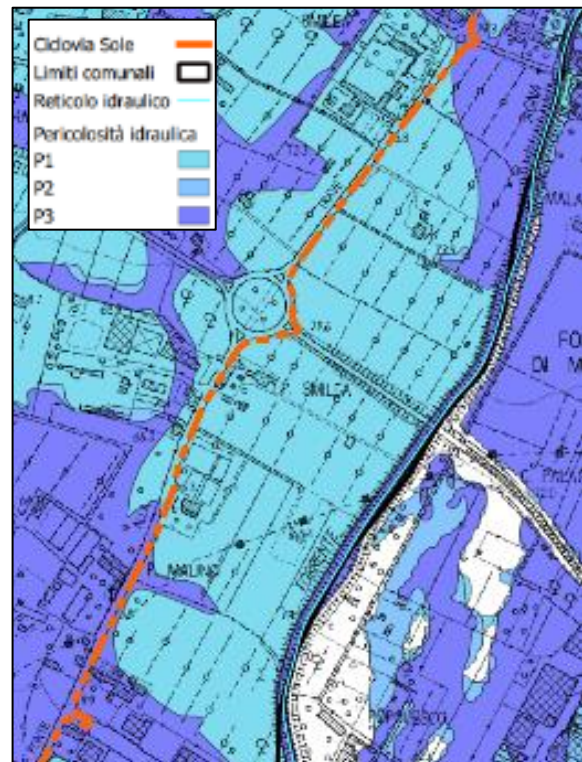


Figura 59 – Mappa alluvioni Via Garibaldi



Figura 60 – Ciclovía tra le frazioni di Molino e Stazione



Figura 61 –Mappa pericolosità idraulica

### 02.3 LOTTO 2: COMUNE DI MONTEMURLO

In corrispondenza del confine comunale fra Montale e Montemurlo, scorre il Torrente Agna, che sarà superato mediante l'attraversamento fra Via Giordano Bruno con Via Alfonso Lamarmora, di recente realizzazione e pertanto già idoneo per gli standard normativi.

La pericolosità idraulica è localizzata prettamente in destra idraulica con un valore P1 per la maggioranza e P3 all'interno dell'alveo.



Figura 62 –Ciclovía nei pressi dell'attraversamento sull'Agna



Figura 63 –Mappa pericolosità idraulica attraversamento Agna

Da Via Lamarmora, la ciclovía si affianca a lato delle strade carrabili di Via Bicchieraia e Via Fermi, passando all'interno del Parco della Pace, fino all'incrocio con Via Fornacelle. Il tracciato non subisce alcuna modifica planimetrica, ma rimane tale e quale tranne che per la pavimentazione.



Figura 64 –Asse Ciclovía tra Via Lamarmora e Via Fermi

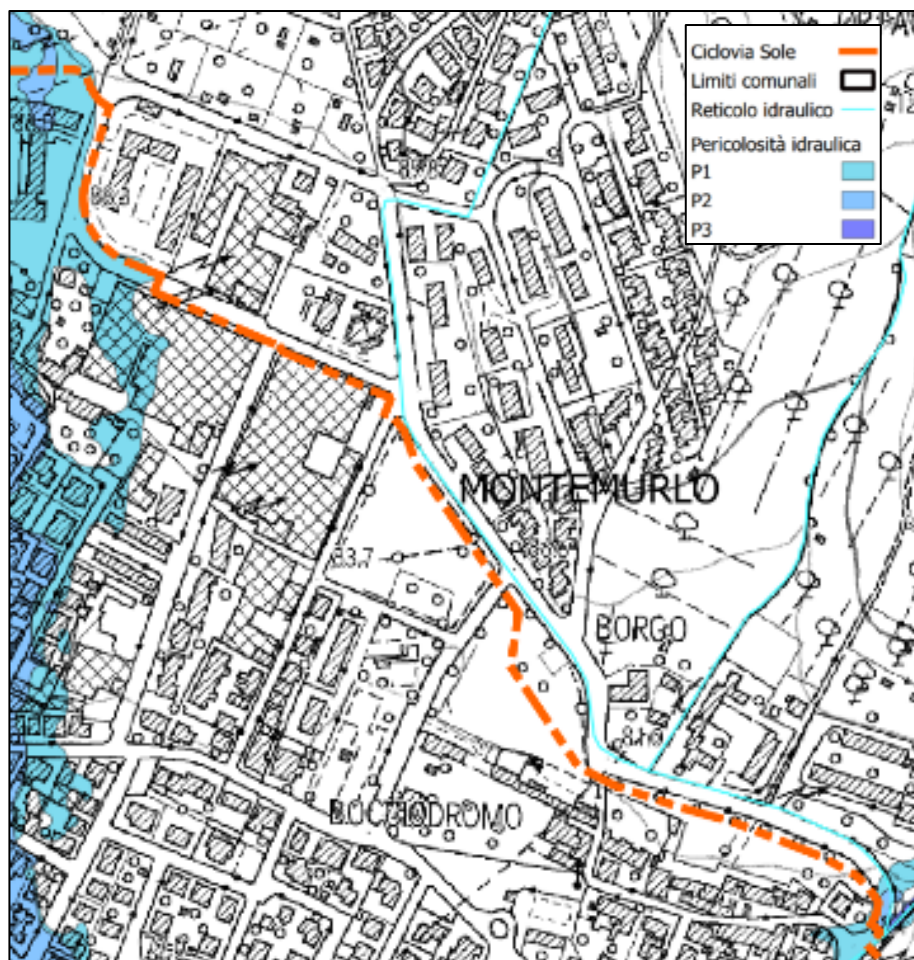


Figura 65 –Mappa alluvioni tra Via Lamarmora e Via Fermi

Da questo punto, la ciclovia prosegue verso Via Morecci fino all’incrocio con Via Garibaldi per poi affiancarsi a lato della strada carrabile di Via Indipendenza.

A circa 200 m da questo punto, vi è un’intersezione col reticolo denominato Fosso di Castello, su Via Fratelli Cervi, che presenta le caratteristiche di un tratto tombato all’interno di un agglomerato urbano.



Figura 66 – Tracciato Ciclovia in Via Fratelli Cervi

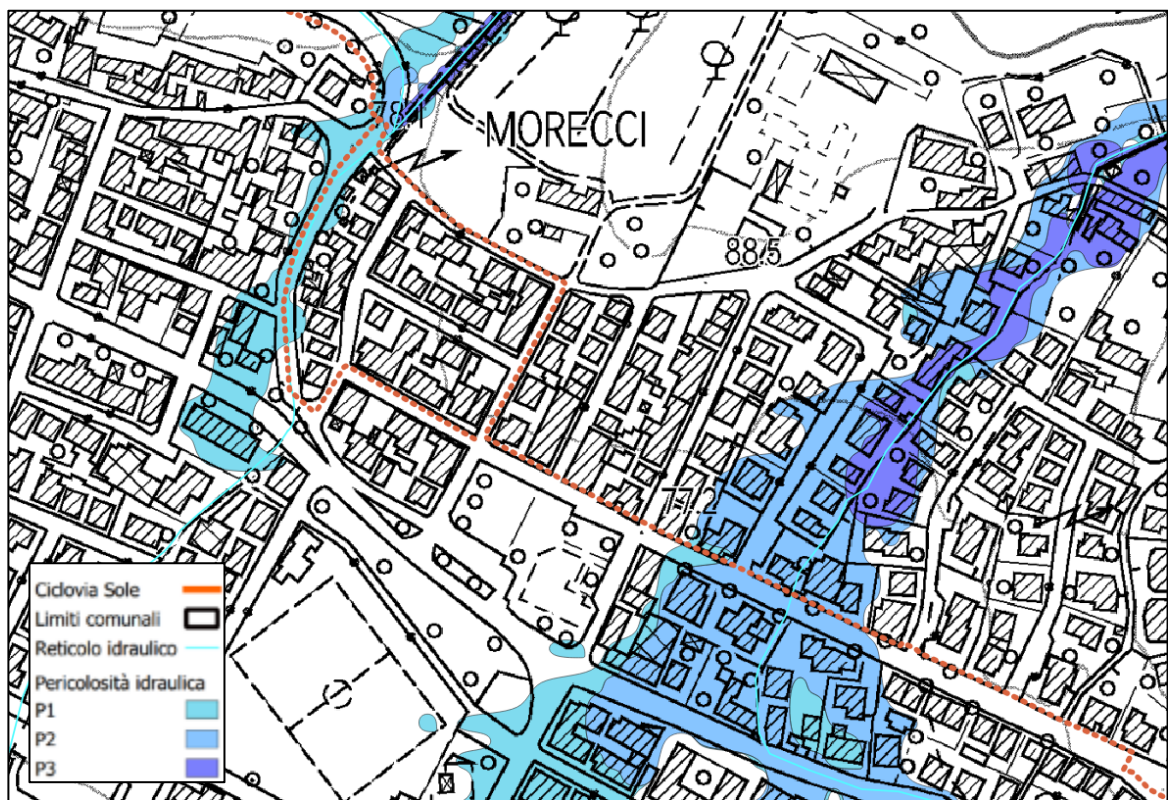


Figura 67 – Mappa alluvioni in Via Fratelli Cervi

Continuando su Via Fratelli Cervi la pista si dirige in direzione sud-est sotto la Rocca di Montemurlo e prendendo poi Via Bixio e successivamente Via Montalese per entrare nella frazione di Mulino. Anche questo tratto è tutto su tracciato esistente, non necessita d'intervento ed in particolare, una volta entrati in Via Montalese, ci si allaccia alla ciclabile già presente.



