

COMMITTENTE:



CITTA' METROPOLITANA DI FIRENZE
RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Dott. Geol. Leonardo Ermini

CICLOVIA DELL'ARNO - PERCORSO PEDOCICLABILE TRA SIGNA E MONTELUPO F.NO PROGETTO DEFINITIVO Stralcio 2 - Comune di Carmignano



RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Ing. Marcello MANCONE

PORTATORI D'INTERESSE



REGIONE
TOSCANA



COMUNE DI
CARMIGNANO



COMUNE DI
SIGNA

RESP. PROG. STRADALE CICLABILE
Ing. Luciano VISCANTI

RESP. PROG. AMBIENTALE E PAESAGGISTICA
Arch. Maria Cristina FREGNI

RESP. GEOLOGIA
Dott. Geol. Pietro ACCOLTI

RESP. PROG. IDRAULICA
Ing. Alessandro CECHELLI

COORD. SICUREZZA IN PROGETTAZIONE
Ing. Marcello MANCONE

COLLABORATORI
Ing. Mattia DE CARO
Arch. Daniela CORSINI
Geom. Franco MARIOTTI

ELABORATO
IDRAULICA
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

PARTE D'OPERA	DISCIPLINA	DOC. E PROG.	FASE	REV.
02	ID	RT01	2	0

Cartella	File name	Prot.	Scala	Formato
5	02_ID_RT01_20_4919	4919	-	A4
5				
4				
3				
2				
1				
0	EMISSIONE	08/07/2019	L. Barni	L.Viscanti M.Mancone
REV.	DESCRIZIONE	Data	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	3
2	OBBIETTIVI E CRITERI DELLA PROGETTAZIONE IDRAULICA.....	4
3	IDROLOGIA.....	5
4	OPERE IDRAULICHE DI ATTRAVERSAMENTO	6
4.1	INDIVIDUAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI.....	6
4.2	DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO.....	6
4.3	VERIFICA IDRAULICA DEI TOMBINI DI ATTRAVERSAMENTO	7
5	ANALISI DEI VINCOLI SULL'AREA	9
5.1	Il Piano di gestione delle alluvioni (PGRA).....	9
5.1.1	Mappa della pericolosità da alluvione fluviale e costiera.....	9
5.1.2	Mappa del rischio di alluvione.....	10
5.1.3	Mappa della pericolosità derivata da fenomeni di flash flood	11
5.1.4	Mappa delle aree di contesto fluviale.....	11
5.1.5	Mappa delle aree destinate alla realizzazione delle misure di protezione.....	12

1 INTRODUZIONE

La presente relazione idrologica e idraulica è a supporto della progettazione definitiva del tratto di nuova pista ciclabile di lunghezza di circa 4,7 km nel comune di Carmignano denominato STRALCIO 3. Tale stralcio funzionale è una parte del progetto della pista pedo-ciclabile che collegherà la pista di Cascine-Renai e il complesso delle piste realizzate dal Comune di Empoli.

Il nuovo tracciato ciclabile inizia in prossimità del ponte sull'Arno in località La Nave di Camaioni e termina alla Stazione Ferroviaria di Carmignano. Il tracciato corre in destra idraulica del fiume Arno e in particolare ricade per la quasi totalità del suo percorso all'interno della fascia golenale del fiume.

