



**Comune di Belluno**  
**Variante Urbanistica al P.R.G.**

**ADOZIONE**  
**delibera del Consiglio Comunale**  
**n. 110 del 22/12/2021**

**PROGETTO DEFINITIVO "ATTRAVERSAMENTO FIUME PIAVE IN LOC.  
LAMBIOI - RIPRISTINO E ADEGUAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO  
PROVVISORIO (PONTE BAILEY) SUL FIUME PIAVE TRAMITE  
REALIZZAZIONE DI NUOVO PONTE E VIABILITÀ DI ACCESSO"**

**CIN: LN145-2020-558-BL-020 - CUP: I31B19000580009 - CIG:80959995B9**

**COMUNE DI BELLUNO**

PROGETTISTI IN RTI:

Mandataria

Mandante



Ing. José Romo Martín

Estudio Arquitectura Campo Baeza

Arch. Alberto Campo Baeza

TITOLO ELABORATO

Valutazione di Compatibilità Idraulica

N° ELABORATO

V.03

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Piergiorgio Tonon

AGGIORNAMENTI:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLL.	APPROV.
00	15.07.2021	EMISSIONE ELABORATO	ACC	BRP	JRM
01	12.12.2021	REVISIONE ELABORATO DOPO CONF. SERVIZI	ACC	BRP	JRM



## Indice

1	PREMESSA.....	5
2	DESCRIZIONE DELLE VARIANTE OGGETTO DI STUDIO .....	5
2.1	INDIVIDUAZIONE E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI URBANISTICI .....	5
3	DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI .....	7
3.1	CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE ED IDROLOGICHE .....	7
3.1.1	Bacino del Fiume Piave .....	7
3.1.2	Calcolo del flusso idraulico.....	8
3.1.3	Pericolosità idraulica .....	9
3.2	CARATTERISTICHE DELLE RETI FOGNARIE:.....	9
3.3	DESCRIZIONE DELLA RETE IDRAULICA RICETTRICE .....	11
3.4	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE, GEOLITOLIGICHE E IDROLOGICHE. 12	
3.4.1	Inquadramento geologico.....	12
3.4.2	Caratteristiche morfologiche .....	13
3.4.3	Rischio idrogeologico.....	13
3.4.4	Rischio da valanga .....	14
4	VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE SOPRA DESCRITTE IN RIFERIMENTO AI CONTENUTI DELLA VARIANTE.....	15
4.1	ANALISI DELLE TRASFORMAZIONI DELLE SUPERFICI DELLE AREE INTERESSATE IN TERMINI DI IMPERMEABILIZZAZIONE .....	15
4.2	VALUTAZIONE DELLA CRITICITÀ IDRAULICA DEL TERRITORIO .....	17
4.2.1	Zone di criticità.....	17
4.2.2	Incrementi di pericolosità attesi .....	19
4.2.3	Zone di deflusso difficoltoso.....	20
4.3	VALUTAZIONE DEL RISCHIO E DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA .....	20
4.3.1	Scenari simulati.....	20
4.3.2	Risultati delle simulazioni numeriche 2D .....	20
5	PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO.....	31
5.1	INDICAZIONI DI PIANO PER L'ATTENUAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO.....	31
5.2	VALUTAZIONE ED INDICAZIONE DEGLI INTERVENTI COMPENSATIVI .....	31
6	CONCLUSIONI.....	31



## 1 PREMESSA

La presente relazione rappresenta la Valutazione di Compatibilità Idraulica (VCI), richiesta dall'Allegato A del Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009, per il progetto del nuovo ponte "ATTRAVERSAMENTO FIUME PIAVE IN LOC. LAMBIOI - RIPRISTINO E ADEGUAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO PROVVISORIO (PONTE BAILEY) SUL FIUME PIAVE TRAMITE REALIZZAZIONE DI NUOVO PONTE E VIABILITÀ DI ACCESSO" del Comune di Belluno

L'obiettivo del documento in oggetto è verificare l'ammissibilità dell'intervento e dimostrare che, per effetto del progetto, non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico.

A continuazione si elencano le descrizioni, valutazioni e proposte che secondo il DGR n. 2948 del 6 ottobre 2009 devono essere contenute in un documento di VCI. Il documento si è strutturato, dunque, seguendo il seguente schema di contenuto:

### Descrizione della variante oggetto di studio

- Individuazione e descrizione degli interventi urbanistici

### Descrizione delle caratteristiche dei luoghi

- Caratteristiche idrografiche ed idrologiche
- Caratteristiche reti fognarie
- Descrizione rete idraulica ricettrice
- Caratteristiche geomorfologiche, geotecniche e geologiche con individuazione della permeabilità dei terreni (laddove tali caratteristiche possano essere significative ai fini della compatibilità idraulica)

### Valutazione delle caratteristiche sopra descritte in riferimento ai contenuti della variante

- Analisi delle trasformazioni delle superfici delle aree interessate in termini di impermeabilizzazione
- Valutazione della criticità idraulica del territorio
- Valutazione del rischio e della pericolosità idraulica

### Proposta di misure compensative e/o di mitigazione del rischio

- Indicazioni di piano per l'attenuazione del rischio idraulico
- Valutazione ed indicazione degli interventi compensativi

## 2 DESCRIZIONE DELLE VARIANTE OGGETTO DI STUDIO

### 2.1 INDIVIDUAZIONE E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI URBANISTICI

Il ponte Bailey è stato costruito nel 2006 al fine di garantire la circolazione di attraversamento della città nei corso dei lavori per l'adeguamento strutturale e funzionale del Ponte degli Alpini ed anche nel caso in cui, a causa di eventi meteorologici intensi, fosse stata chiusa al traffico per motivi di sicurezza via Miari, in assenza della galleria del Col Cavalier che è stata portata a compimento negli anni successivi.

Per la sua stesa natura di opera provvisoria (originariamente la durata prevista era di 3 anni, eventualmente prorogabile per ulteriori 3 anni dopo di che era prevista la sua rimozione), il ponte Bailey e le opere complementari sono state dimensionate e verificate per un tempo di ritorno delle piene del fiume Piave più ridotto rispetto a quello previsto per opere definitive. ( $Q=1500 \text{ m}^3/\text{s}$  -  $T_r = 50$  anni).

I lavori previsti per la costruzione del nuovo ponte che sostituirà il ponte Bailey del 2006 consistono in:

- un nuovo attraversamento stradale del Fiume Piave;
  - adeguamenti della viabilità convergente e collegata all'attraversamento di cui sopra;
- La struttura dell'opera è composta basicamente dalla campata principale, che attraversa il fiume Piave e munita di un puntone disposto longitudinalmente all'asse del ponte, e da 3 campate laterali di approssimazione alla campata principale, disposte su pile. Tra la campata principale e le 3 campate laterali vi è interposto un contrappeso, ovvero un elemento strutturale a cui è adibita la funzione di controbilanciare il peso della campata centrale.
- Nell'immagine successiva si mostra il profilo longitudinale del ponte e sono identificati i vari elementi strutturali:

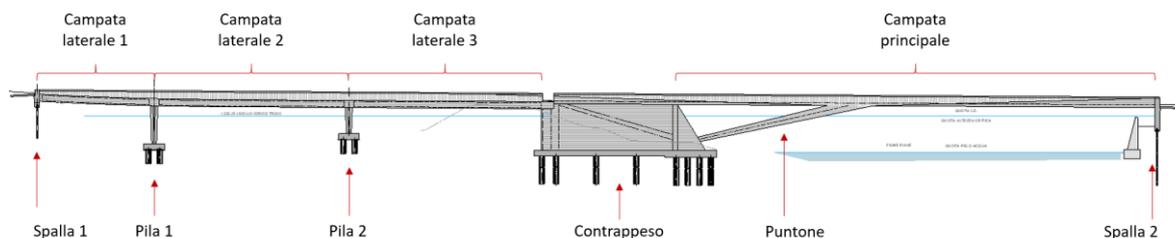


Figura 1. Alzato del Nuovo Ponte.



Figura 2. Render del Nuovo Ponte sul fiume Piave.

### 3 DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI

#### 3.1 CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE ED IDROLOGICHE

##### 3.1.1 Bacino del Fiume Piave

Il bacino imbrifero del fiume Piave sotteso al progettato attraversamento, a valle della confluenza del T. Ardo, ha una estensione di 1964 kmq; l'altezza media del bacino è di 1.486 m s.l.m., la superficie impermeabile ammonta a 300 km<sup>2</sup> ca., la superficie dei ghiacciai è di 3,01 km<sup>2</sup>, e la lunghezza del corso d'acqua è circa 75 km, sfociando finalmente nel mare Adriatico.

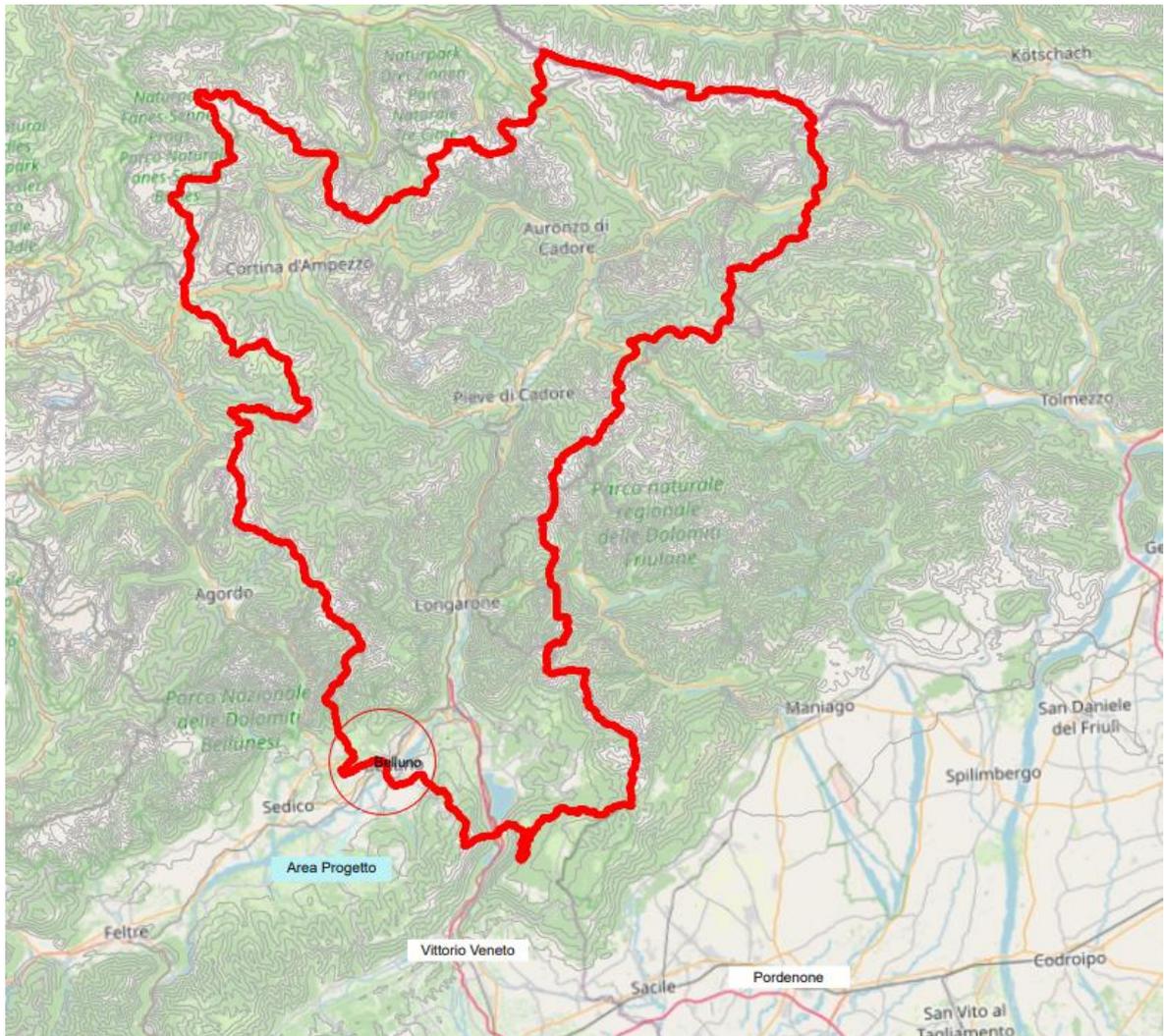


Figura 3. Bacino Idrografico del fiume Piave presso Belluno.