Figura 68–Planimetria Ciclovía tra Montemurlo e la frazione di Mulino

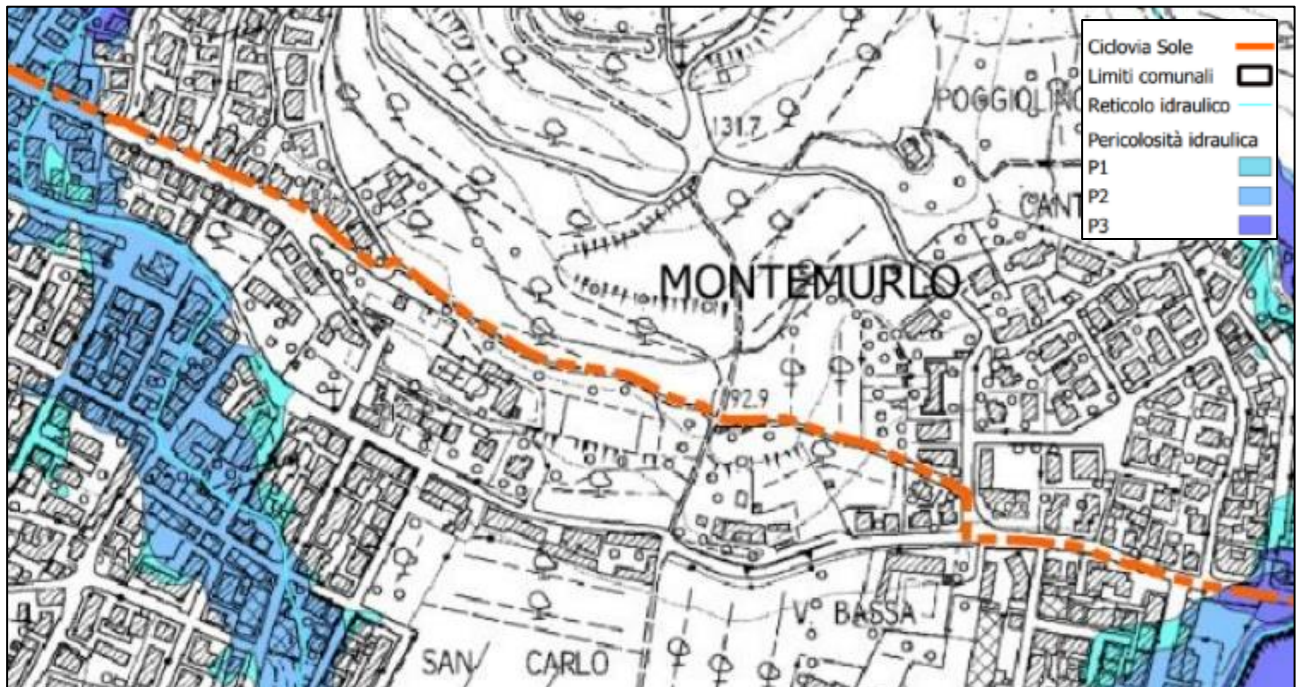


Figura 69–Mappa pericolosità alluvioni tra Montemurlo e la frazione di Mulino

All'interno della suddetta frazione vi è un attraversamento sul Fosso di Mendalcione che non è oggetto d'intervento in quanto si procede su sedime stradale esistente. La pericolosità idraulica è per la maggioranza di classe P2.



Figura 70 – Planimetria Ciclovía frazione di Mulino

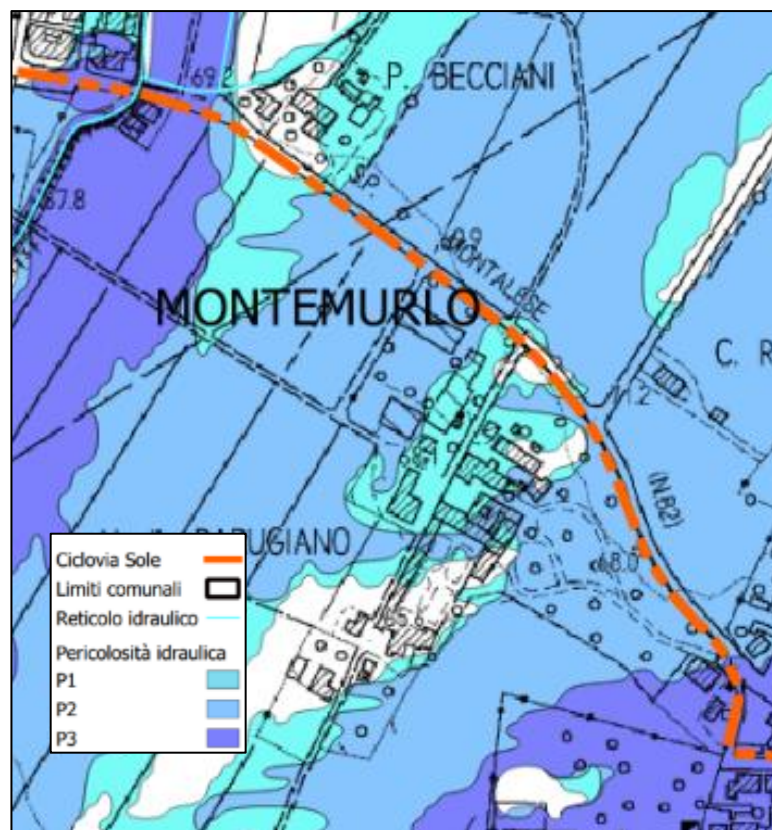


Figura 71 – Mappa pericolosità abitato di Mulino



Proseguendo sul percorso si raggiunge la frazione di Bagnolo dove è presente un secondo attraversamento collocato su Via Montalese per superare il Torrente Bagnolo. La pista ciclabile è già presente, verrà semplicemente adeguato il tracciato. La pericolosità idraulica è P3 a monte del ponte e P2 a valle di esso.



Figura 72 – Planimetria Ciclovía in corrispondenza dell'attraversamento sul Torrente Bagnolo

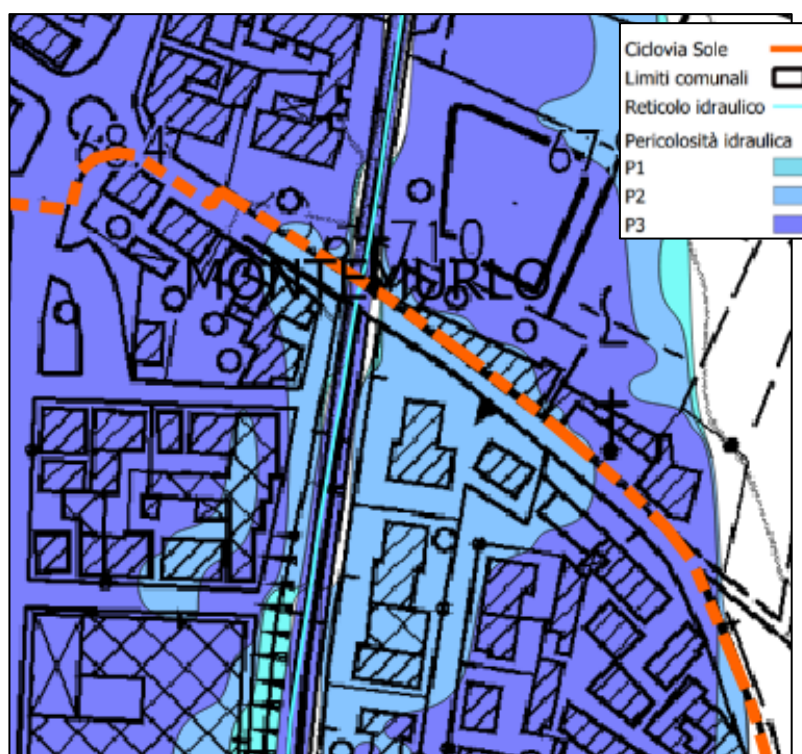


Figura 73 – Mappa pericolosità alluvioni in corrispondenza dell'attraversamento sul Torrente Bagnolo

Superato tale attraversamento, la ciclovia segue la pista ciclabile di Bagnolo seguendo Via Montalese fino a raggiungere la rotonda con Via di Galceti, dove è presente un doppio attraversamento sul Fosso del Ficarello, che viene mantenuto tale e quale.