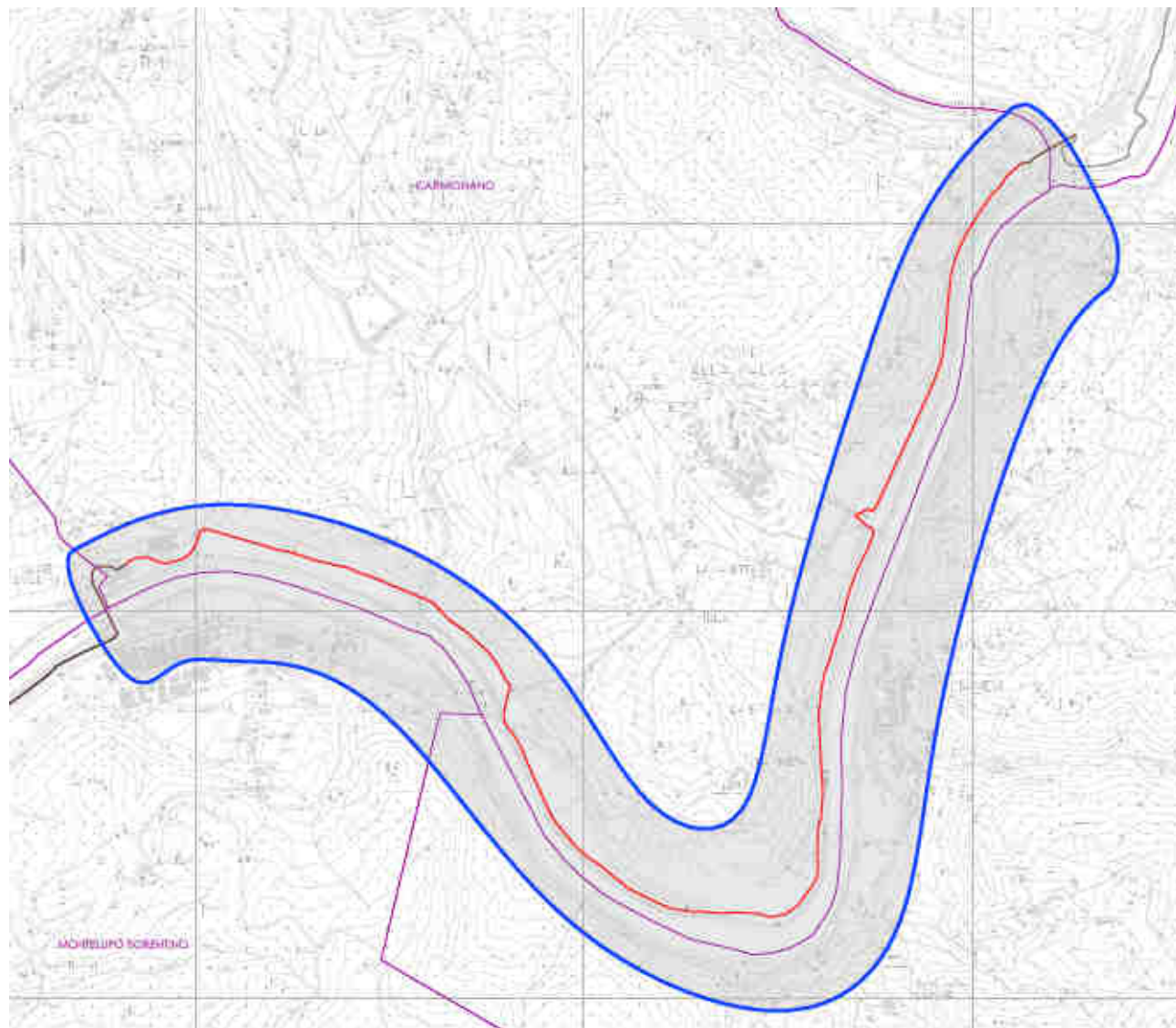


Figura 1 – Tracciato di progetto

2 OBIETTIVI E CRITERI DELLA PROGETTAZIONE IDRAULICA

Il progetto idraulico prevede il solo dimensionamento dei nuovi tombini di attraversamento che saranno realizzati per dare continuità ai fossi esistenti interferenti con il nuovo progetto della pista ciclabile e dei nuovi tombini che saranno realizzati in sostituzione di quelli esistenti che allo stato attuale risultano ammalorati.

Gli attraversamenti esistenti che risultano in buono stato conservativo saranno ripuliti dai detriti. Non essendo stato fatto un rilievo di dettaglio delle opere di attraversamento esistenti (a causa della fitta vegetazione presente), si rimanda alla fase successiva di progettazione la verifica idraulica dei tombini esistenti e la loro eventuale sostituzione.

Il dimensionamento e la verifica delle opere di attraversamento, coerentemente con quanto previsto nella Circolare del ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 21 gennaio 2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018", sono stati sviluppati con riferimento ad un tempo di ritorno di 200 anni.

I tombini di progetto sono stati verificati in condizioni di moto uniforme, confrontando la portata di progetto con la portata massima smaltibile, calcolata considerando un franco superiore al 30% dell'altezza utile dell'opera.

Nella presente fase progettuale sono stati inoltre valutati i vincoli idraulici che insistono sulle aree attraversate dal tracciato di progetto. Lo studio degli eventi di esondazione permetterà così di valutare quale dovranno essere le azioni da mettere in atto da parte degli enti competenti in caso di eventi alluvionali frequenti e non frequenti.