Il bacino idrografico del Fiume Piave include sei regioni geografiche:

- Valbelluna, corrispondente alla valle del Piave da Castellavazzo fino Lentiai (a sinistra del Piave) e Sedico (a destra del Piave);
- Alpago, corrispondente alla diga del torrente Tendida e vicino il lago di Santa Croce;
- Cadore, corrispondente alla valle del Boite (ad eccezione di Cortina), la valle di Ansiei e l'alta diga del Piave;
- Comelico, estremo nord del Cadore, corrispondente all'alta valle del Piave e alla valle del torrente Padola;
- Ampezzo, corrispondente al comune de Cortina de Ampezzo;
- Valle de Zoldo, corrispondente alla valle del torrente Maè.

Il bacino complessivo risulta composto dai seguenti sottobacini principali:

- Ansei, con una lunghezza di 37,36 km, che sbocca nella zona di Treponti.
- Padola, con una lunghezza di 18,84 km, che sbocca a Santo Stefano di Cadore.
- Boite, con una lunghezza di 42 km, che sbocca vicino Perarolo di Cadore.
- Maè: con una lunghezza di 33,39 km, che sbocca vicino Longarone.
- Ardo, con una lunghezza di 12 km, che sbocca a Belluno.

### 3.1.2 Calcolo del flusso idraulico

Al seguito si riportano le diverse fonti dalle quali sono stati ottenuti i dati per realizzare le analisi, disposte in ordine cronologico, dunque seguendo le fasi che hanno rappresentato lo sviluppo del progetto:

1. Da un lato, è stato utilizzato l'analisi idrologico sviluppato nelle Verifica Idraulica Preliminare del PROGETTO: SOSTITUZIONE DEL PONTE BAILEY SUL FIUME PIAVE (2018), poichè i dati delle portate del fiume Piave corrispondenti al Busche sono un attendibile punto di partenza per ottenere gli equivalenti dati per Belluno. Queste sono quelle che si considerano come portate di riferimento nella fase di fattibilità, il cui progetto si consegnò nel 2020.
2. D'altra parte invece, si sono calcolate le portate per ogni tempo di ritorno partendo dai dati delle portate registrati dalla stazione di misura di Belluno, facilitati dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV).
3. Infine, poichè le Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali hanno proporzionato gli idrogrammi utilizzati per la elaborazione del PGRA, si sono ricavate le portate al colmo di detti idrogrammi e i periodi di ritorno da utilizzare, con il fine di poter comparare le portate provenienti dai diversi dati e fissare così la portata di progetto.

Come è possibile osservare nella seguente tabella, i valori ottenuti a partire dalle portate al colmo degli idrogrammi forniti dalle Autorità di Bacino, sono i valori più alti:

Tabella 1. Comparativa delle portate per differenti tempi di ritorno seguendo adottando varie metodologia di analisi.

CAUDALES ESTIMADOS EN BELLUNO (m3/s)					
Tr	Applicando Invarianza di Scala a partire dai dati di Busche	Dati ricevuti da ARPAV			Idrogrammi delle Autorità di Bacino per il PGRA
		Gumbel	M.G.	VAPI	
50	2308	1232	1509	895	3233
100	2607	1408	1693	1016	3573
200	2900	1583	1869	1136	3915
500	3279	1814	2094	1296	4366

Pertanto, le portate utilizzate nel presente studio idraulico risultano essere:

Tabella 2. Portata massima al colmo alla sezione di Belluno.

Tempo di ritorno	Portata massima (m <sup>3</sup> /s)
50	3233
100	3573

200	3915
500	4366

Il completo sviluppo dell'analisi idrogeologica è contenuta nella Relazione Studio Idrogeologico-Idraulico.

### 3.1.3 Pericolosità idraulica

Dal confronto con la cartografia in oggetto emerge che il comune di Ponte di Piave presenta aree appartenenti alla Zone P3, P2, dove:

- **P3 pericolosità elevata:** il territorio è soggetto ad allagamenti caratterizzati da un'altezza dell'acqua superiore al metro per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni;
- **P2 pericolosità media:** territorio è soggetto ad allagamenti caratterizzati da un'altezza dell'acqua inferiore al metro per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni;

L'area di maggior rischio è la riva destra del fiume Piave dal Ponte della Vittoria a valle, come si evince dall'estratto di cartografia.

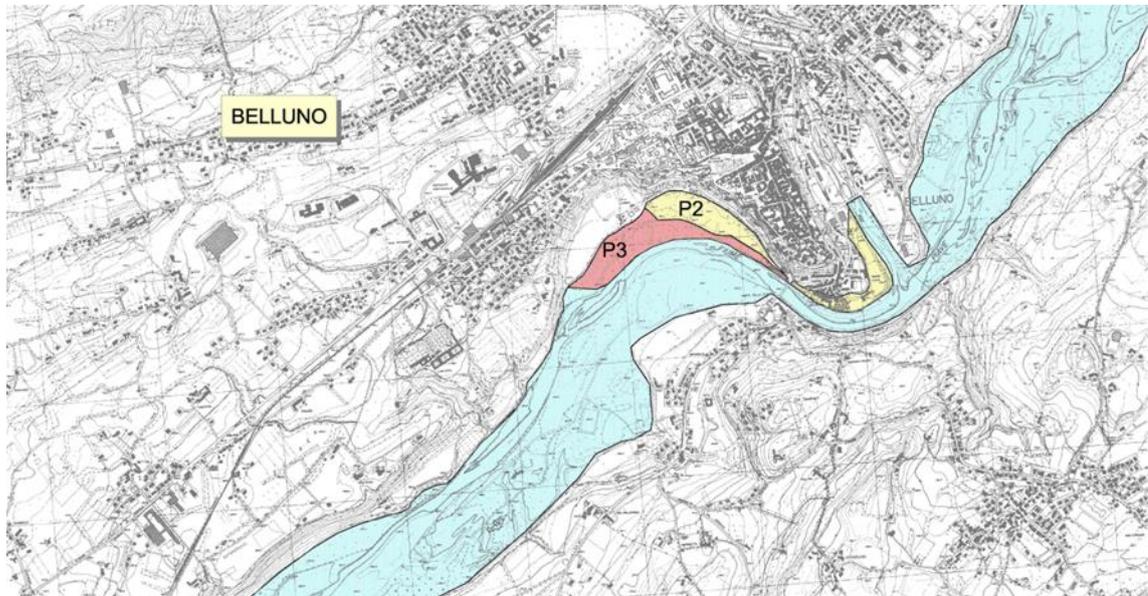


Figura 4. Estratto di Progetto di Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione.

## 3.2 CARATTERISTICHE DELLE RETI FOGNARIE:

In sponda sinistra il sistema di drenaggio consiste in varie canalette a embrice interspaziate tra di loro di 20 metri approssimativamente, lungo entrambi i lati del viale di accesso, e convogliano le acque presso due fossi di guardia posizionati al piede del rilevato i quali scaricano le acque direttamente nel fiume Piave.

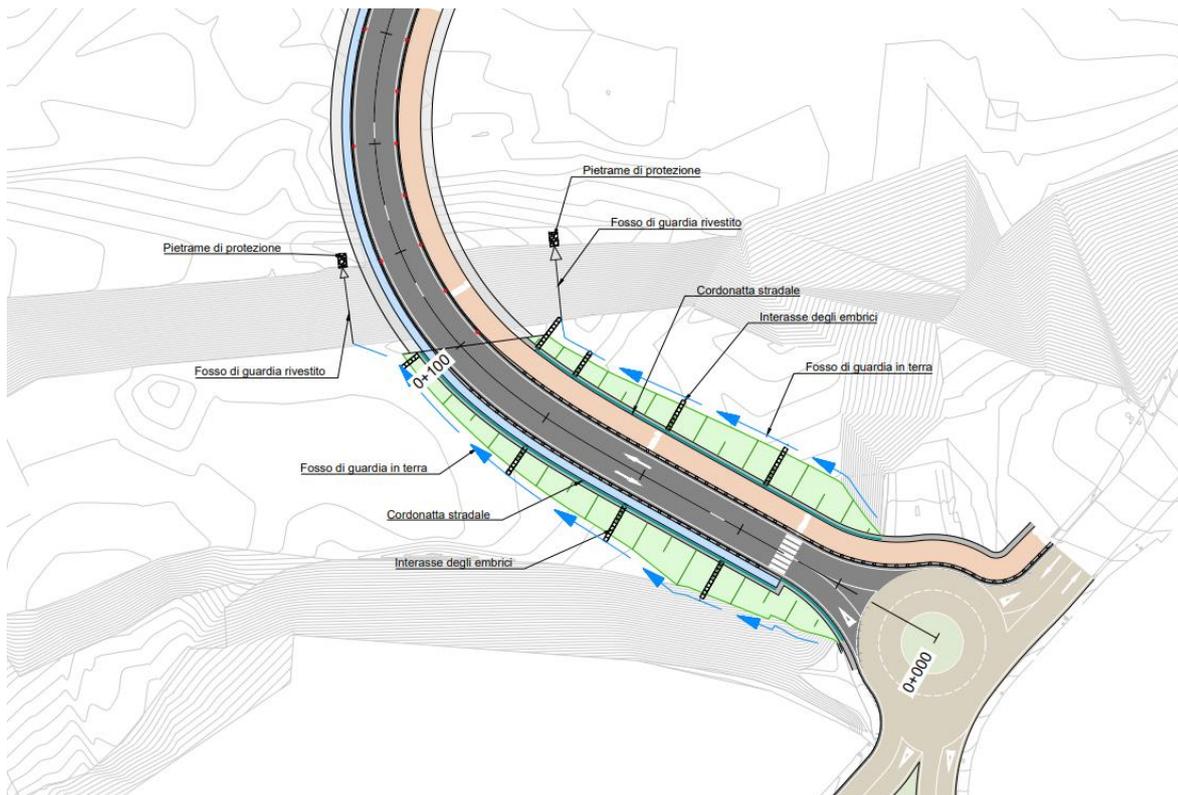


Figura 5. Pianta del sistema di drenaggio nella zona del rilevato.

Lungo la struttura invece, l'impalcato del ponte è munito di caditoie stradali verticali e tubi in PVC di 100 mm interspaziati tra loro di 10 metri approssimativamente, e scaricano le acque direttamente nel fiume Piave.

Per quanto riguarda la sponda destra invece, la carreggiata e la banchina sono state progettate con pendenza trasversale e sono prive di cordolo, ciò permette il deflusso delle acque direttamente nel terreno naturale circostante così come avviene nella realtà.

Gli unici nuovi elementi che si propone inserire nella rete di drenaggio sono: un canale di scolo per raccogliere le acque di deflusso della zona in terra compresa tra Via Alzaia, Galleria Belluno e il muro de la Via Dino Buzzati, il pozzetto di scolo che scarica dette acque e il tubo collettore passante sotto Via Alzaia. Questi elementi sono necessari poichè si costruisce un rilevato per sollevare il piano stradale di Via Alzaia.



Figura 6. Pianta del drenaggio di piattaforma nella la campata principale e nella sponda destra.