Figura 74 – Ciclovia nella frazione di Bagnolo

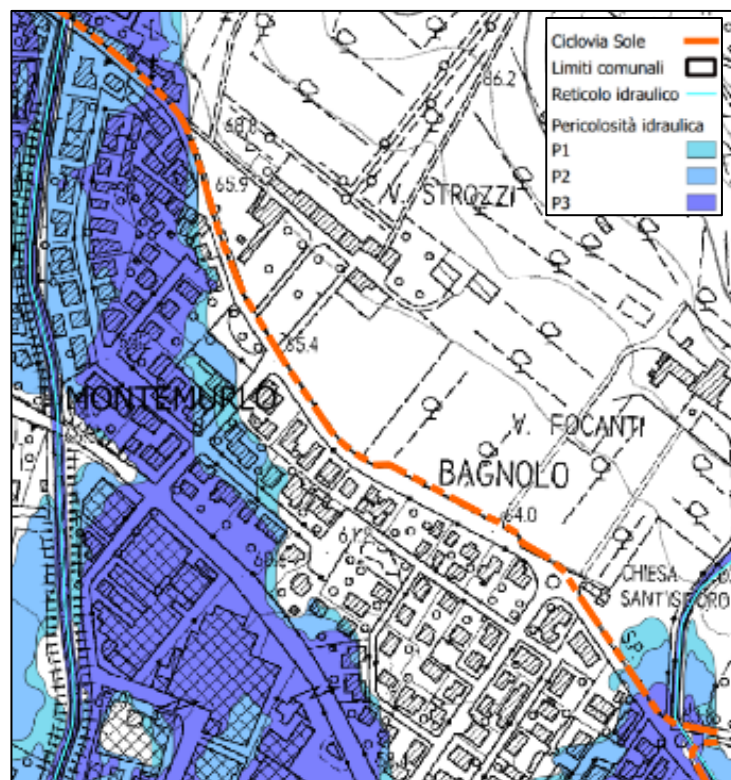


Figura 75 – Mappa alluvioni nella frazione di Bagnolo

Dalla rotonda si continua su Via Montalese, percorrendo la ciclabile già esistente, in direzione Maliseti per avvicinarsi al territorio di competenza del Comune di Prato. Questo tratto subirà una leggera modifica; dato che la strada non è abbastanza larga per contenere anche la nuova ciclovia a causa della presenza degli edifici sul lato destro e del Fosso Ficarello sul sinistro. Il corso d'acqua sarà traslato di qualche metro **garantendo una sezione idraulica sufficiente a contenere una portata duecentennale con condizione al contorno di valle data dalla bocca tarata della cassa di espansione esistente.** Il dimensionamento delle sezioni idrauliche in questo tratto dovrà essere realizzato nella fase progettuale esecutiva, come concordato con il Genio Civile Valdarno Centrale durante il sopralluogo del 15 febbraio 2023, e comunque prima del rilascio della concessione/autorizzazione idraulica.