3 IDROLOGIA

Per il calcolo della pluviometria necessaria al dimensionamento delle opere idrauliche è stato utilizzato lo studio disponibile sul sito della Regione Toscana: <http://sir.toscana.it>: Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme LSPP - Aggiornamento al 2012.

Nell'ambito dell'accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012, al fine di procedere ad un'implementazione e un aggiornamento del quadro conoscitivo idrologico del territorio toscano, è stato effettuato un aggiornamento dell'analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme fino all'anno 2012.

Sulla base di tale studio sono stati determinati i parametri caratteristici a e n della LSPP per i tempi di ritorno di 30, 100 e 200 anni.

La curva di probabilità pluviometrica è espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t$$

Nella tabella seguente si riportano i valori di a e n per TR 30, 100 e 200 stimati nell'area in cui ricade il tracciato di progetto.

Tabella 1 – Coefficiente a e n

LSPP					
30		100		200	
a	n	a	n	a	n
52.012	0.228	64.861	0.246	72.379	0.254

4 OPERE IDRAULICHE DI ATTRAVERSAMENTO

In riferimento al reticolo superficiale, l'asse viario in progetto intercetta fossi censiti nel reticolo idrografico e di gestione regionale e scoline dei campi.

Il progetto prevede di dare continuità alle linee d'acque esistenti mediante:

- il mantenimento degli attraversamenti esistenti previa pulizia da sedimenti terrosi e vegetali
- la sostituzione dei tombini ammalorati
- la realizzazione di nuovi tombini

Inoltre saranno rivestiti i fossi a monte e valle degli attraversamenti idraulici per una lunghezza di circa 2 metri per impedire fenomeni erosivi dell'alveo in prossimità dell'opera idraulica.

4.1 INDIVIDUAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI

Sulla base del modello digitale del terreno (DTM Idrologico e LIDAR) disponibile sul portale di informazione geografica della Regione Toscana e con l'utilizzo di un software di analisi GIS sono stati individuati i bacini idrografici dei bacini dei tombini da verificare.

Di seguito si riporta la corografia dei bacini idrografici:

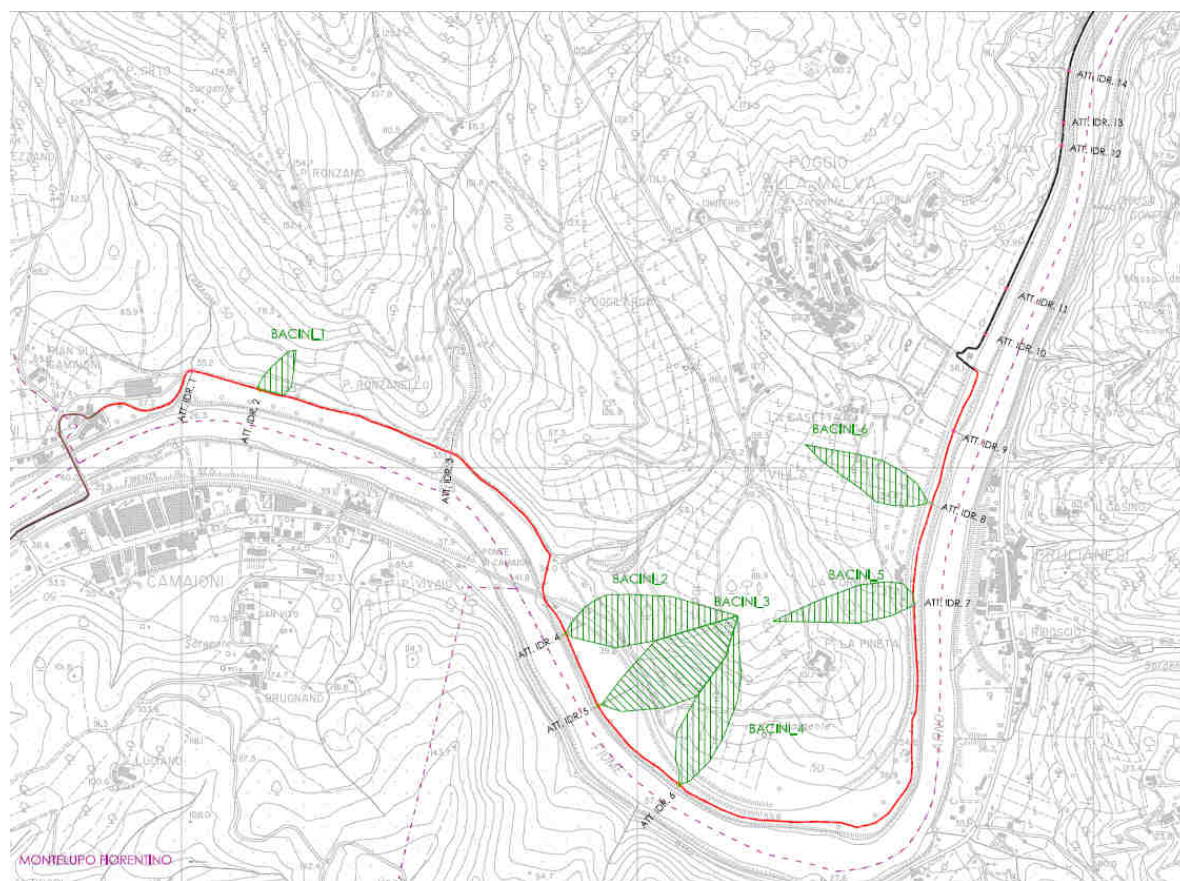


Figura 2 – Corografia dei bacini

4.2 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

Vista la ridotta dimensione delle aree drenanti, le portate di progetto sono state calcolate cautelativamente con il metodo razionale, dove la portata Q viene calcolata con la seguente formula:

$$Q = \frac{\emptyset A h}{t}$$

Dove: \emptyset = coefficiente di deflusso [adim.]

A = area del bacino [km²]

h = altezza di pioggia nella forma atⁿ

t = durata dell'evento di pioggia, assunto pari al tempo di corrivazione

Il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 0.40 per le aree a verde come prati o aree coltivate (da *tabella 15.11 – Ven Te Chow – 1988*).

Utilizzando le carte in formato shapefile dell'uso del suolo disponibili sul portale opendata del Sistema Informativo Regionale della Regione Toscana e un software di analisi GIS sono stati individuati i coefficienti di deflusso di ciascun bacino.

Trattandosi di aree pressoché pianeggianti o pedecollinari, per il calcolo del tempo di corrivazione è stata imposto un valore univoco per tutti i bacini pari a 10 minuti.

Di seguito si riporta la tabella con i parametri per il calcolo delle portate di picco:

Tabella 2 – Portate di progetto

CODIFICA	A (mq)	Coeff. Deff.	h(mm)	i(Tc)	Q (mc/s)
Bacino 1	4704.18	0.40	45.92	275.54	0.14
Bacino 2	27405.45	0.40	45.92	275.54	0.84
Bacino 3	32028.76	0.40	45.92	275.54	0.98
Bacino 4	22651.55	0.40	45.92	275.54	0.69
Bacino 5	16484.66	0.40	45.92	275.54	0.51
Bacino 6	15411.40	0.40	45.92	275.54	0.47

4.3 VERIFICA IDRAULICA DEI TOMBINI DI ATTRAVERSAMENTO

Le acque defluenti attraverso il reticolo idrografico superficiale e intercettate dalla pista ciclabile sono trasferite da monte a valle mediante tombini, che consentono di mantenere la continuità delle vie d'acqua. I nuovi tombini sono stati opportunamente dimensionati dal punto di vista idraulico. Inoltre, nelle zone di imbocco e sbocco, sono stati previsti dei rivestimenti in materassi Reno per una lunghezza di 2,00 m di protezione nei confronti di fenomeni erosivi.

La **verifica idraulica di tutti i tombini** è stata effettuata con l'ausilio di apposito foglio di calcolo, confrontando la portata di progetto Q_p [m³/s] con la portata massima smaltibile dal manufatto Q_{max} [m³/s], calcolata utilizzando il criterio per la verifica idraulica che richiede per i tombini di attraversamento di corsi d'acqua naturali un franco idraulico lungo l'opera superiore al 30% dell'altezza utile dell'opera.