Si precisa anche che, Via Alzaia così come Viale dei Dendrofori scaricano direttamente nei margini laterali esterni del rilevato con un flusso diffuso così come accade nella situazione esistente.

Infine, occorre menzionare che l'unico punto di connessione con la rete dei tombini esistenti consiste in un pozzo situato nel margine destro della carreggiata, seguendo il senso di circolazione, il quale continuerà a mantenersi anche nella nuova soluzione.

### 3.3 DESCRIZIONE DELLA RETE IDRAULICA RICETRICE

Il principale elemento recettore delle acque è proprio il fiume Piave poichè riceve le acque del sistema di drenaggio longitudinale del margine sinistro, quelle dirette della propria struttura e capta anche le acque che defluiscono in forma diffusa provenienti dal margine destro.



Figura 7. Piantina di attuazione.

Come già detto, l'unico elemento del sistema di tombini è situato nel margine destro del tunnel, seguendo il senso di circolazione, e ha il compito di captare le acque che vengono convogliate direttamente al fiume Piave.

### 3.4 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE, GEOLITOLIGICHE E IDROLOGICHE

#### 3.4.1 Inquadramento geologico

In generale la conformazione geomorfologica dell'alveo del fiume Piave è prevalentemente rocciosa; si trovano strati di copertura di natura ghiaiosa e con spessore variabile. La sezione dell'alveo presenta anch'essa larghezza variabile lungo tutto lo sviluppo del corso fluviale.

Nel tratto di fiume a Nord della città di Belluno, che si estende fino al comune Ponte Nelle Alpi, l'alveo fluviale presenta una sezione trasversale relativamente ampia ed una conformazione ghiaiosa dovuta ai ripetuti episodi di carattere alluvionale.

Nel suo tratto mediano, corrispondente alla porzione compresa tra il Borgo Piave e il Ponte della Vittoria, il letto del fiume presenta invece una sezione piuttosto stretta ed una conformazione prevalentemente rocciosa. Il substrato roccioso si trova a 5-6 metri di profondità, spessore corrispondente alla modesta copertura ghiaiosa che lo sovrasta.

Infine nel tratto terminale, a valle del Ponte della Vittoria, l'alveo si espande raggiungendo i 500 metri e dando così forma ad un ventaglio golenale, il quale durante il corso degli anni ha subito numerosa

trasformazioni a causa dall'incidenza degli episodi alluvionali. Questa zona, individuata dalla presenza dei quartieri Lambioi (sul lato destro) e Berasiglio (sul lato sinistro), risulta l'area di massima espansione delle piene e rappresenta un ambiente di depositi alluvionali (sabbioso-limosi) di bassa energia. I depositi, di natura variabile in funzione della morfologia locale, si alternano al prevalente tessuto superficiale di matrice ghiaiosa e hanno spessore variabile vanno infatti dai 5 metri (in corrispondenza del ponte della Vittoria) fino ad arrivare ai 20 metri (più in basso nella zona della Marsiga).

I lineamenti morfologici, dettati dal passo degli anni, possono essere così riassunti:

- Nel periodo preglaciale (interglaciale Riss-Würm), l'alveo del fiume Piave non coincideva con la sua posizione attuale, bensì, occupava la zona adesso corrispondente con il centro della città di Belluno.
- Nel periodo glaciale Würm, l'intera area del letto del fiume viene ricoperta da materiali sciolti.
- Nell'era post-glaciale dopo il susseguirsi di una serie di trasformazioni e rimaneggiamenti del terreno, il fiume Piave si vede costretto a dover modificare il suo percorso originario.
- La formazione del nuovo alveo fluviale e il suo progressivo approfondimento, ha permesso alle rocce del substrato (Flysch di Belluno) di affiorare in superficie, rimanendo dunque scoperte ed effettivamente visibili, ancora oggi, a monte di via Miari.

### 3.4.2 Caratteristiche morfologiche

I depositi alluvionali occupanti l'alveo fluviale presentano una elevata permeabilità ed una attività di circolazione delle acque al loro interno di frequenza e intensità relativamente alte. Il drenaggio delle acque all'interno della matrice ghiaiosa è resa ancor più evidente dalle variazioni di quota del pelo libero dell'acqua nell'alveo.

La base dell'acquifero è marcata dal substrato roccioso locale denominato Flysch di Belluno, in corrispondenza del quale la permeabilità si riduce sensibilmente e le penetrazioni di acqua verso il basso si hanno solo per via delle fratturazioni del manto roccioso.

Durante le stagioni in cui si registrano fenomeni di precipitazione con grande frequenza ed intensità, il livello del pelo libero dell'acqua in alveo aumenta in maniera consistente tanto da raggiungere la quota dei terrazzamenti dell'alveo fluviale e nella maggior parte dei casi inondarli.

Questa problematica deve considerarsi nel momento in cui si eseguano attività di scavo ad una quota inferiore rispetto a quella del pelo libero dell'acqua. Nel caso in cui debbano essere seguiti scavi al di sotto del livello idrico infatti, si produrrebbe un apporto di acqua alla zona di cantiere non indifferente. Per evitare questo tipo di problematiche sarà necessario pensare a soluzioni che riducano la permeabilità del materiale in corrispondenza della zona di interesse o, in alternativa, intervenire attraverso la riduzione dei valori di portata del corso, tramite l'impiego di apparecchiature di pompaggio, fino a raggiungere valori facilmente gestibili di portata.

### 3.4.3 Rischio idrogeologico

Poiché la zona è soggetta al rischio idrogeologico, il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico è un valido strumento per identificare quelle che sono le zone di pericolosità geologica nella zona.

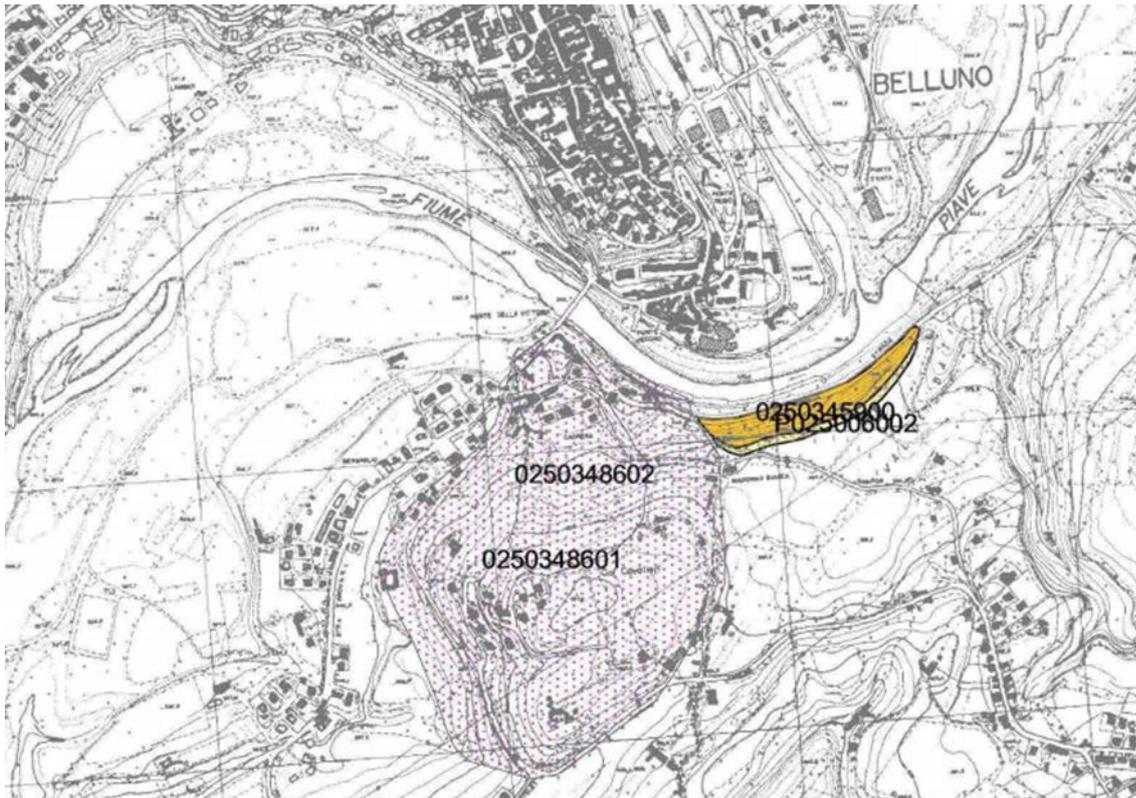


Figura 8. Carta della Pericolosità e del Rischio Geologico del comune di Belluno. Fonte: Autorità di Bacino dei Fiume Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione.



Figura 9. Legenda della carta della Pericolosità e del Rischio Geologico del comune di Belluno

Come è possibile osservare nell'immagine, nel margine sinistro del fiume Piave tra la confluenza con il torrente Ardo e a monte del ponte del Ponte della Vittoria, ci sono due zone di pericolosità geologica: P3 (arancio) nella zona in prossimità del letto del fiume e P2 (giallo) nella zona esterna.

Inoltre, anche nel margine sinistro del fiume Piave, a continuazione dell'anteriore, è presente una zona che si classifica come paleofrane e/o frane antiche.

Come è evidente dalla mappa, nessuna di queste zone menzionate ha influenze nella zona di studio corrispondente al Nuovo Ponte in sostituzione del ponte Bailey.

### 3.4.4 Rischio da valanga

Per quanto riguarda invece il rischio valanghe, nelle tavole Perimetrazione e Classificazione delle Aree in Relazione alla Pericolosità, si osserva che la zona di intervento (evidenziata in rosso) non è presente in alcuna zona di rischio.

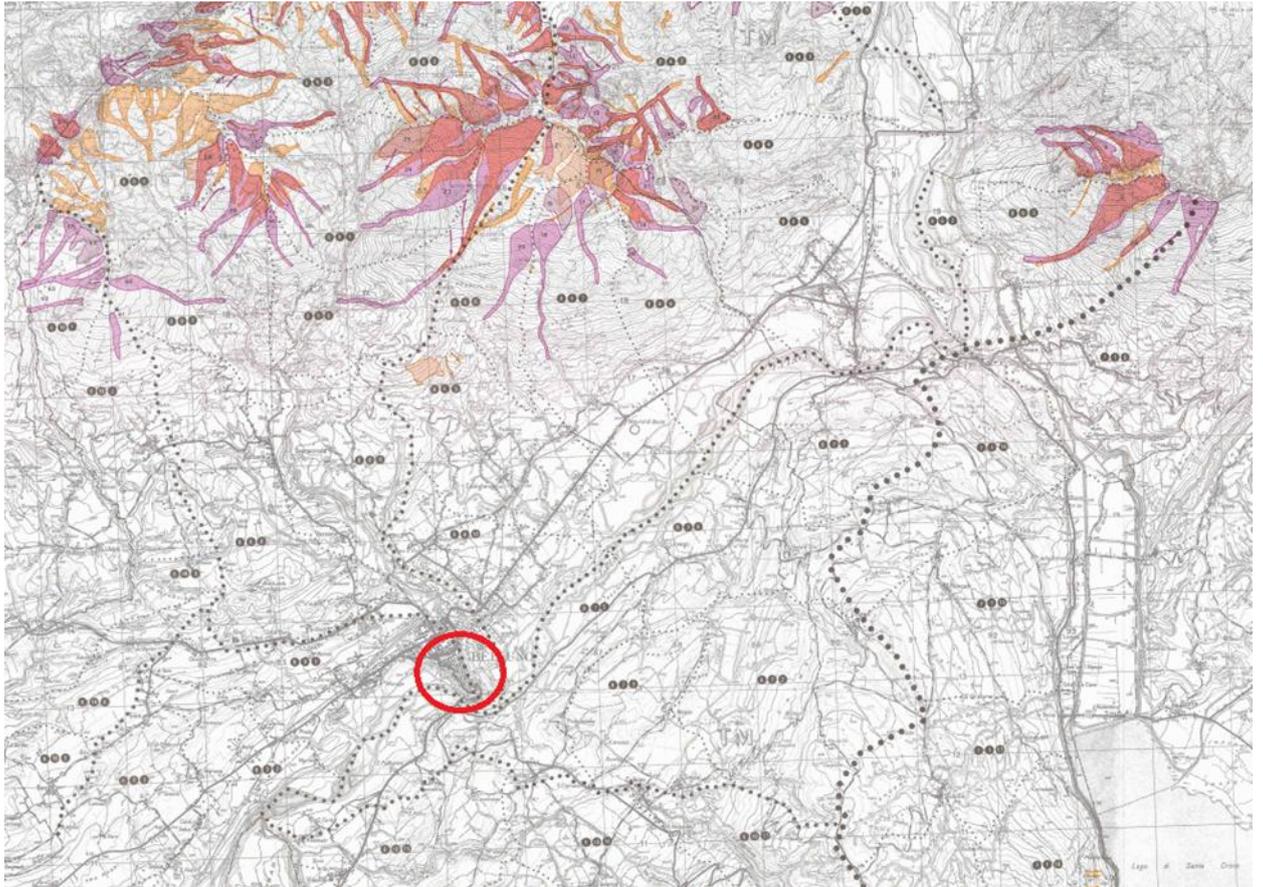


Figura 10. Perimetrazione e Classificazione delle Aree in Relazione alla Pericolosità da Valanga. Fonte: Autorità di Bacino dei Fiume Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione.