Figura 76 – Planimetria su Via Montalese a Bagnolo e zona intervento

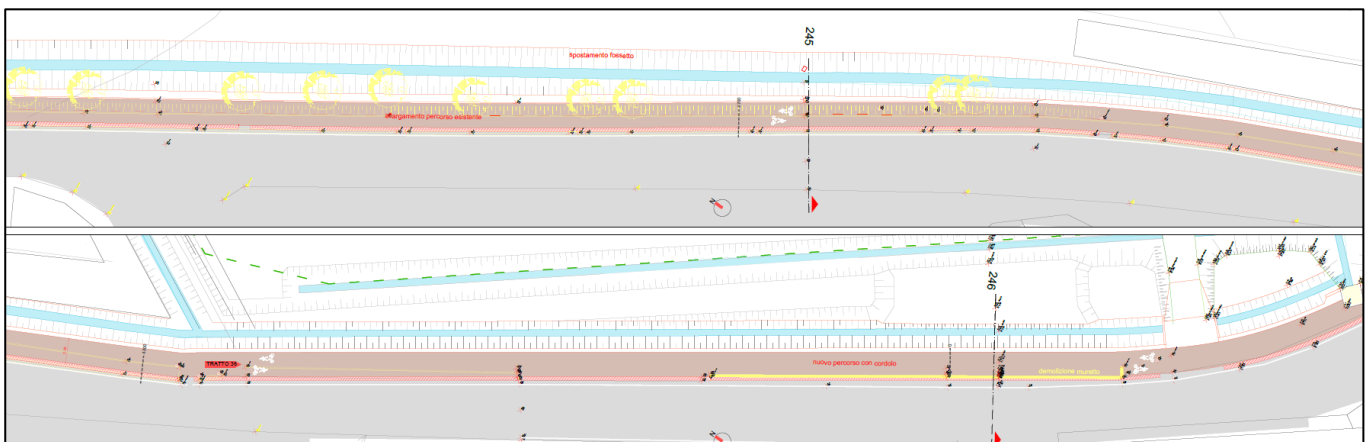


Figura 77 – Planimetria di progetto nel tratto

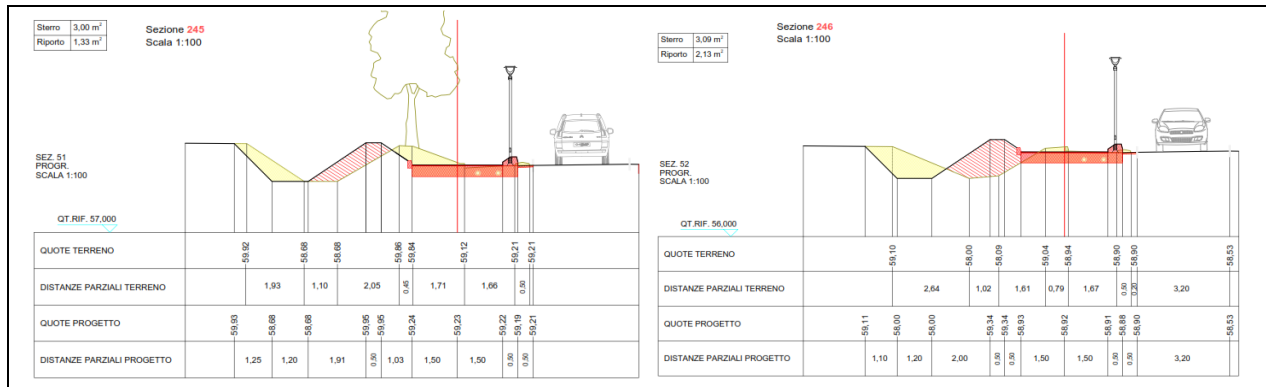


Figura 78 – Particolari spostamento Fosso Ficarello per realizzare la ciclabile

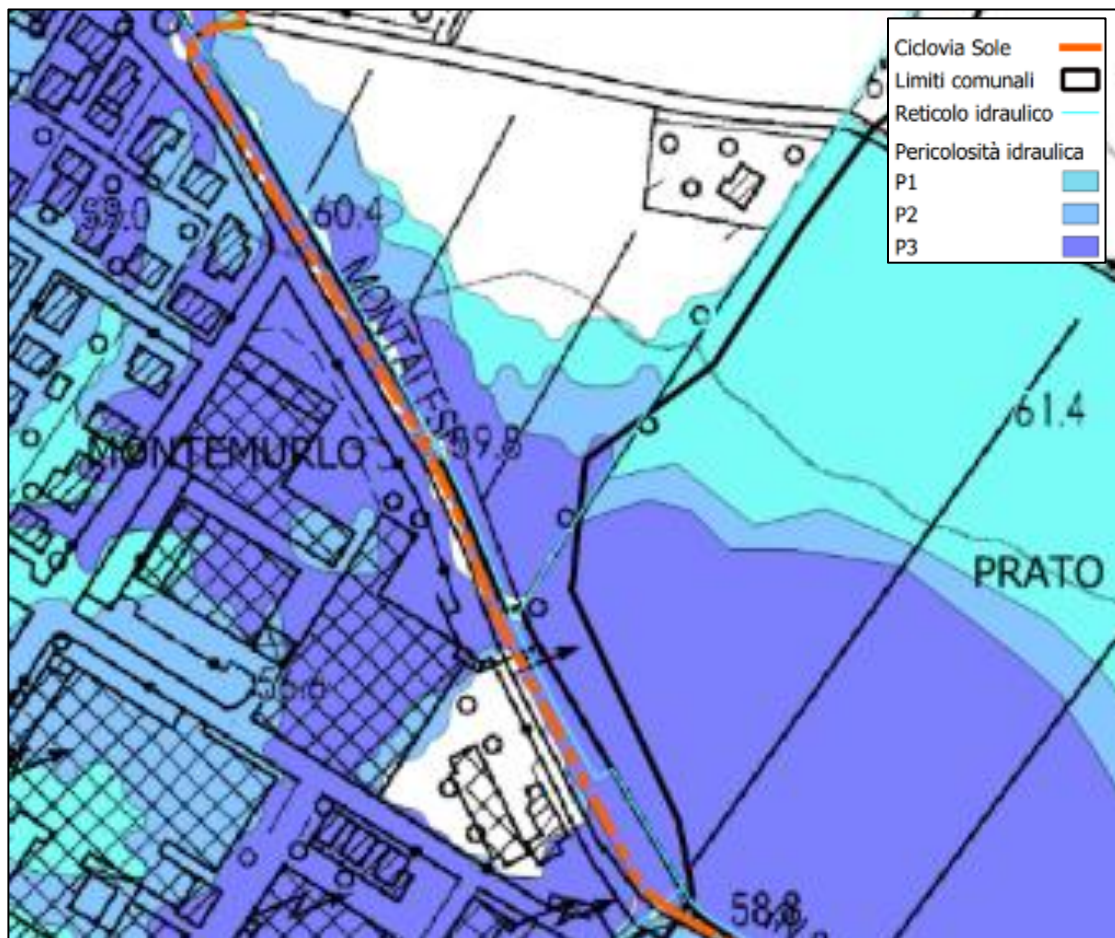


Figura 79 – Mappa pericolosità idraulica su via Montalese

## 02.4 LOTTO 3: COMUNE DI PRATO

All'interno del Comune di Prato, la trattazione dello sviluppo della ciclovía sarà più sintetica, poiché è già presente una rete ciclabile che viene utilizzata come base per la Ciclovía del Sole.

Il primo attraversamento col reticolo gestito dalla l.e.79/2012 è all'interno della frazione di Maliseti sul Torrente Bardena in Via di Dogaia. Il manufatto resta tale e quale. Attraversata la

passerella, la ciclovia prosegue su Via S. Martino per Galceti fino ad immettersi nel centro abitato della frazione omonima.

La pericolosità, per il tratto analizzato, idraulica risulta P1 in sinistra idraulica mentre P2 e P3 in destra.



Figura 80 – Ciclovia sulla ciclabile a Maliseti



Figura 81 – Mappa pericolosità alluvioni sulla ciclabile a Maliseti

All'interno del quartiere di San Martino per Galceti, la Ciclovia si snoda all'interno dell'abitato fino a raggiungere la rampa che permette di attraversare la rotonda su Viale Fratelli Cervi. In questa area non vi sono attraversamenti di corsi d'acqua e non vengono apportate alterazioni alla viabilità e la classe di pericolosità idraulica risulta P3, pertanto la ciclovia andrà inserita nel Piano di Protezione Civile Comunale e sul tracciato dovranno essere installate cartellonistiche specifiche per l'allerta della popolazione.



Figura 82 – Ciclovía sulla ciclábile nel quartiere di Galceti

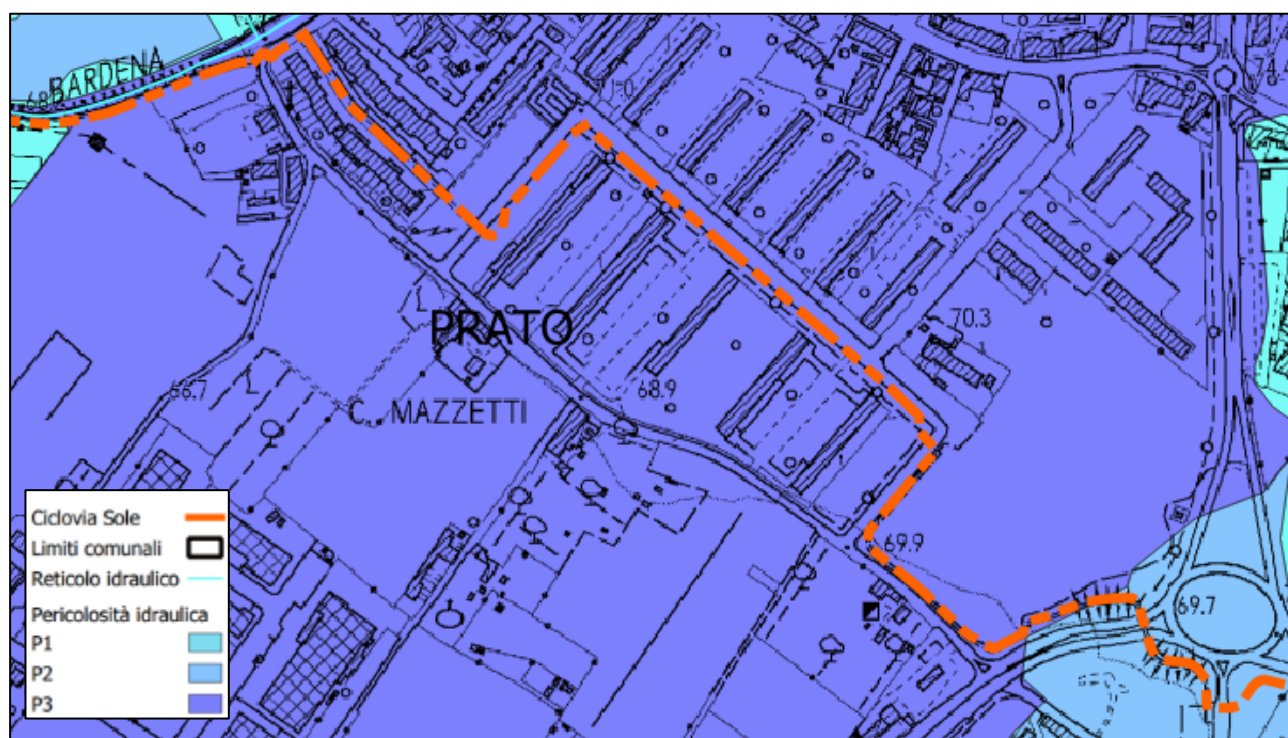


Figura 83 – Ciclovía sulla ciclábile a Malisetti

Superata la rotonda la ciclovía si affianca a Via Fratelli Cervi per dirigersi verso il quartiere di Santa Lucia e più precisamente su Viale Galilei, dove virerà verso sud per accostarsi al Fiume Bisenzio ed attraversare tutta Prato.

Non essendoci la presenza di corsi d'acqua in tale area, fatta eccezione per un tratto tombato nel quartiere di Villa Fiorita, ed essendo le sezioni del Bisenzio molto ampie e in grado di contenere al loro interno eventi di portata duecentennale, tutta l'area è classificata P1 come pericolosità idraulica.



Figura 84 –Planimetria Ciclovía nel territorio di Prato

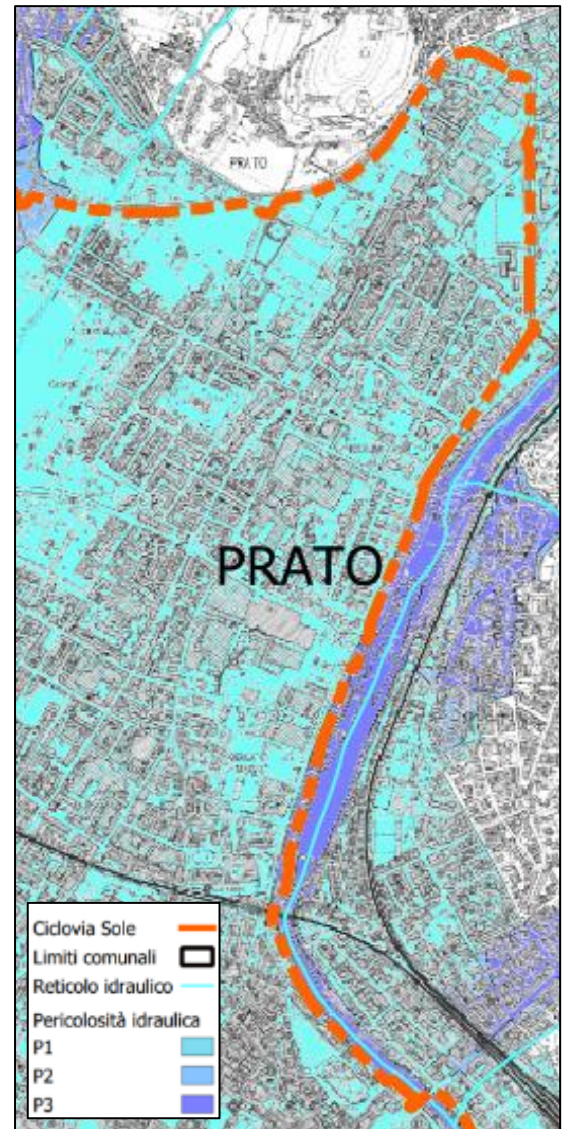


Figura 85 –Mappa pericolosità

L'unico attraversamento sul Bisenzio è situato nei pressi del centro storico del Comune di Prato, più precisamente sul ponte XX Settembre, che porta a Piazza San Marco. La ciclovía viene inserita in parte in sostituzione del marciapiede, andando a cambiare il tipo di pavimentazione.