La portata massima smaltibile è stata quindi calcolata in condizioni di moto uniforme considerando i tombini con funzionamento a pelo libero:

$$Q = K_s AR^{2/3} i^{1/2}$$

dove K_s [m^{1/3}/s] è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler (assunto pari a 70), A [m²] è l'area bagnata, R [m] è il raggio idraulico e i [-] è la pendenza longitudinale. Il coefficiente di Gauckler-Strickler è stato assunto pari a 70 m^{1/3}s⁻¹ corrispondente al cls.

Nella tabella seguente sono riportate le verifiche dei tombini.

Tabella 3 – Verifica idraulica dei tombini

ATT. IDR.	BACINI	MATERIALE	TIPOLOGIA	D	L	Ks	i	v	Q	Qp	G.d.R.
				[mm]	[m]	[m ^{1/3} /s]	[%]	[m/s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[%]
ATT.IDR. 2	Bacino 1	CLS	CIRCOLARE	500	5	70.00	2%	2.16	0.14	0.14	37%
ATT.IDR. 4	Bacino 2	CLS	CIRCOLARE	800	5	70.00	2%	3.37	0.84	0.84	50%
ATT.IDR. 5	Bacino 3	CLS	CIRCOLARE	800	5	70.00	2%	3.51	0.98	0.98	54%
ATT.IDR. 6	Bacino 4	CLS	CIRCOLARE	800	5	70.00	2%	3.21	0.69	0.69	44%
ATT.IDR. 7	Bacino 5	CLS	CIRCOLARE	800	6	70.00	2%	2.95	0.51	0.51	37%
ATT.IDR. 8	Bacino 6	CLS	CIRCOLARE	800	7	70.00	2%	2.90	0.47	0.47	36%

Gli attraversamenti idraulici risultano verificati con gradi di riempimento nettamente inferiori al 70%.

5 ANALISI DEI VINCOLI SULL'AREA

5.1 Il Piano di gestione delle alluvioni (PGRA)

Il PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni) è stato approvato con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016 e sostituisce integralmente i contenuti del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico). Il Piano di Gestione delle Alluvioni è composto dalle seguenti mappe:

a) Mappa della pericolosità da alluvione fluviale e costiera: le aree con pericolosità da alluvione fluviale sono rappresentate su tre classi, secondo la seguente gradazione: - pericolosità da alluvione elevata (P3), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni; - pericolosità da alluvione media (P2), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni; - pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle. Nella mappa della pericolosità da alluvione è rappresentata la distribuzione degli elementi a rischio individuati ai sensi della direttiva 2007/60/CE e definiti all'art. 5.

b) Mappa delle aree di contesto fluviale: le aree di contesto fluviale sono quelle di particolare interesse ai fini della gestione del rischio idraulico, della tutela del buon regime dei deflussi, della salvaguardia delle peculiarità ambientali culturali e paesaggistiche associate al reticolo idraulico.

c) Mappa delle aree destinate alla realizzazione delle misure di protezione: in tale mappa sono rappresentate le misure di protezione tramite elementi poligonali, lineari e puntuali.

d) Mappa della pericolosità derivata da fenomeni di flash flood: in tale mappa viene rappresentata la distribuzione nel bacino della propensione al verificarsi di eventi intensi e concentrati; la rappresentazione è in quattro classi a propensione crescente.

e) Mappa del rischio di alluvione: la mappa del rischio di alluvioni definisce la distribuzione del rischio ai sensi di quanto previsto dal decreto legislativo n. 49/2010. Le aree a rischio sono rappresentate in quattro classi, secondo la seguente gradazione: R4, rischio molto elevato; R3, rischio elevato; R2, rischio medio; R1, rischio basso.

5.1.1 Mappa della pericolosità da alluvione fluviale e costiera

Nella mappa della pericolosità idraulica del PGRA, il tracciato ricade quasi totalmente all'interno dell'area perimetrata a pericolosità P3, tranne l'ultimo tratto che si trova a monte della ferrovia il percorso ciclabile si torva in un area a pericolosità P2.