## 4 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE SOPRA DESCRITTE IN RIFERIMENTO AI CONTENUTI DELLA VARIANTE

### 4.1 ANALISI DELLE TRASFORMAZIONI DELLE SUPERFICI DELLE AREE INTERESSATE IN TERMINI DI IMPERMEABILIZZAZIONE

Diventa fondamentale analizzare le portate di piena che sono causate dalle aree oggetto di variante prima e dopo la loro costruzione (in base al parametro fondamentale che è dato dall'aumento delle superfici impermeabili) per poter stimare il volume di compensazione necessario a perseguire l'obiettivo dell'invarianza idraulica come previsto dal Dgr. N. 2948 del 6 ottobre 2009.

Il modello adottato per il calcolo delle portate delle acque meteoriche che sottendono l'area è quello denominato "Metodo Razionale" e cioè:

$$Q=c \cdot I \cdot A$$

dove la portata  $Q$  corrisponde al prodotto dell'intensità di pioggia  $I$  (mm/h), della superficie  $A$  del bacino scolante e del coefficiente di deflusso " $c$ " che rappresenta il rapporto fra l'afflusso meteorico e l'effettivo recapito.

Il coefficiente di deflusso può essere calcolato come valore medio, relativo alle caratteristiche di " $c_i$ " nelle superfici componenti  $A_i$  del bacino di scolo  $A$ , per cui

$$c = \sum_i c_i \cdot A_i / A$$

Al seguito, si mostrano i valori "c" indicati nell'Allegato A del Dgr. N. 2948 del 6 ottobre 2009:

Tabella 3. Valore de "c" per il Metodo Razionale. Fonte: Allegato A del Dgr. N.1841

Tipo de superficie	c
Massa d'acqua	1.00
Superficie impermeabile (tetti, terrazze, strade, piazzali)	0.90
Superficie semi-permeabile (grigliati drenanti, strade in terra battuta)	0.50
Superficie permeabile (aree verdi)	0.30

Il calcolo delle portate è stato effettuato considerando come valore dell'intensità di pioggia I quella relativa al tempo di concentrazione  $t_c$ . Per una fognatura urbana il tempo di concentrazione  $t_c$  può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fognaria fino alla sezione di chiusura considerata.

Dovuto al fatto che Belluno rientra in una stazione di misurazione (la stazione Belluno-aeroporto), si utilizzano i parametri ottenuti nello studio sviluppato da ARPAV per la caratterizzazione delle precipitazioni. Trattandosi del dimensionamento del sistema di drenaggio per la piattaforma, i tempi di concentrazione sono molto ridotti, assumendo infatti che il dimensionamento è per intervalli di tempi di 10 minuti, si utilizza la caratterizzazione per la durazione inferiori di una ora.

Il periodo di ritorno considerato è di 50 anni, pertanto l'intensità di pioggia da utilizzare è 161.46 mm/h:

Tabella 4. Intensità di precipitazione critiche in funzione del tempo di ritorno e del tempo di pioggia

Durata (min)	Tempo di ritorno (anni)					
	2	5	10	20	25	50
	ic (mm/h)					
5 min	118.45	146.37	164.88	183.05	189.31	206.07
10 min	88.10	111.62	127.14	142.23	147.30	161.46
15 min	74.10	95.26	109.21	122.71	127.19	139.98
30 min	55.11	72.64	84.21	95.35	98.96	109.67
45 min	46.35	61.99	72.33	82.26	85.45	95.09

La portata prima dell'intervento è 0.158 m<sup>3</sup>/s:

Tabella 5. Portata nella situazione previa all'intervento

Situazione previa							
Zona Verde		Acqua		c medio	A totale(m <sup>2</sup> )	I (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)
c	A (m <sup>2</sup> )	c	A (m <sup>2</sup> )				
0.3	4112.2	1	2282.8	0.550	6395.0	161.46	0.158

Mentre la portata nella situazione di progetto è di 0.245 m<sup>3</sup>/s:

Tabella 6. Portata nella situazione di progetto

Situazione di progetto						
------------------------	--	--	--	--	--	--

Rilevato		Pavimento		c medio	A totale(m2)	I (mm/h)	Q (m3/s)
c	A (m2)	c	A (m2)				
0.5	737.4	0.9	5657.6	0.854	6395.0	161.46	0.245

Si evince che, l'incremento di portata associato al periodo di ritorno di 50 anni, che si sperimenta con la costruzione del Nuovo Ponte e delle sua vie di accesso sul rilevato è di:

$$\Delta Q = 0.245 - 0.158 = 0.087 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tenendo in conto che l'elemento recettore della acque di deflusso del progetto è proprio il fiume Piave, questo incremento di portata si analizza con la portata associata al periodo di ritorno di 50 anni del fiume e con una portata massima fissata di 3233 m<sup>3</sup>/s, così come riportato nel paragrafo 3.1.2.

Dunque, la portata generata dal progetto, di 0.087 m<sup>3</sup>/s, supporrebbe un incremento del 0.0027% alla portata del fiume Piave. Questo incremento, inferior allo 0.01%, si considera insignificante e pertanto si assume che la invarianza idraulica è garantita, non essendo necessaria l'implementazione di un volume di compensazione.

## 4.2 VALUTAZIONE DELLA CRITICITÀ IDRAULICA DEL TERRITORIO

### 4.2.1 Zone di criticità

Per valutare le possibili criticità legate alla situazione idraulica nella zona di Belluno si fa riferimento ai seguenti documenti:

- Carta della pericolosità idraulica (Tavola PV36) del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino idrografico del Fiume Piave.
- Relazione Generale. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino idrografico del Fiume Piave.
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) Provincia di Belluno.

La seguente figura mostra un estratto dalla mappa di pericolosità idraulica del Piano, dove si indicano le zone coinvolte appartenenti all'area di studio in questione:

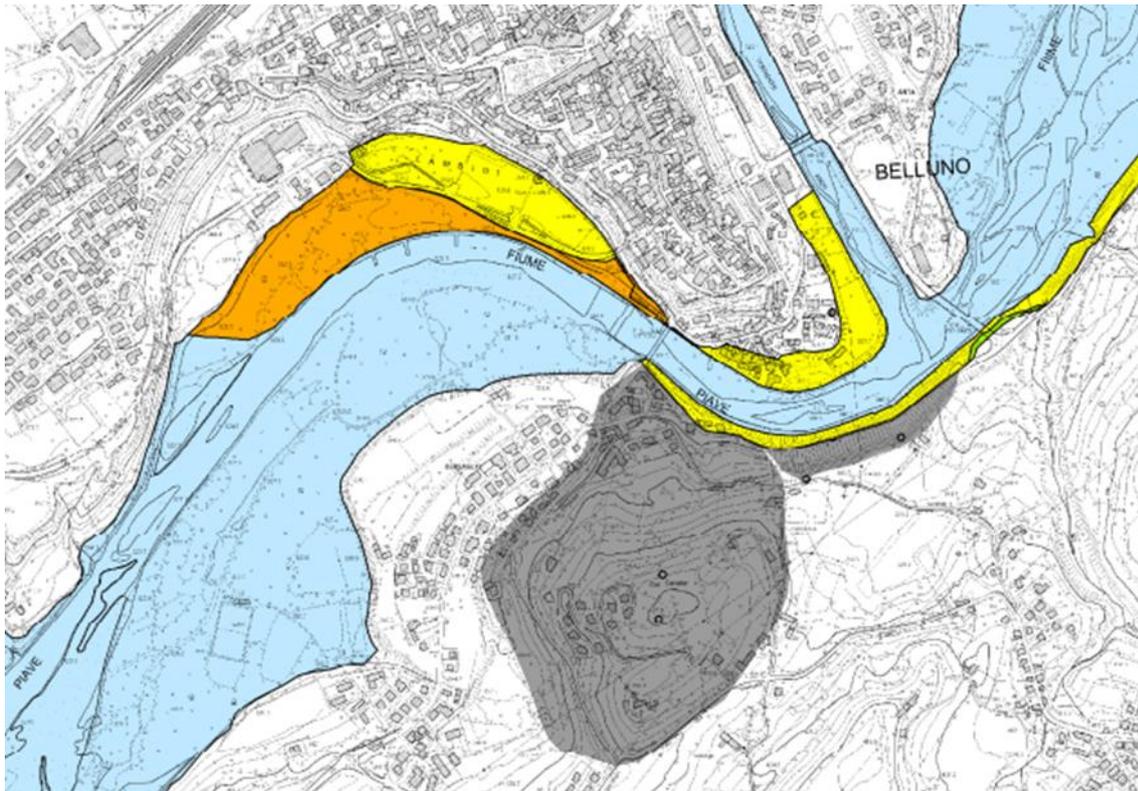


Figura 11. Carta della pericolosità idraulica. Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacino idrografico del fiume Piave.

### PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO P.A.I.

#### Perimetrazione e classi di pericolosità idraulica

-  F - Area Fluviale
-  P1 - Pericolosità idraulica moderata
-  P2 - Pericolosità idraulica media
-  P3 - Pericolosità idraulica elevata
-  P4 - Pericolosità idraulica molto elevata

-  **Indicazione delle zone di pericolosità e di attenzione geologica\***
- \*cfr. cartografia geologica

Figura 12. Legenda Piano Assetto idrogeologico PAI

La prima zona è classificata come P3 e si trova nel margine destro del fiume Piave: dal Ponte della Vittoria fino a valle dello stesso mentre la seconda zona classificata come P2 si trova in corrispondenza del parco macchine di Lambioi.

Nel margine sinistro invece, tutta la pianura di inondazione è classificata come Area Fluviale.

Inoltre, nella Relazione Generale del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Piave si menziona il fatto che in alcune zone localizzate del fiume Piave si possono registrare alcune criticità considerevoli. Ci si riferisce ad alcuni fenomeni di assestamento che si sono verificati nelle zone fluviali o nelle pianure di inondazione, protetti da rilevati o muri di contenzione.

Nello specifico la città di Belluno è sempre stata oggetto di criticità e fenomeni di inondazione rivelandosi dunque vulnerabile a questo tipo di eventi. Per questo motivo, in tempi recenti, la parte

sud est della città, lungo la riva del fiume Piave, è stata oggetto di lavori di rafforzamento come la costruzione di rilevati e l'innalzamento della pianura di inondazione dove varie infrastrutture, come quelle del quartiere Lambioi, hanno registrato movimenti di assestamento e potrebbero pertanto rappresentare elementi a rischio.