Non sono previste modifiche alla quota del piano strada. In termini di pericolosità idraulica, l'area è P3 all'interno dell'alveo e P1 al di fuori delle sponde.



Figura 86 –Ciclovía in corrispondenza di ponte XX Settembre

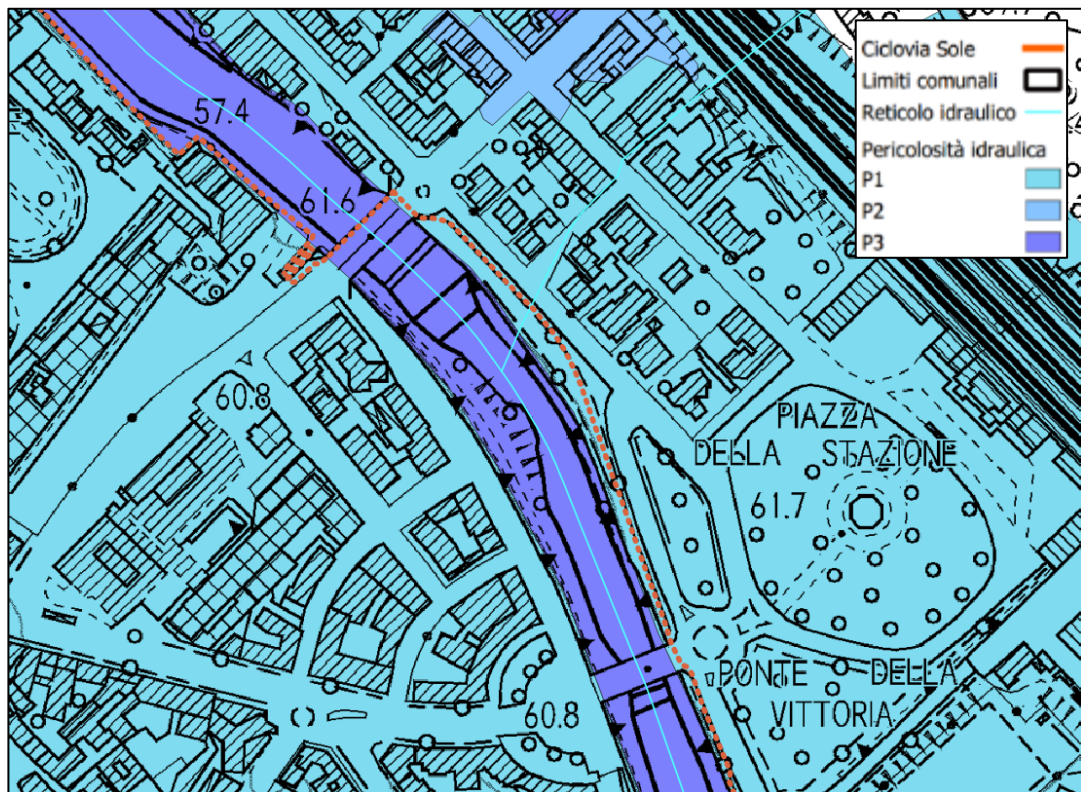


Figura 87 –Mappa alluvioni nei pressi del ponte XX Settembre



Giunti sulla sponda sinistra del Fiume Bisenzio, la ciclovia si dirige verso la stazione Centrale seguendo Via Matteotti per poi proseguire lungo Via Firenze e procedere verso la frazione di Gorfienti, da dove poi entrerà nel Comune di Campi Bisenzio. Come per i precedenti tratti, il percorso della ciclovia coincide con quello della ciclabile già esistente e non sono previste modifiche se non piccoli adeguamenti.



*Figura 88–Planimetria Ciclovia nel territorio di Prato Est*

Durante il percorso la ciclovia intercetta 4 tratti tombati, ricadenti nel reticolo della l.r.79/2012 e s.m.i., in sede promiscua a strade esistenti.

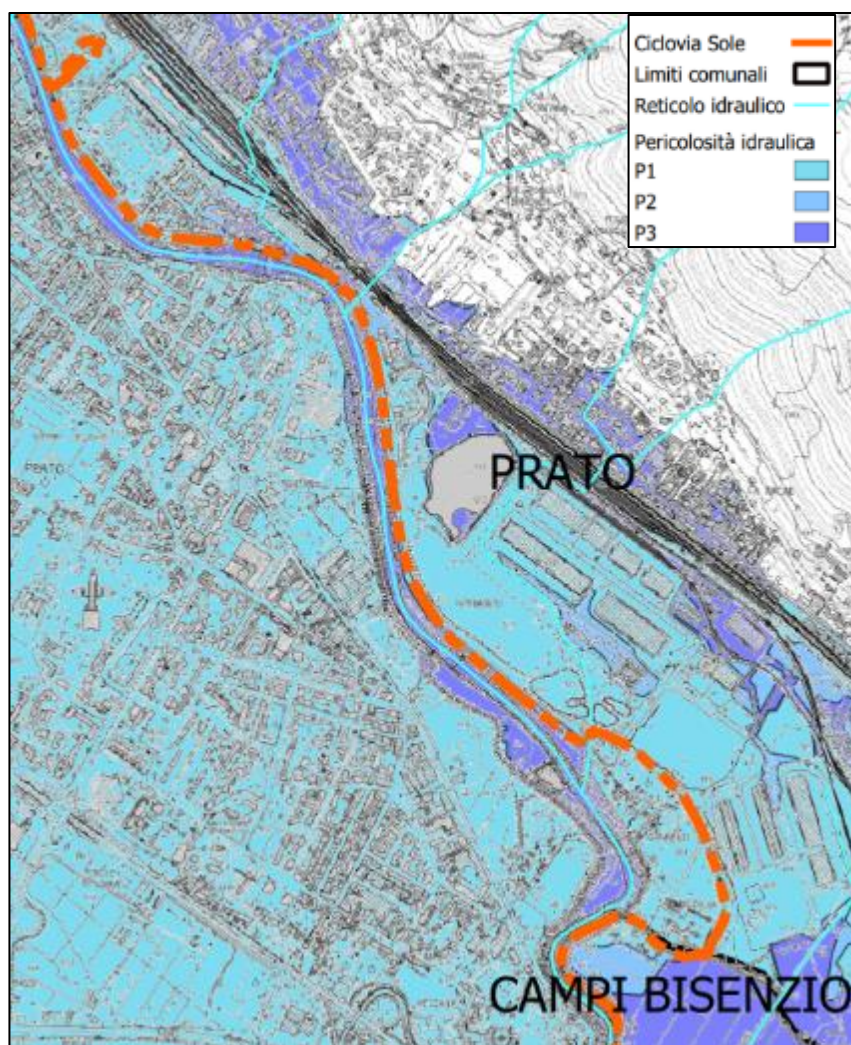


Figura 89–Pericolosità idraulica Prato Est

## 02.5 LOTTO 4: COMUNE DI CAMPI-BISENZIO SIGNA

Entrati nel territorio di pertinenza del Comune di Campi Bisenzio, il percorso è situato sempre sulla sponda sinistra del Fiume Bisenzio e prosegue fino a quando il tratto della pista ciclabile esistente non si interrompe. A quel punto il tracciato devia alla sua destra per immettersi in Via Fratelli Cervi e attraversare la zona industriale di Capalle.

In questo tratto non sono previsti interventi fatta eccezione per la sostituzione della pavimentazione e l'inserimento di cartellonistica segnaletica adeguata, senza pertanto opere significative dal punto di vista idraulico.