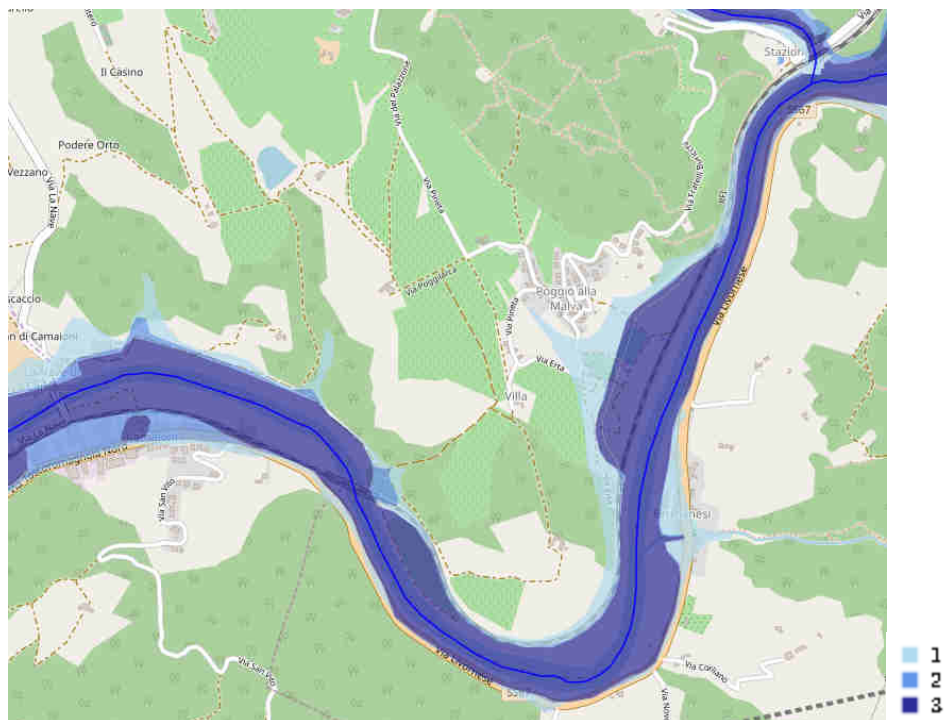


Figura 3 – PGRA - Mappa della pericolosità da alluvione fluviale

Visto che il tracciato ricade per la maggior parte della sua estensione in un'area a pericolosità P3, dovrà essere predisposto un opportuno piano di Emergenza della Protezione Civile finalizzato alla chiusura temporanea della pista in caso di situazioni di allerta alluvioni.

5.1.2 Mappa del rischio di alluvione

Nella mappa del rischio di alluvione l'area di intervento attraversa aree con classi diverse di rischio idraulico in funzione della vicinanza al Fiume Arno ed ai corsi d'acqua del reticolo secondario. Di seguito si riporta uno stralcio di tale mappa.