Tuttavia, nel presente documento non si dettaglieranno gli interventi strutturali o non strutturali necessari per la mitigazione del rischio idraulico nella città di Belluno.

Per quanto riguarda invece le tavole del PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) della città di Belluno, l'unica criticità idraulica è rappresentata nella Carta delle Fragilità e corrisponde alle Aree esondabili e aree soggette a ristagno idrico mostrata a continuazione:

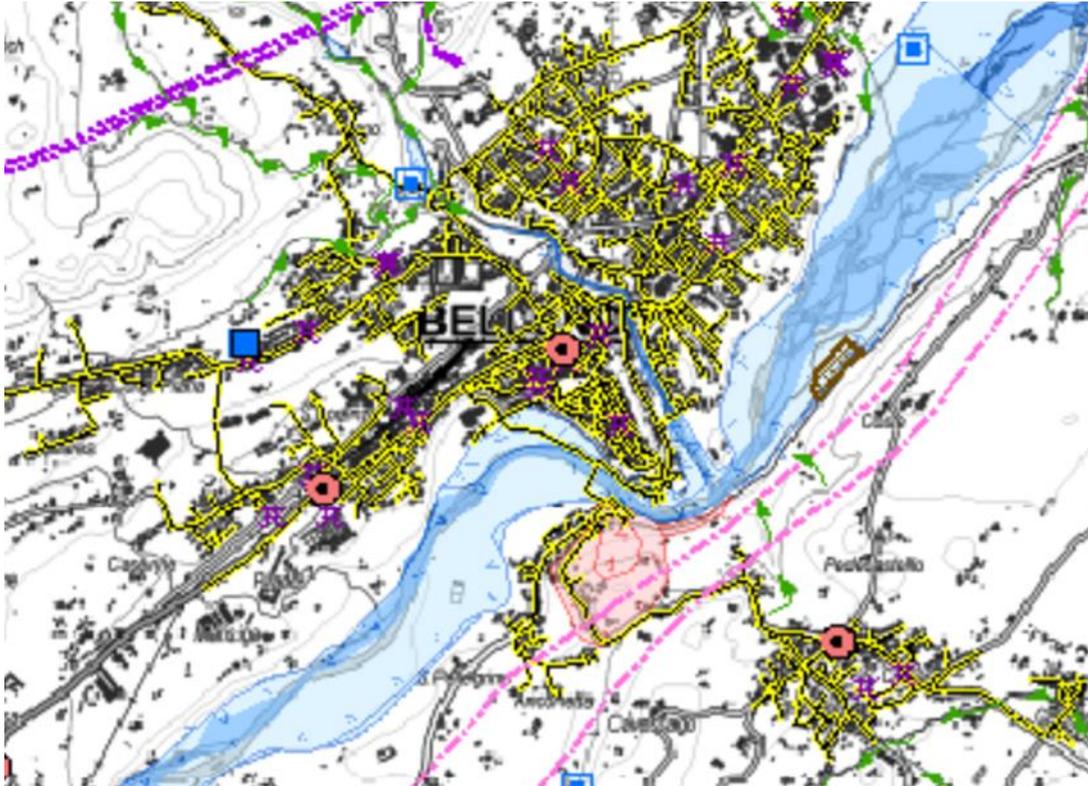


Figura 13. Carta delle Fragilità. Fonte: Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (Provincia di Belluno)

#### Aree esondabili e aree soggette a ristagno idrico

Figura 14. Legenda Carta delle Fragilità. Fonte: Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (Provincia di Belluno)

Come si può osservare nelle due immagini precedenti, questa zona coincide con l'area fluviale del piano del PAI, dunque, non c'è nessuna criticità idraulica addizionale presente del PTCP.

#### 4.2.2 Incrementi di pericolosità attesi

Per analizzare i livelli di pericolosità si utilizza il metodo Modello 2D descritto nella Relazione Generale del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Piave, dove le classi di pericolosità si definiscono come segue:

- P1 si definisce quella zona in cui il livello di inondazione è inferiore ad 1 metro ( $y < 1m$ )
- P2 si definisce quella zona in cui il livello di inondazione super il metro ( $y > 1m$ )
- P3 in maniera simile alla zona precedente identifica aree di inondazione il cui livello super il metro ( $y > 1m$ ) pero addizionalmente producono insufficienze del modello o sono presenti strutture in malo stato di conservazione
- P4 è invece per casi particolarmente critici e per corsi di acqua torrenziali.

Il progetto come è descritto in seguito non produrrà incrementi dei livelli idrici nei pressi del nuovo manufatto, e quindi non sono attesi incrementi della pericolosità idraulica. Per i dettagli, si faccia riferimento al paragrafo 4.3.2.

#### 4.2.3 Zone di deflusso difficoltoso

Non è stata identificata alcuna zona con deflusso difficoltoso nell'area di progetto.

### 4.3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO E DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Per la valutazione del rischio e pericolosità idraulica è stato realizzato anche un modello idrodinamico bidimensionale (2D) grazie all'utilizzo del software IBER.

I dettagli di geometria, rugosità e condizioni iniziali e al contorno, sono descritte in maniera dettagliata nell'elaborato E03 Relazione Studio Idrologico-Idraulico.

#### 4.3.1 Scenari simulati

Con l'obiettivo di studiare quale sia l'impatto che la costruzione del Nuovo Ponte può avere sul funzionamento idraulico del letto del fiume, sono stati creati dei modelli per la simulazione dei seguenti scenari a fondo fisso:

- Situazione antecedente alla costruzione del ponte provvisorio ponte Bailey, nello specifico si fa riferimento all'anno 2007.
- Scenario proposto: situazione al termine della costruzione del ponte oggetto del presente progetto.

Si fa notare che per valutare le conseguenze da un punto di vista idraulico del nuovo ponte, non si compara la situazione futura con l'attuale, ossia con il ponte Bailey (al trattarsi di una struttura provvisoria), bensì con la situazione antecedente alla costruzione del ponte stesso.

Ciò nonostante, con il ponte Bailey già realizzato, sono disponibili nell'elaborato E03 Relazione Studio Idrologico-Idraulico i dati relativi all'evento "Tempesta Vaia" di fine 2018, che sono serviti per calibrare il modello bidimensionale.

Inoltre, il modello bidimensionale IBER utilizzato per le presenti indagini dispone di un modulo che simula il trasporto solido al fondo e consente pertanto di effettuare le simulazioni in condizioni di moto vario anche considerando l'ipotesi di fondo mobile. Le simulazioni a fondo mobile sono utilizzate per ottenere la mappa delle variazioni della quota del fondo attese al termine dell'evento simulato.

#### 4.3.2 Risultati delle simulazioni numeriche 2D

Nel seguito di analizzano le variabili idrauliche dei livelli idrici (rispetto al livello del mare) e velocità lungo tutto il letto del fiume Piave. La verifica si realizza con i risultati della simulazione per il periodo di ritorno di 200 anni, per essere il periodo di ritorno di progetto e il maggiore tra quelli simulati ed essendo sempre quello in cui si produce il picco negli idrogrammi, passata l'ora 39.

La seguente figura mostra la situazione dei 2 punti che sono stati fissati lungo l'alveo del Piave per rappresentare le quote idrometriche ottenute con il calcolo nei punti maggiormente significativi del dominio di calcolo. I punti suddetti si trovano:

- P1: situato sotto il ponte oggetto di questo progetto
- P2: situato sotto il ponte della Vittoria



Figura 15. Punti del fiume fissati per l'analisi idraulica.

#### Situazione antecedente al Ponte Bayley

Nelle seguenti immagini si mostrano le quote idrometriche e le velocità della corrente per la situazione anteriore alla costruzione del ponte Bailey, in corrispondenza della ora 39 e con una portata massima di 3915 m<sup>3</sup>/s.

Evento Tr=200 anni  
Situazione antecedente  
Quote idrometriche al passaggio del colmo (T=39 ore)

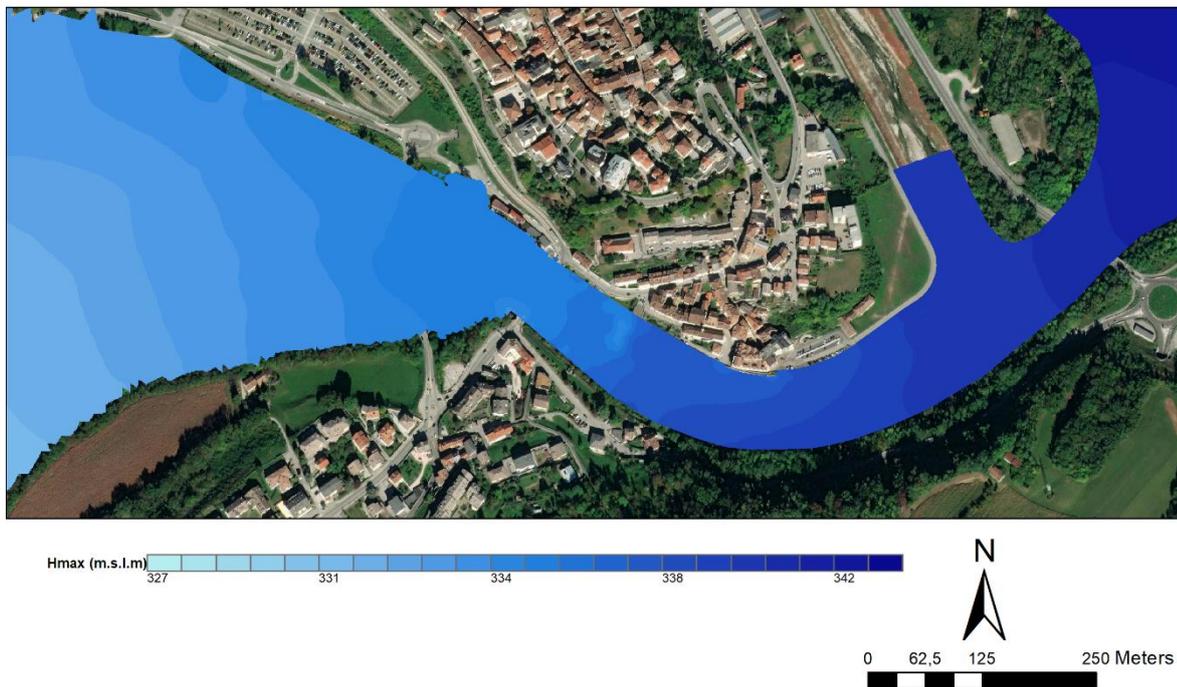


Figura 16. Quote idrometriche per la situazione antecedente al ponte Bailey, in corrispondenza del picco (ora 39) dell'evento con un periodo di 200 anni.

Analizzando l'immagine precedente, si osserva che nella curva verso destra che il fiume descrive a valle della confluenza, le quote idrometriche si differenziano tra una sponda e l'altra, essendo le quote in sinistra idrografica di almeno 50 cm più elevate di quelle in destra. Viceversa, a valle del Ponte della Vittoria, i livelli in sinistra idrografica tendono ad abbassarsi per il fatto che il filone della corrente è libero di espandersi invadendo le zone inondabili.