Figura 90 – Tracciato Ciclovia al confine tra il territorio comunale di Prato e Campi Bisenzio

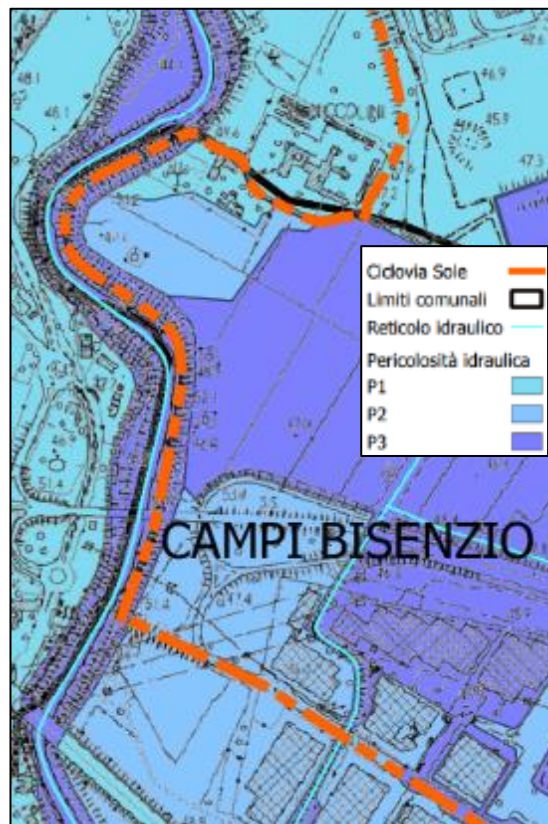


Figura 91 – Mappa pericolosità alluvioni al confine tra il territorio comunale di Prato e Campi Bisenzio

Nella zona produttiva della frazione di Capalle, all'interno del Comune di Campi Bisenzio, in Via Fratelli Cervi è presente un attraversamento carrabile sul Fosso del Ciliegio. La ciclovia è realizzata all'interno della carreggiata stessa.



Figura 92 –Tracciato Ciclovia nella zona produttiva di Capalle

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica la zona è classificata come P2 e P3.

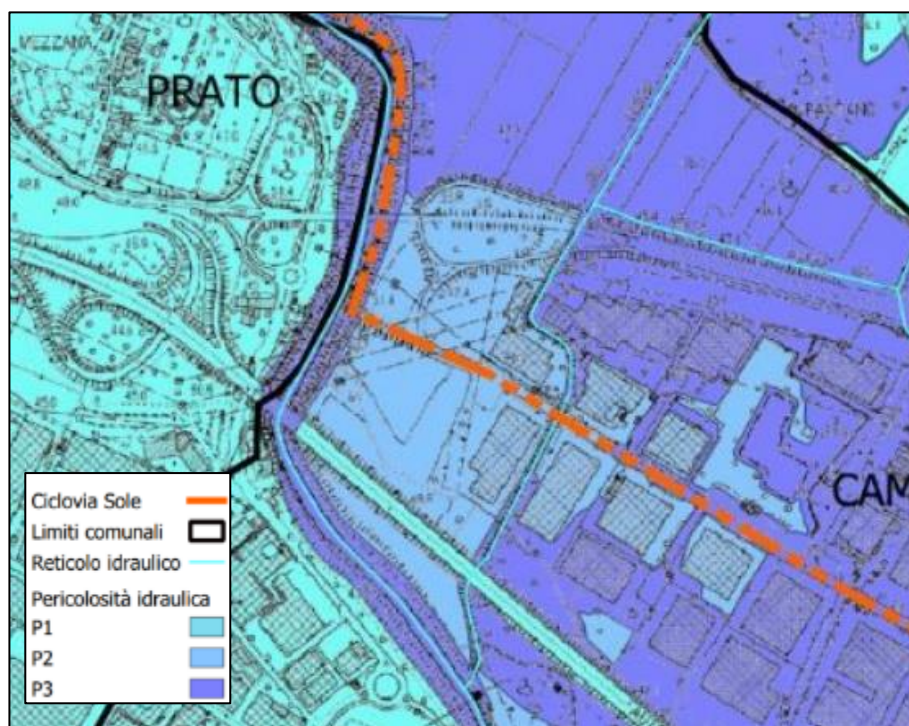


Figura 93 –Mappa alluvioni nella zona industriale di Capalle

Circa 700m più a valle, lungo la stessa strada, ci sono 2 attraversamenti, di cui il secondo è a cielo aperto, con la presenza di un ponte mentre l'altro è tombato; il canale a cielo aperto è il Torrente Marinella ed è un'affluente di sinistra del Bisenzio. Una volta attraversati in sede promiscua i due corsi d'acqua, il tracciato della Ciclovía si dirige in direzione sud a sinistra del corso d'acqua.



Figura 94 –Tracciato nei pressi dell'attraversamento su Torrente Marinella



Figura 95 –Mappa di pericolosità idraulica nei pressi dell'attraversamento su Torrente Marinella

Superata l'autostrada la Ciclovía scorre a fianco del T. Marinella e poi si sposta sulla sponda destra di un affluente di destra per dirigersi verso l'abitato della frazione di Capalle, lungo Via

San Quirico e Via Marinella. Uscito dal centro si muove verso est fino a Via Barberinese che affianca fino a tornare in quota, tramite una rampa, sulla sponda sinistra del Bisenzio. In questo tratto vi sono due interferenze col reticolo dalla l.r. 79/2012, in entrambi i casi tombato. Non vengono apportate modifiche morfologiche alla strada.



Figura 96 – Planimetria Ciclovia nella frazione di Capalle

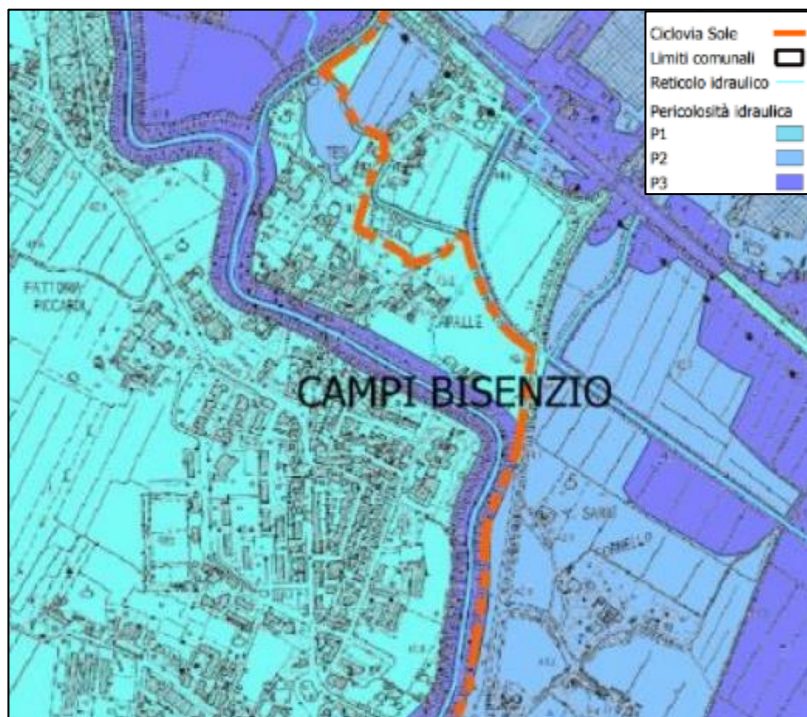


Figura 97 – Mappa pericolosità alluvioni a Capalle

A poche centinaia di metri dall'abitato di Campi Bisenzio, su Viale Primaldo Paolieri vi è un'opera di attraversamento sul Torrente Marina, nei pressi della confluenza tra questo e il Fiume

Bisenzio. Vi è anche una seconda a monte, ma si tratta di un tratto tombato. La ciclabile, come nei casi sopra citati, sfrutta la sede esistente, quindi senza prevedere interventi.



Figura 98 –Tracciato su Via Paolieri a Campi Bisenzio

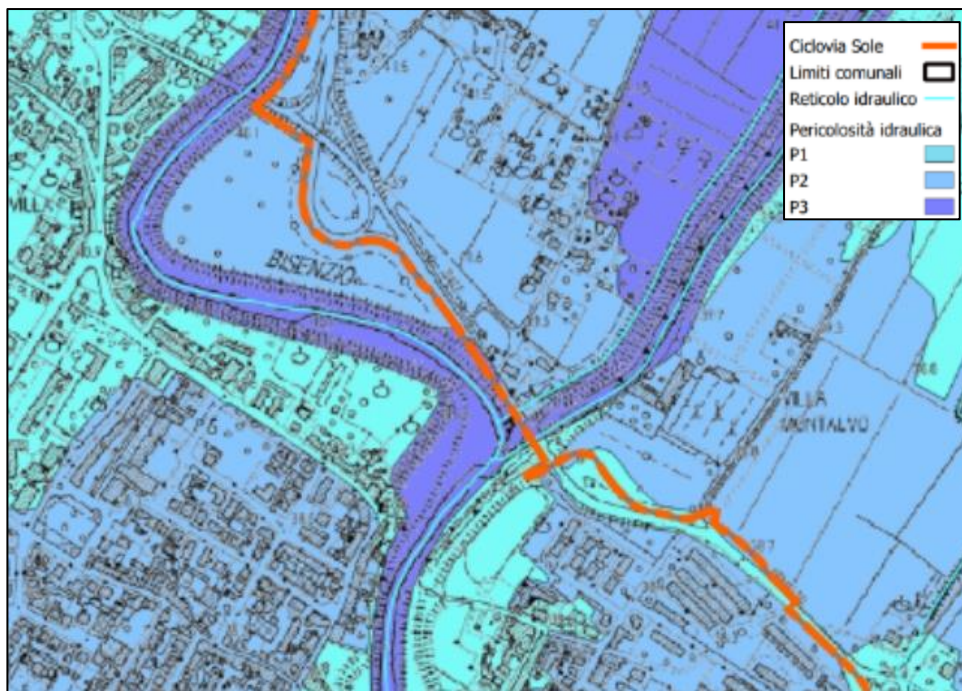


Figura 99 –Mappa pericolosità idraulica su Via Paolieri a Campi Bisenzio

La ciclovia prosegue per un tratto lungo Via Paolieri, passa sotto l'Autostrada del Sole, fino a prendere Via del Tronco, Via Buozzi e Via Prunaia ripassando sotto l'Autostrada, per poi passare a fianco del Collettore Acque Basse in destra al Fosso Reale, transitare sopra una strada campestre e raggiungere Via del Padule nella nuova lottizzazione.