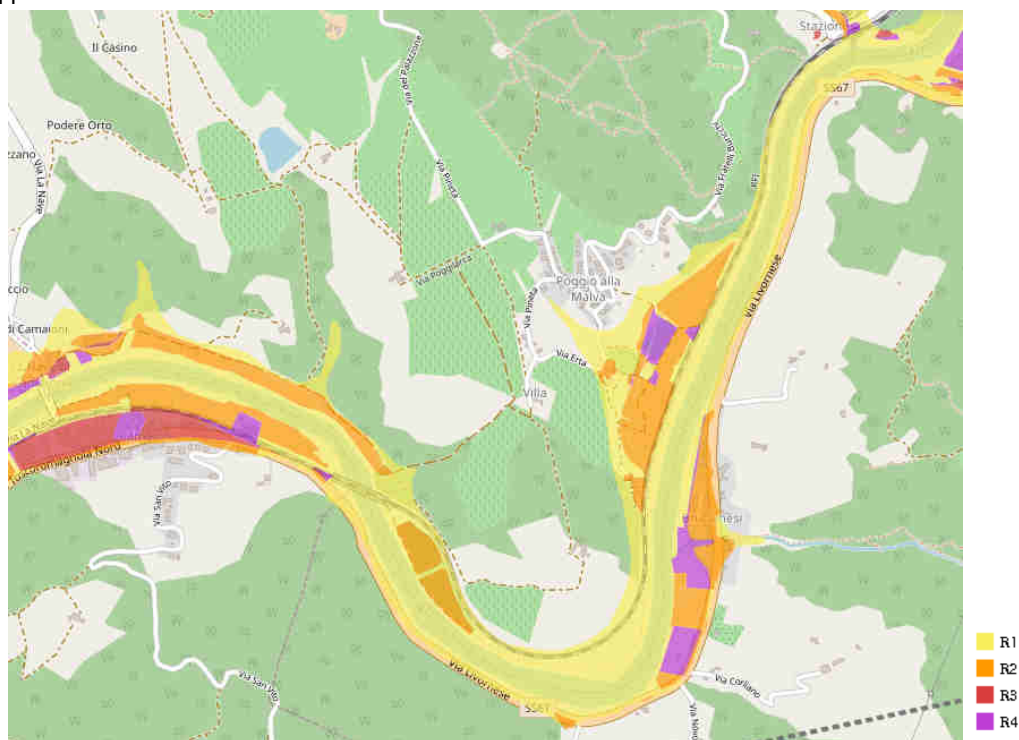


Figura 4 – PGRA – Mappa del rischio idraulico

5.1.3 Mappa della pericolosità derivata da fenomeni di flash flood

Nella mappa della pericolosità derivata da fenomeni di flash flood la pista ciclabile non ricade in nessuna area a pericolosità.

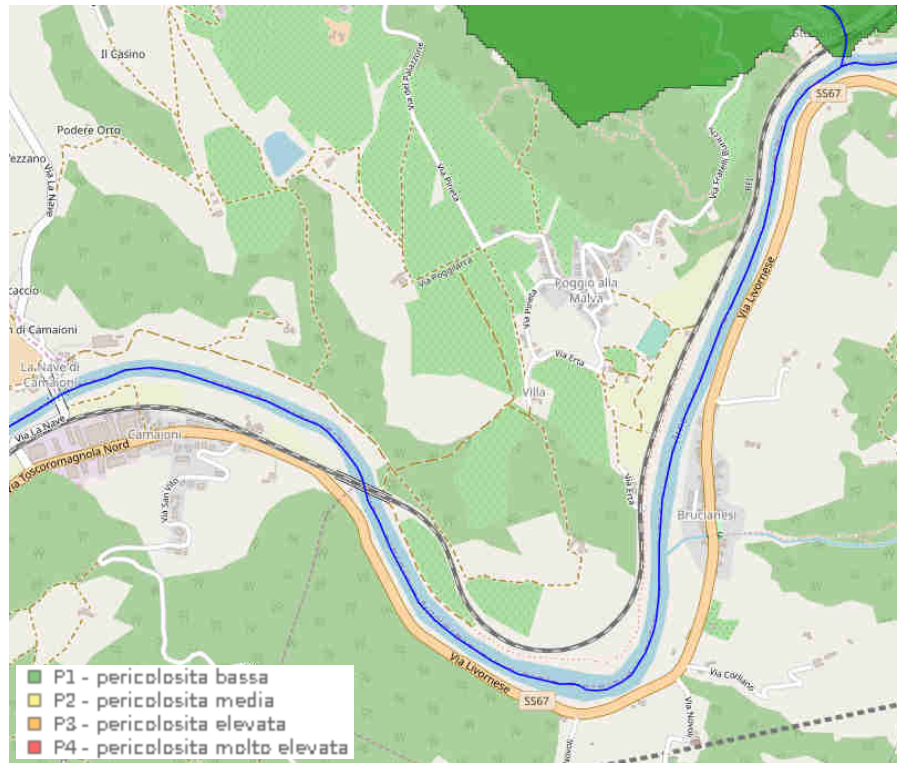


Figura 5 – PGRA – Mappa della pericolosità da Flash Flood

5.1.4 Mappa delle aree di contesto fluviale

Nel PGRA il tracciato ricade totalmente in aree di contesto fluviale, come mostrato di seguito.