Evento  $T_r=200$  anni  
Situazione antecedente  
Velocità della corrente al passaggio del colmo ( $T=39$  ore)

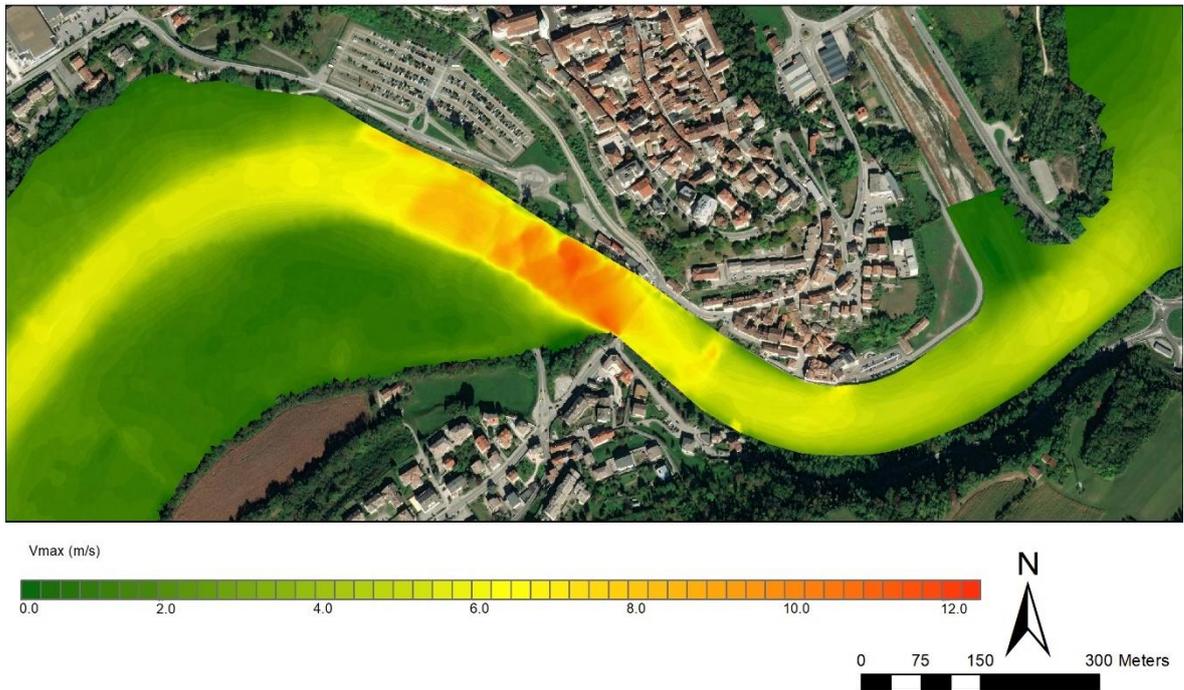


Figura 17. Velocità della corrente per la situazione antecedente al ponte Bailey, in corrispondenza del picco (ora 39) dell'evento con un periodo di 200 anni.

Come si può osservare, le velocità più alte si concentrano a valle del ponte della Vittoria. Inoltre, nella zona di curva a valle (vicino al parco fluviale Lambioi), le velocità si riducono per l'effetto dei pennelli localizzati lungo il margine destro.

### Situazione di progetto

Oltre alla situazione anteriore, sono state realizzate simulazioni per la situazione di progetto considerando una portata massima di  $3915 \text{ m}^3/\text{s}$ , corrispondente al periodo di ritorno di 200 anni.

Nelle seguenti immagini si mostrano le quote idrometriche e le velocità della corrente per la situazione di progetto, in corrispondenza dell'ora 39 e con una portata massima di  $3915 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Evento  $T_r=200$  anni  
Configurazione di progetto  
Quote idrometriche all passaggio del colmo (T=39 ore)

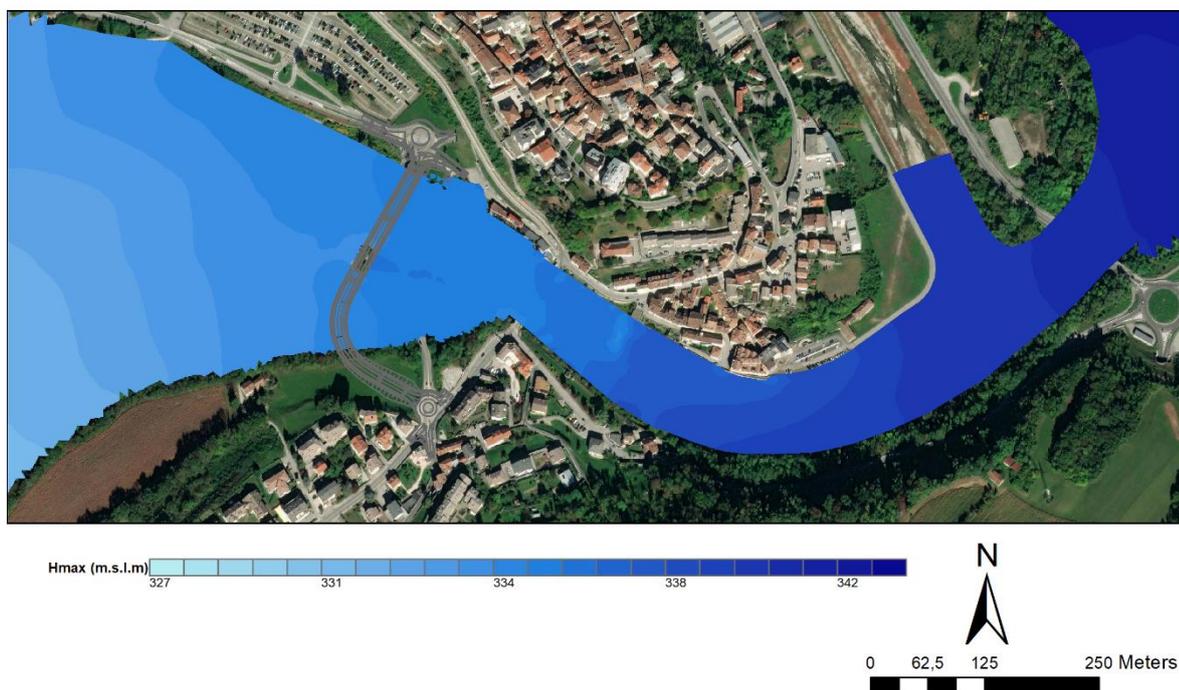


Figura 18. Quote idrometriche per la situazione di progetto, in corrispondenza del picco (ora 39) dell'evento con un periodo di 200 anni.

La figura precedente evidenzia come la distribuzione di quote idrometriche associate alla situazione di progetto sia praticamente la stessa della situazione antecedente. Solo si notano piccoli cambi nella zona dove vi è il contrappeso, che riflettono l'effetto che quest'ultimo ha sul flusso.

Analizzando le zone allagate, anch'esse combaciano con la situazione antecedente; infatti, si rileva un allagamento della zona in sinistra idrografica (considerata area fluviale), la zona nei pressi di Via Alzaia tra il ponte della Vittoria ed il ponte di progetto, ed, infine, il parco fluviale Lambioi, anch'esso in destra idrografica. L'allagamento di queste zone situate in destra idrografica già era stata considerata nel PGRA, come di descriverà in seguito.

Quindi è possibile concludere che la costruzione del nuovo ponte non genererà effetti peggiorativi per quanto concerne l'estensione delle zone allagate.

Evento  $T_r=200$  anni  
Configurazione di progetto  
Velocità della corrente al passaggio del colmo ( $T=39$  ore)

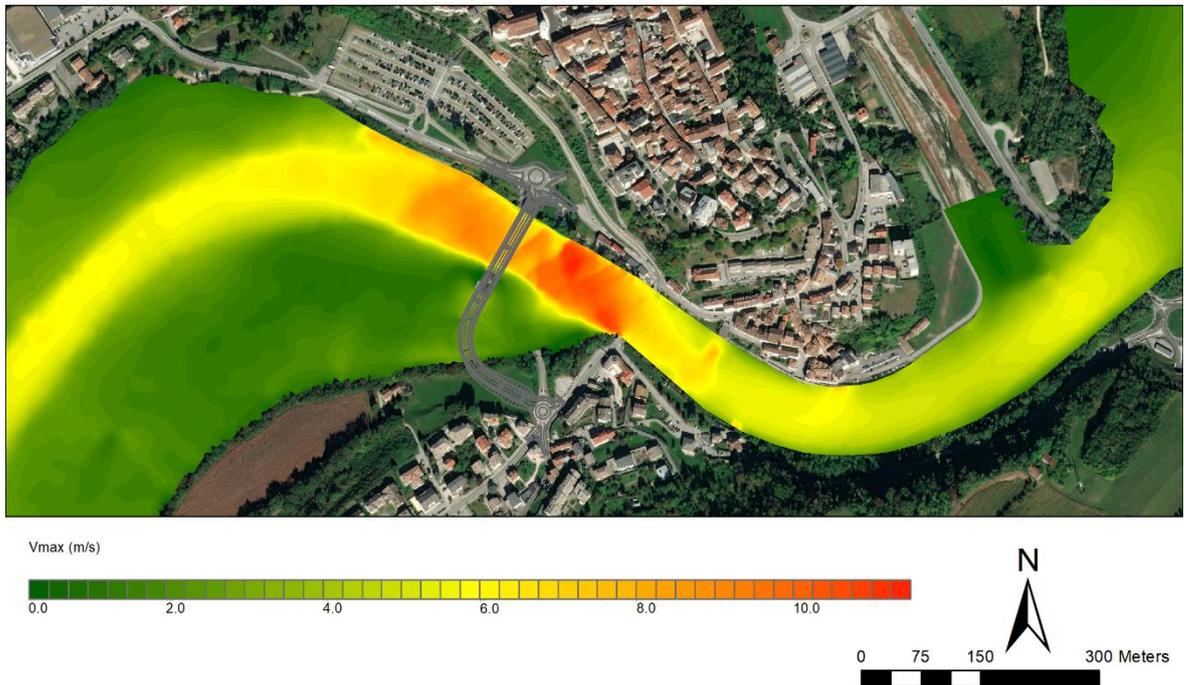


Figura 19. Velocità della corrente per la situazione di progetto, in corrispondenza del picco (ora 39) dell'evento con un periodo di 200 anni.

Per quanto concerne la distribuzione delle velocità, anch'essa è molto simile a quella ottenuta per la situazione antecedente. Si rileva solo una leggera variazione nella zona del ponte di progetto, causata dall'esistenza del contrappeso e dalle pile nella pianura in sinistra idrografica.

Nel successivo grafico si mostra il confronto tra i livelli idrici per la situazione antecedente e quella di progetto, a fondo fisso, per i due punti P1 e P2.

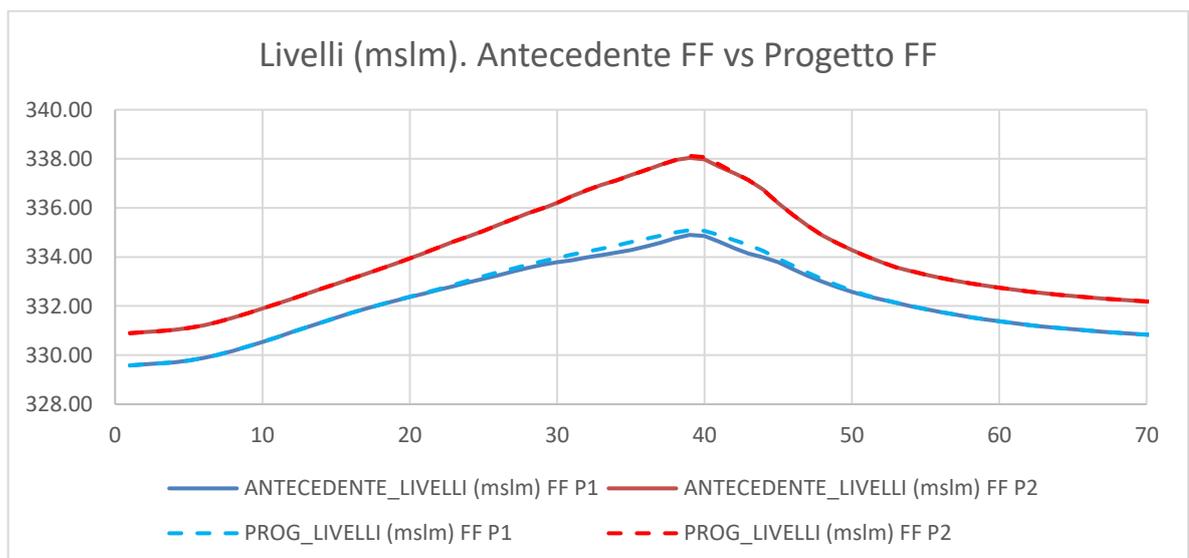


Figura 20. Andamento dei livelli per le situazioni antecedente e di progetto, a fondo fisso e considerando un tempo di ritorno di 200 anni.