*Figura 100 – Tracciato Ciclovía a Campi Bisenzio*



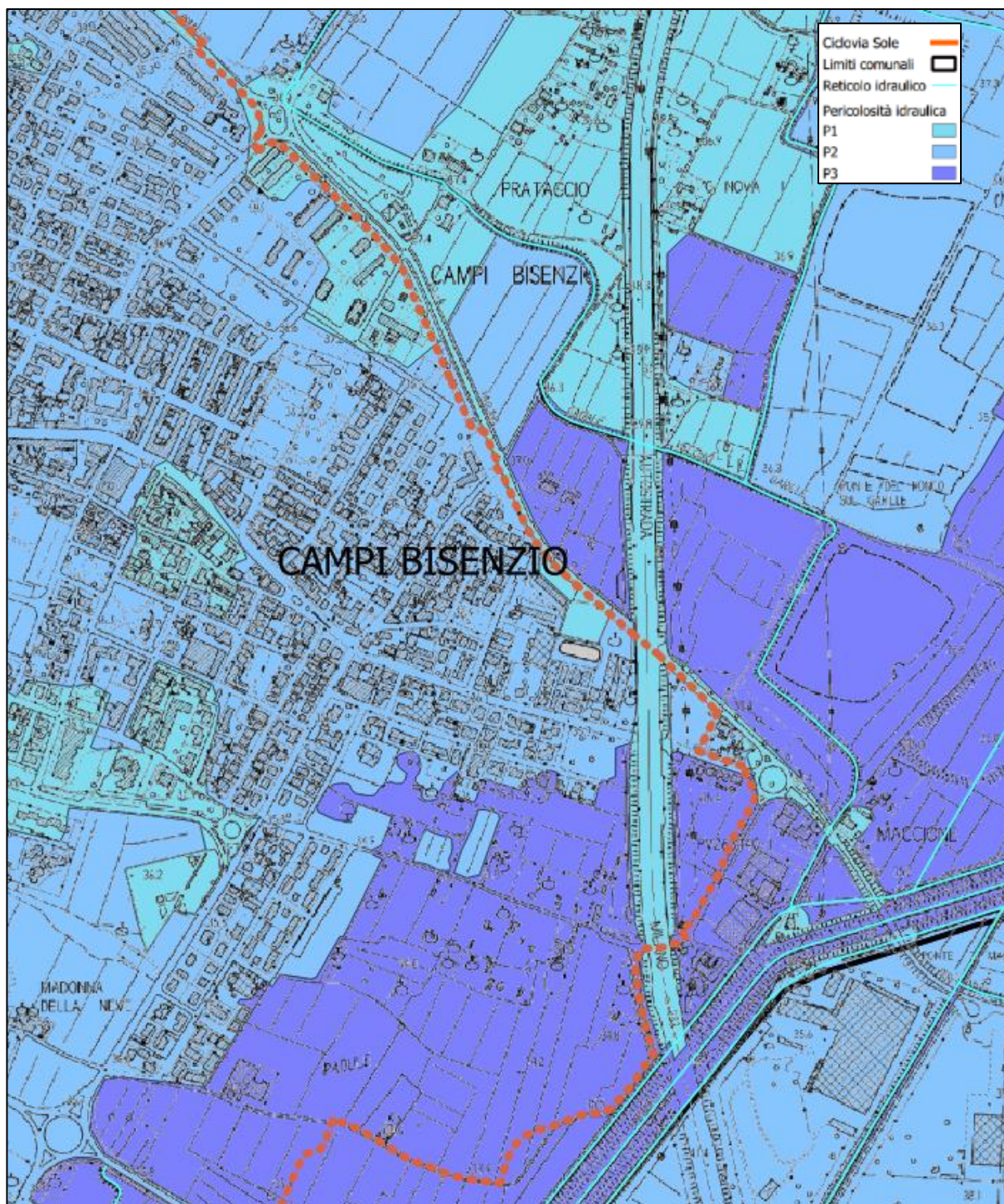


Figura 101 – Mappa pericolosità idraulica a Campi Bisenzio

La ciclovia prosegue sul tracciato della ciclabile esistente che collega Campi a Signa, attraversando un'area a pericolosità idraulica P3.



Figura 102–Tracciato nei pressi della frazione di San Giusto

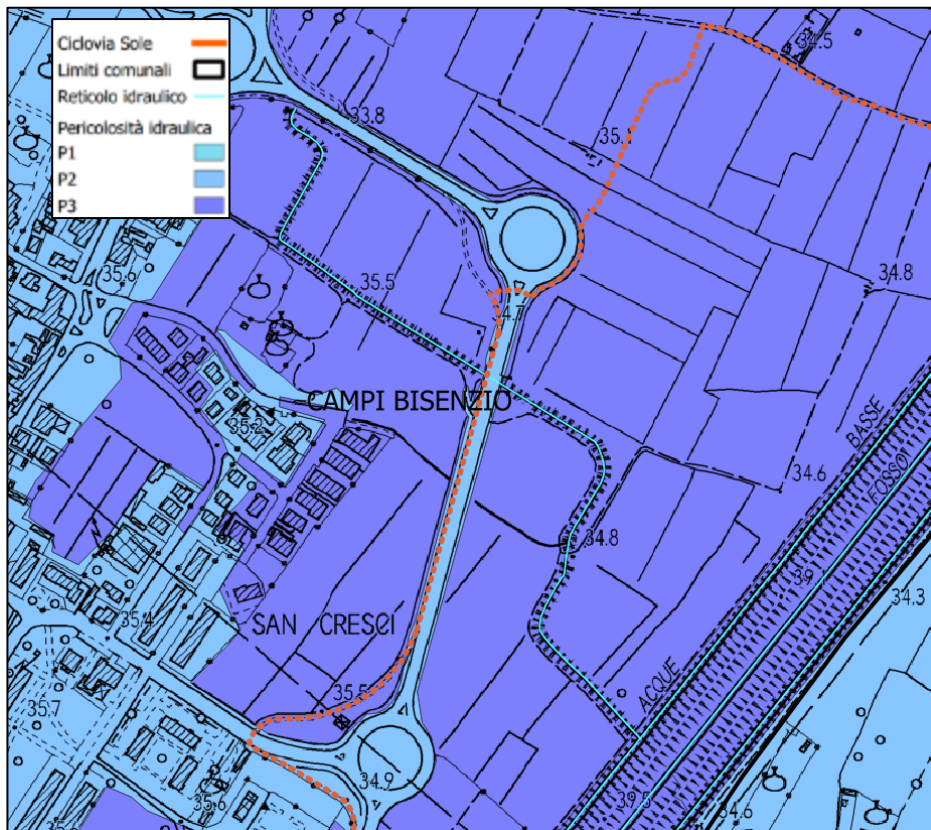


Figura 103–Tracciato su Via Paolieri a Campi Bisenzio

Il tracciato prosegue sulla ciclabile esistente salendo la rampa in fondo a Via S. Cresci, nella frazione di San Piero a Ponti, raggiungendo la Via Pistoiese, che verrà attraversata sulla sommità del ponte per passare sul marciapiede posto a Sud, nel Comune di Signa. L'attraversamento sarà "bici a mano" e verranno installati dei dissuasori per ostacolare le bici e due semafori a chiamata.

Dal ponte della SR66 si scende sulla sponda sinistra del Colatore Sinistro utilizzando una rampa esistente in comune di Campi Bisenzio.