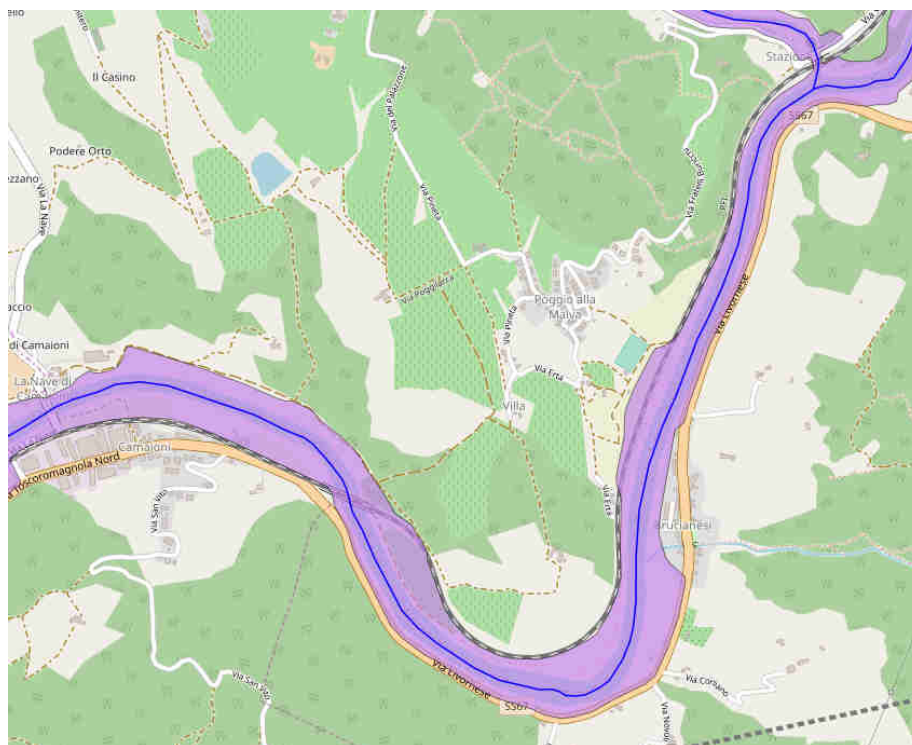


Figura 6 – PGRA – Mappa delle aree di contesto fluviale

5.1.5 Mappa delle aree destinate alla realizzazione delle misure di protezione

Nell'area interessata alla progettazione del nuovo asse viario non sono previste dal PGRA aree destinate alla realizzazione di misure di protezione.

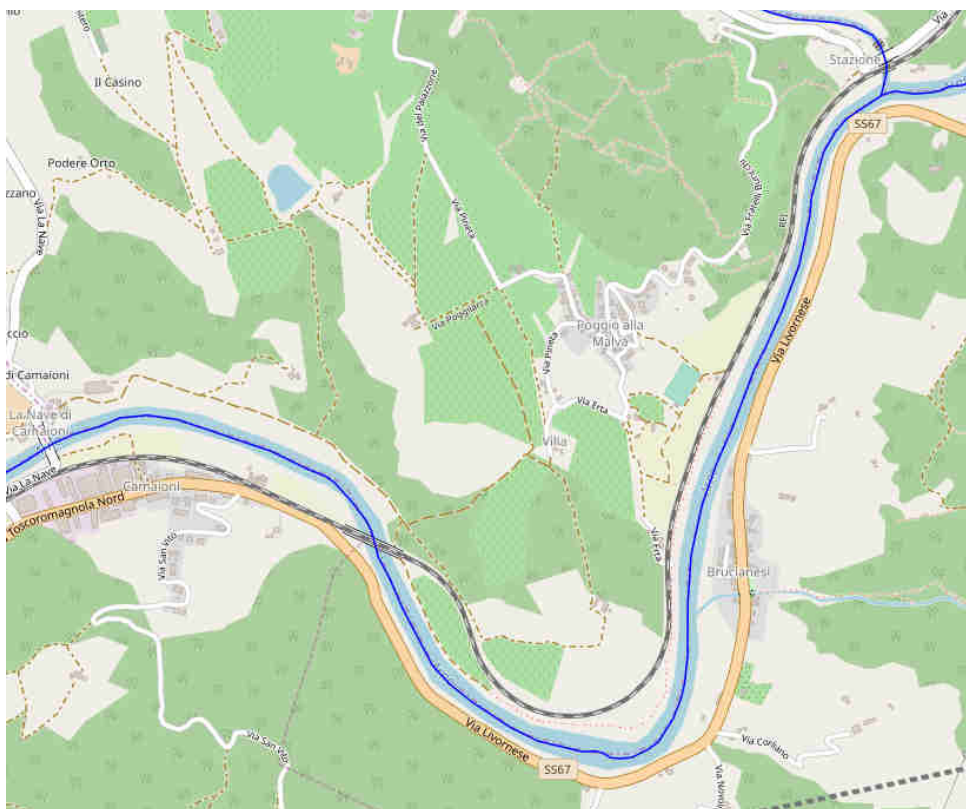


Figura 7 – PGRA - Mappe degli interventi