Come si può osservare, i risultati tra la situazione antecedente e quella di progetto sono praticamente identici, con variazioni di pochi centímetro. Questo dimostra che l'impatto derivato dalla costruzione del nuovo Ponte è praticamente trascurabile.

### Erosione – Simulazione a fondo mobile

Il modello bidimensionale IBER utilizzato per le presenti indagini dispone di un modulo che simula il trasporto solido al fondo e consente pertanto di effettuare le simulazioni in condizioni di moto vario anche considerando l'ipotesi di fondo mobile.

Nel modello IBER il calcolo del trasporto solido si svolge in modo del tutto accoppiato con il calcolo idrodinamico, ed è basato sulla formula di Meyer-Peter e Müller. I dettagli sono descritte in maniera dettagliata nell'elaborato E03 Relazione Studio Idrologico-Idraulico.

Nella mappa successiva si mostra la stima delle variazioni della quota del fondo attese al termine dell'evento simulato. Nella mappa sono indicate con i colori blu/verde le zone in erosione, e con i colori rosso/giallo quelle in deposito.

Evento  $T_r=200$  anni  
Configurazione di progetto in ipotesi di fondo mobile  
Mappa di erosione/deposito al termine dell'evento ( $T=74$  ore)

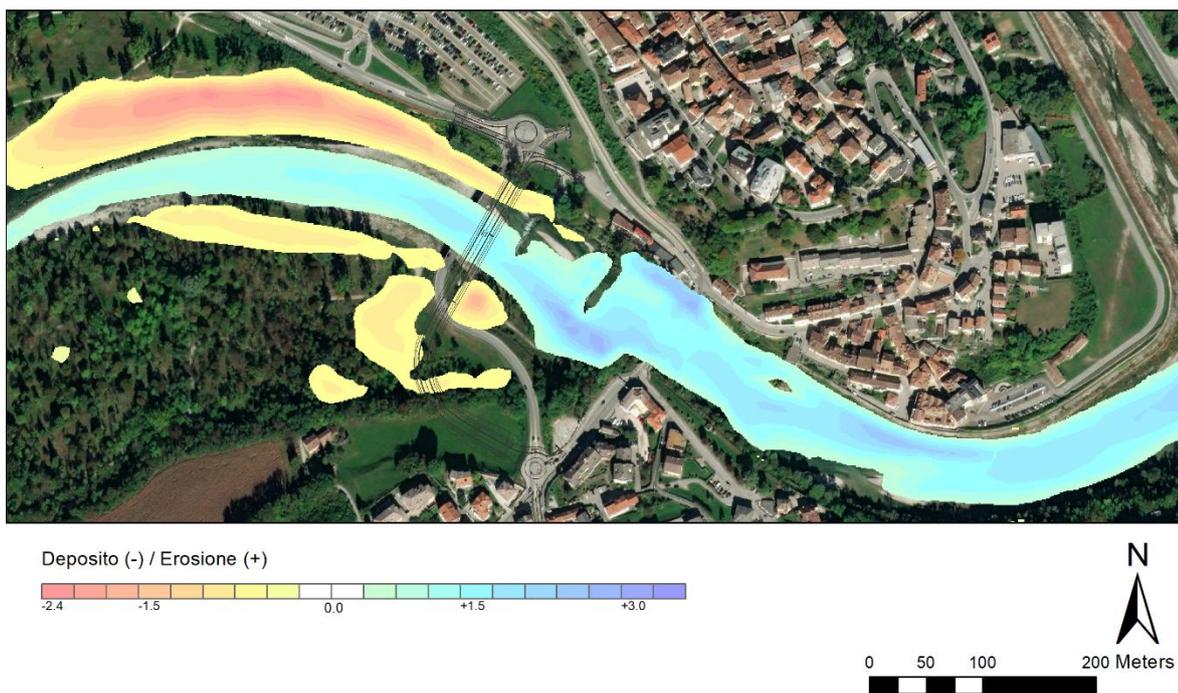


Figura 21. Mappa di erosione/deposito per la situazione di progetto e considerando un tempo di ritorno di 200 anni.

Si osserva che nella zona a valle del ponte della Vittoria si producono maggiori erosioni rispetto ad altre zone. Questa situazione è coerente con il fatto che in questa zona vi siano le massime velocità. Ciò nonostante, si nota che in questa zona del fiume, anche se vi sono velocità alte, le erosioni sono di minore entità. Questo effetto si deve alla presenza delle soglie.

A valle del ponte progettato, nell'alveo del Piave si verifica una erosione minima nel fondo. Tale erosione, così bassa considerate le portate così alte di progetto, sono il risultato della forte riduzione di velocità nella zona della curva dovuta alla presenza dei pennelli in sponda destra. Per eventi di ridotta portata, questa erosione evidentemente si riduce, o addirittura può produrre deposito.

Inoltre, si verifica un apprezzabile accumulo di materiale in entrambe sponde a valle del ponte progettato, in ragione della già evidenziata decelerazione della corrente che conseguentemente determina una riduzione della capacità di trasporto della corrente stessa e quindi un incremento del deposito di sedimenti.

Per quanto concerne un possibile scalzamento della fondazione del contrappeso (situato in sponda sinistra, fuori dal letto fluviale), si osserva che vi sono delle velocità basse in questa zona, e quindi nei presis di questo elemento si produce principalmente deposito. Pertanto, è ragionevole pensare che non è necessario adottare misure specifiche contro l'erosione e lo scalzamento della fondazione del contrappeso.

Il successivo grafico, che riporta l'andamento delle quote del fondo nel tempo negli stessi punti sopra considerati, fornisce ulteriori elementi sulla dinamica dell'evoluzione del fondo nel corso della piena.

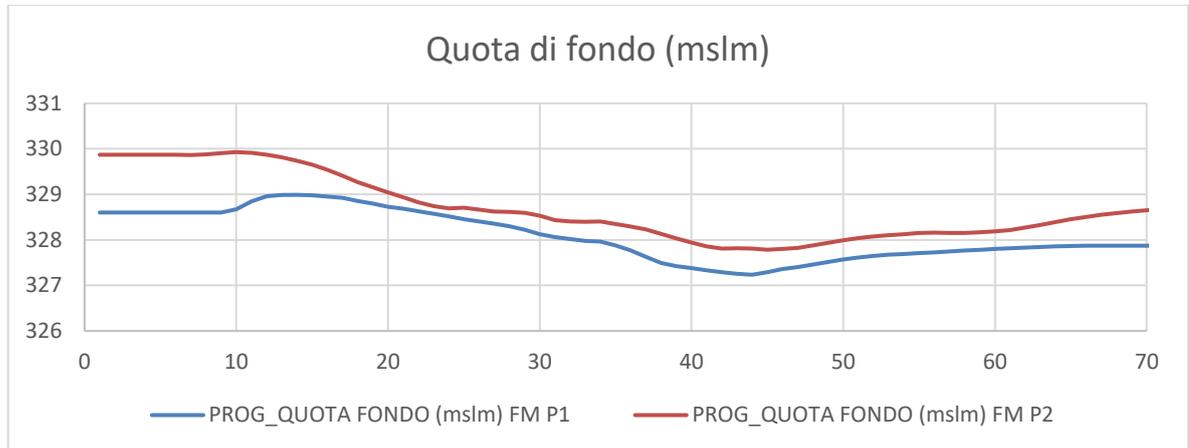


Figura 22. Andamento delle quote del fondo per la situazione di progetto, a fondo mobile e considerando un tempo di ritorno di 200 anni.

Nel punto P1, situato in prossimità del ponte progettato, le quote del fondo sono sostanzialmente stabili nella fase iniziale per poi crescere nella fase di colmo di piena e ridursi poi gradualmente, nella fase terminale della piena stessa, raggiungendo una situazione analoga a quella iniziale.

Nel punto P2, situato in prossimità del ponte della Vittoria, dopo un lieve incremento iniziale della quota di fondo, si produce una erosione importante per le portate più alte dell'idrogramma. Subito dopo vi è un innalzamento della quota di fondo, causato dalla riduzione delle velocità e dal conseguente aumento di depositi.

Considerate le differenze tra i modelli a fondo fisso e mobile nella zona del ponte della Vittoria, nella successiva figura si mostra l'evoluzione dei livelli per la situazione antecedente e quella di progetto, in entrambi i casi simulando il fondo mobile.

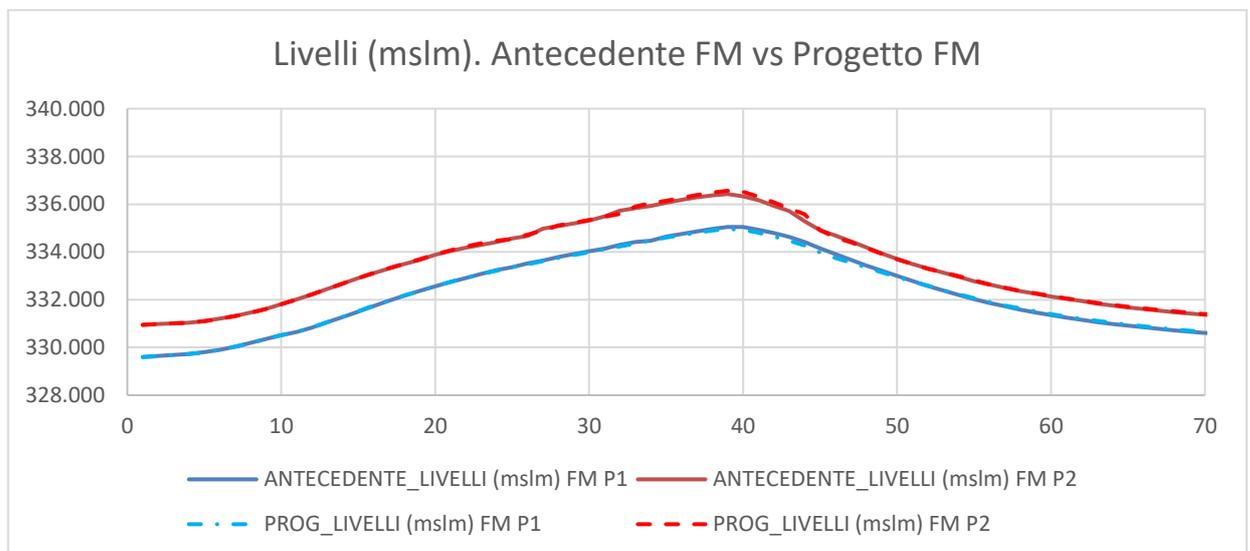


Figura 23. Andamento dei livelli a fondo mobile per le situazioni antecedente e di progetto e considerando un tempo di ritorno di 200 anni.

Si può notare che, in maniera speculare a quello che succedeva nel confronto tra la situazione antecedente e di progetto per il modello a fondo fisso, anche nella simulazione con fondo mobile i risultati prima e dopo la costruzione del nuovo ponte sono praticamente identici. Questa conclusione vale sia per il punto P1, che per il P2. In definitiva, si può concludere che il nuovo ponte, oggetto di questo progetto, non genera effetti negativi nella zona del Ponte della Vittoria.