*Figura 104 – Planimetria Ciclovía a San Piero a Ponti*



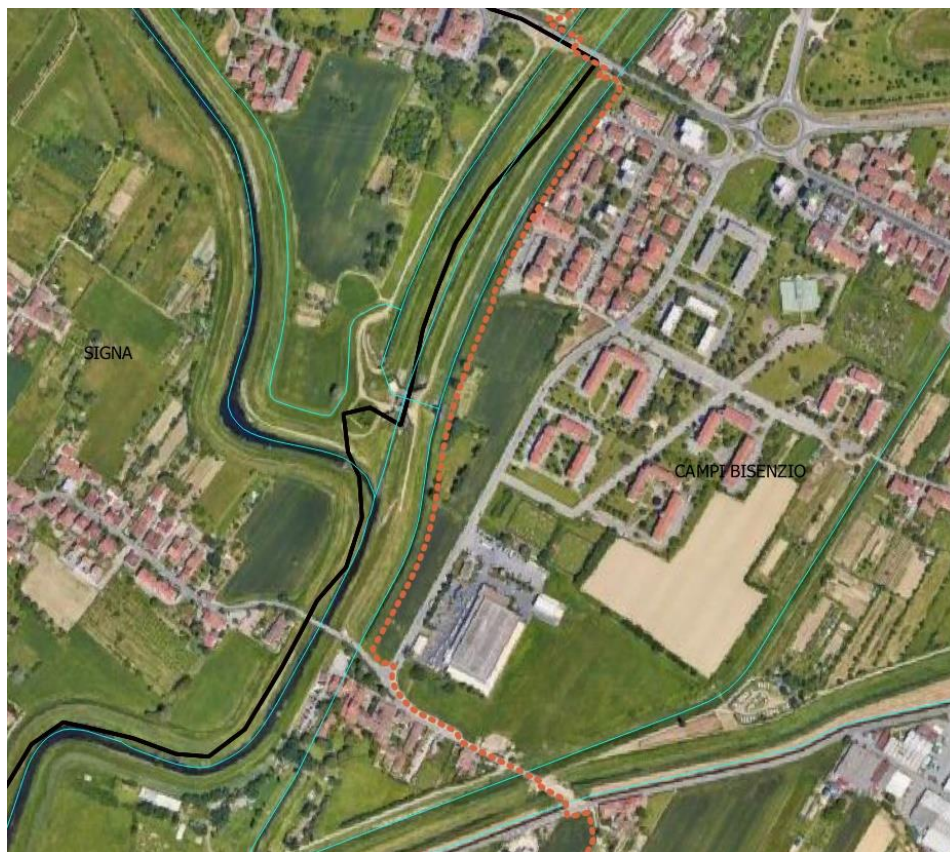


Figura 106 – Tracciato al confine tra i territori di Signa e Campi Bisenzio

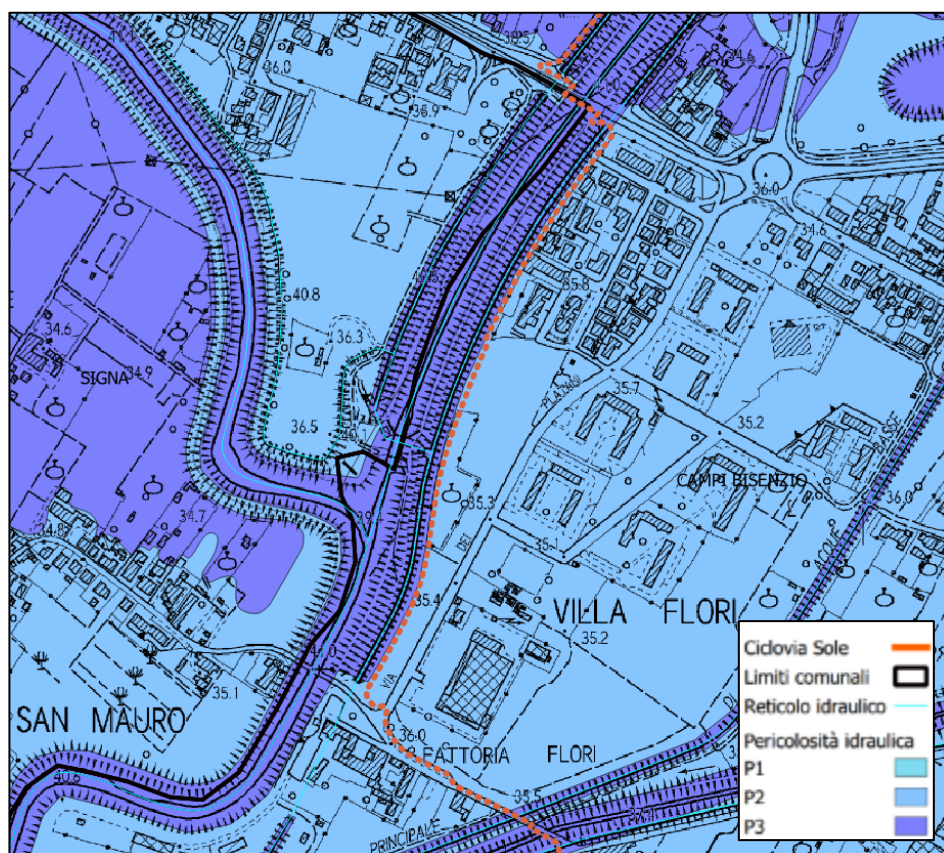


Figura 107 – Mappa pericolosità idraulica tra Signa e Campi Bisenzio

Infine, nell'ultimo tratto che va dall'incrocio tra Via Vincenzo Nannucci e Via dei Platani fino alla stazione di San Donnino, il percorso è tracciato tutto su viabilità esistente che attraversa in due punti il reticolo idrografico. L'intervento riguarda il cambio di pavimentazione.



Figura 108 – Ciclovía nei pressi della frazione di San Donnino

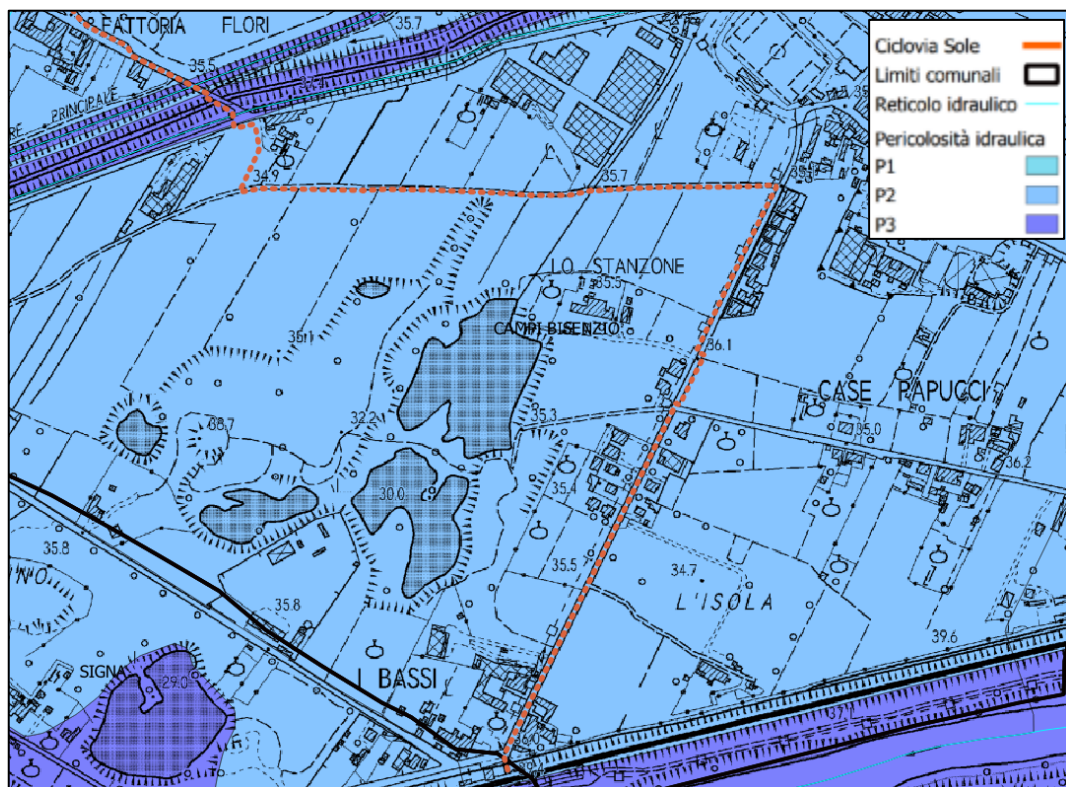


Figura 109 – Mappa alluvioni a San Donnino

Firmato da:

**Gerarda Del Reno**

codice fiscale DLRGRD59D41A509G

num.serie: 613960303214562621

emesso da: ArubaPEC EU Qualified Certificates CA G1

valido dal 06/12/2022 al 06/12/2025