### Situazione di progetto. Confronto con il PGRA

Allo scopo di verificare i risultati ottenuti con le simulazioni realizzate, sono state confrontate le quote idriche nelle zone soggette a inondazione con quelle identificate nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni. Considerando che il PGRA presenta unicamente le zone allagabili per i periodi di ritorno di 30, 100 e 300 anni, è stata sviluppata una simulazione del modello della situazione di progetto con un tempo di ritorno di 100 anni, con una portata di colmo di 3573 m<sup>3</sup>/s.

La seguente immagine mostra un estratto della mappa delle quote idriche considerando un tempo di ritorno di 100 anni. Come si può osservare, la zona in sinistra idrografica non è rappresentata in quanto considerata area fluviale. Pertanto, il confronto deve realizzarsi con l'area in destra idrografica, corrispondente con il parco Lambioi.

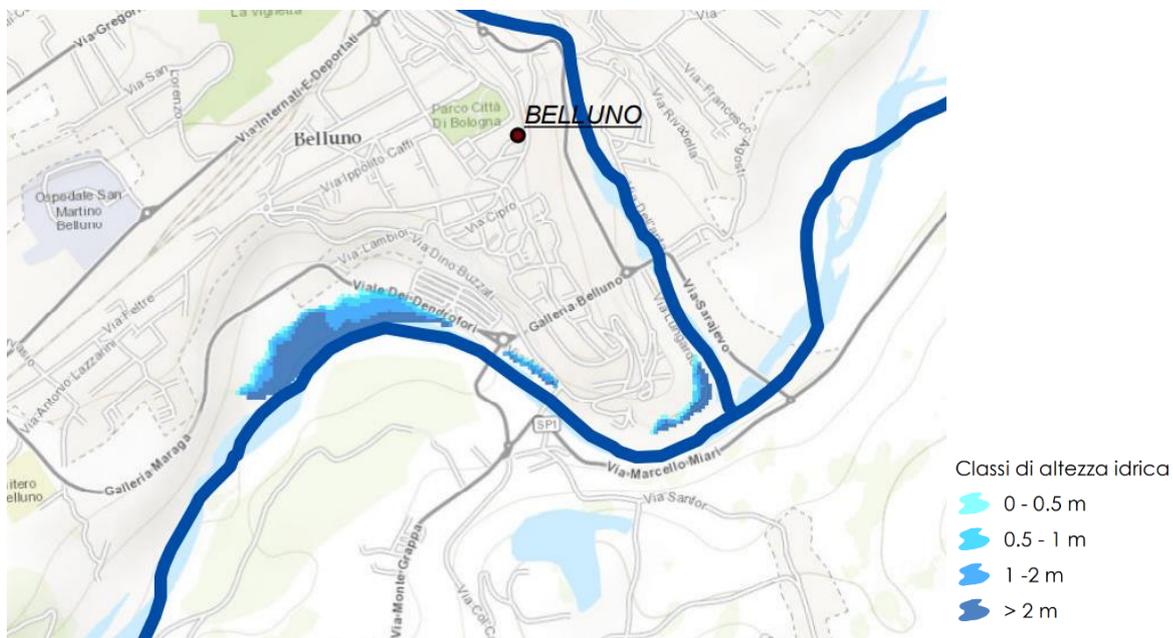


Figura 24. Estratto della mappa delle quote idriche del PGRA per l'evento con tempo di ritorno di 100 anni.

Nella seguente immagine, si mostrano le quote idriche ottenute dal modello 2D per la situazione di progetto, considerando il picco nell'ora 39 e l'evento con tempo di ritorno di 100 anni a fondo fisso.

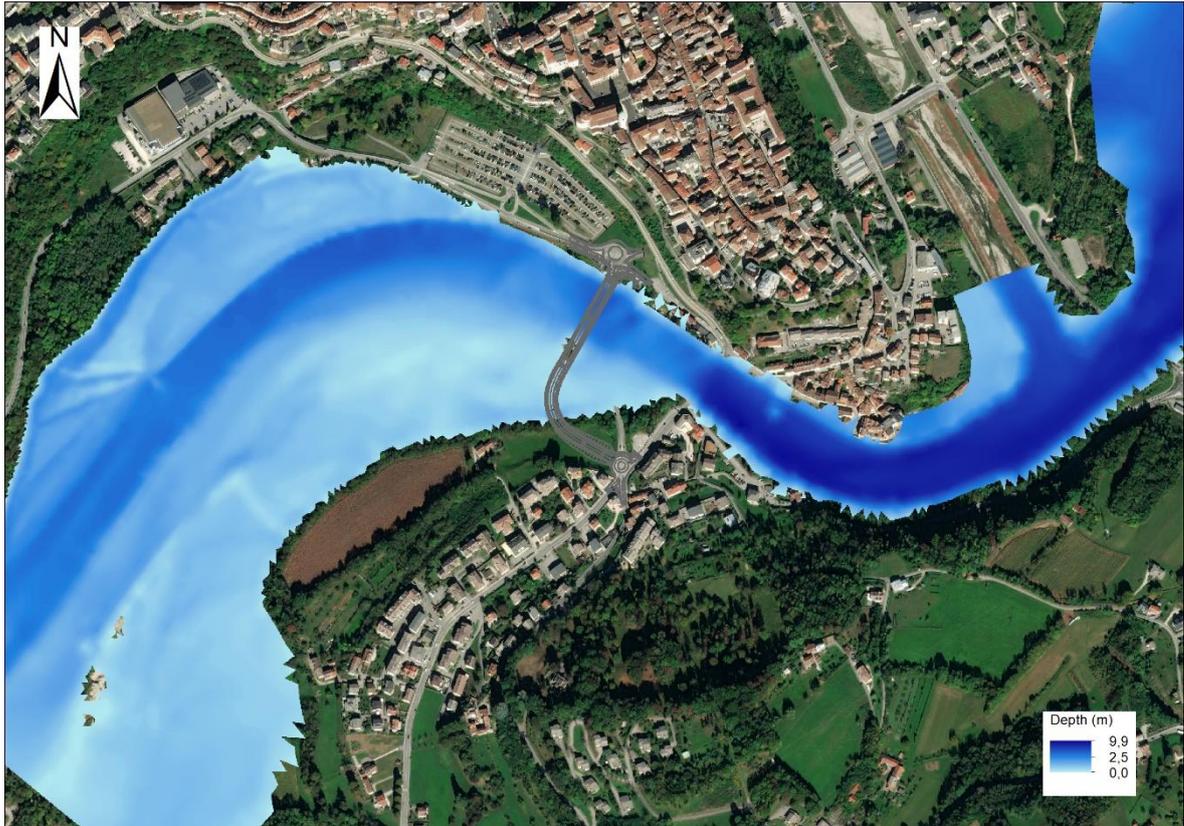


Figura 25. Mappa delle quote idriche ottenute dal modello 2D in situazione di progetto considerando il picco nell'ora 39 per l'evento con tempo di ritorno di 100 anni.

In seguito, si mostra la mappa delle quote idriche solo nelle zone al di fuori dell'area fluviale, come nel PGRA, utilizzando gli stessi range dei livelli idrici.



Figura 26. Mappa delle quote idriche ottenute in situazione di progetto considerando il picco nell'ora 39 per l'evento con tempo di ritorno di 100 anni (fuori dall'area fluviale e secondo i range del PGRA).

Confrontando le mappe delle quote idriche del PGRA con i risultati dei modelli realizzati, si può osservare che i risultati sono molto simili. Difatti, in entrambi i casi, si possono distinguere due zone soggette a completa inondazione generata a seguito dell'evento con tempo di ritorno di 100 anni.

La prima zona si identifica in destra idrografica, nelle vicinanze della Via Alzaia, tra il ponte della Vittoria e la rotonda. In questa zona si osserva una stretta area nella quale vi sono altezze variabili, che si riducono quanto più ci si allontana dal fiume. Questi risultati sono simili a quelli contenuti nel PGRA.

La seconda è rappresentata dal parco Lambioi, sempre situato in destra idrografica, nel quale si distinguono due aree con risultati piuttosto differenti.

La zona situata più a monte è soggetta a una inondazione con quote progressive, principalmente con altezze idriche comprese tra 1 e 2 metri. Nel caso del modello 2D, avendo realizzato una modellazione digitale del terreno con una maggiore precisione, si osserva una zona con una minore quota, quella del percorso del parco, che dà origine ad una ulteriore zona, isolata, con altezza idrica maggiore di 2 metri.

La zona più a valle, con minore quota, risulta inondata nella sua totalità con altezze idriche superiori a 2 metri.

Con riferimento al PAI (figura 11) il modello non modifica le condizioni idrauliche rispetto alla configurazione ante operam, e quindi non sono attesi incrementi della pericolosità idraulica.

## 5 PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

### 5.1 INDICAZIONI DI PIANO PER L'ATTENUAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Secondo quanto analizzato nel precedente paragrafo, l'intervento oggetto del progetto non produce un incremento del rischio idraulico nella zona, pertanto non si ritiene necessario adottare misure compensatorie o di attenuazione.

### 5.2 VALUTAZIONE ED INDICAZIONE DEGLI INTERVENTI COMPENSATIVI

Come è già stato commentato nel paragrafo 4.1 Analisi delle trasformazioni delle superfici delle aree interessate in termini di impermeabilizzazione, l'incremento di portata generato dal progetto si considera insignificante se comparato con la portata totale del fiume Piave (incremento inferiore al 0.01%) e pertanto, non si vede necessario l'implementazione di un volume di compensazione.

Nonostante ciò, nella progettazione dei fossi di guardia nella zona del rilevato del margine sinistro, in prossimità della rotonda con Via Monte Grappa, sono stati considerati fossi di guardia in terra anziché rivestiti in cls proprio per favorire l'infiltrazione di acqua lungo queste traiettorie cercando così di minimizzare l'incremento dei fenomeni di erosione e deflusso prodotti dall'innesto della nuova opera.

## 6 CONCLUSIONI

Secondo quanto analizzato nei diversi paragrafi del presente documento, l'esecuzione del Nuovo Ponte sul fiume Piave a Belluno non suppone nessun incremento dell'esistente livello di rischio idraulico rispetto alla situazione previa alla costruzione del Ponte Bailey. Inoltre, si migliora il funzionamento idraulico del letto del fiume rispetto alla situazione attuale che vede il ponte Bailey e il rilevato del margine sinistro in servizio.

Pertanto, con lo scopo di inserire nel piano di protezione civile comunale le interdizioni alle aree pericolose in caso di previsione di piene secondo quanto richiesto dalle Autorità di Bacino, si dovranno considerare le aree già identificate nel PAI, la cui analisi è presente al paragrafo 4.3.2. Dunque, le zone considerate sono sia il letto del fiume Piave che il suo margine sinistro, poiché esso appartiene alla zona fluviale, oltre al Parco Fluviale di Lambioi essendo invece questo appartenente a una zona di pericolosità P3, come si può osservare in Figura 11.

In aggiunta, tenendo in conto che il Nuovo Ponte rispetta il franco idraulico di 1.50 m tenuto in conto un fenomeno di piena con tempo di ritorno 200 anni, secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche NTC2018 e così come analizzato nell'Elaborato Studio Idrologico-Idraulico, si conclude che il Nuovo Ponte non genera situazioni di pericolosità in caso di sradicamento e/o trascinarsi di strutture e/o vegetazione da parte delle acque, ai sensi dell'art. 13 delle Norme di Attuazione del PAI.

D'altra parte, l'impermeabilizzazione delle nuove superfici genera un incremento della portata insignificante, mantenendosi costante il coefficiente idrometrico secondo il principio dell'"invarianza idraulica".

Per tutte le ragioni elencate, si conclude che l'intervento è ammissibile dal punto di vista idraulico.