



COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA

DETERMINATASI NEL SETTORE DEL TRAFFICO E DELLA MOBILITÀ NEL

TERRITORIO DELLE PROVINCE DI TREVISO E VICENZA

# SUPERSTRADA A PEDAGGIO PEDEMONTANA VENETA

## CONCESSIONARIO

## PROGETTISTA



**SPV srl**  
Via Inverio, 24/A  
10146 Torino



SIS Scpa  
Via Inverio, 24/A  
10146 Torino

Consorzio Stabile fra le Imprese:



SACYR S.A.



INC S.p.A.



SIPAL S.p.A.



INFRASTRUCTURAS S.A.  
Paseo de la Castellana, 83-85  
28046 Madrid



**Ingegneria Grandi Opere Srl**  
Via Inverio, 24/A  
10146 Torino

### RESPONSABILE PROGETTAZIONE

### RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

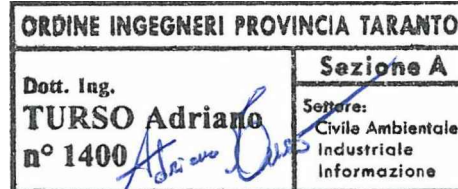
### SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA E DELLE OPERE CIVILI

 **ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO**  
1211 *Dott. Ing. Claudio Dogliani*



### COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

### GEOLOGO



N. Progr. \_\_\_\_\_  
Cartella N. \_\_\_\_\_

**PROGETTO DEFINITIVO**  
(C.U.P. H51B03000050009)

LOTTO 2 - TRATTA "B"  
Dal Km 29+300 al Km 38+700

### TITOLO ELABORATO:

**PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA  
OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI (Strutture)  
PL.2B.02 - Ponticello Laverda  
Relazione idraulica**

PV D SR VS PL 2 B 002 - 001 0 001 R A 0

SCALA:

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
0	PRIMA EMISSIONE	I.C.Srl	20/02/2012	IGO	24/02/2012	SIS	29/02/2012

### IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

### IL COMMISSARIO:

### VALIDAZIONE:

Ing. Giuseppe FASIOLO

Ing. Silvano VERNIZZI

PROTOCOLLO : \_\_\_\_\_

DEL: \_\_\_\_\_

**INDICE**

1. OGGETTO.....	2
2. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO.....	3
3. VERIFICA IDRAULICA.....	4
3.1 Configurazioni analizzate .....	4
3.1.1 Ante operam.....	4
3.1.2 Post operam.....	4
3.2 Sezioni trasversali: caratteristiche geometriche ed idrauliche .....	5
3.3 Condizioni iniziali: portata di piena .....	6
3.4 Condizioni al contorno .....	6
3.5 Applicazione del modello allo stato attuale.....	7
3.6 Applicazione del modello allo stato di progetto.....	9

## **1. OGGETTO**

Oggetto della presente è la verifica idraulica del ponte ciclabile sul torrente Laverda nel comune di Mason Vicentino; tale infrastruttura rientra tra le opere in progetto all'interno della viabilità secondaria VS.2B.007B.

Il ponte ciclabile è a campata unica, largo 2.50 m e con una lunghezza complessiva dell'impalcato pari a 12.70 m (da appoggio ad appoggio).

## 2. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO

Al fine di effettuare la verifica idraulica del ponte in oggetto, risulta di fondamentale importanza la stima della massima piena probabile (o piena di progetto) e del tempo di ritorno ad essa associato, ossia la frequenza temporale con cui un simile evento può essere mediamente raggiunto o superato. Nel caso in esame, come specificato nella relazione idrologica, si adottano le seguenti portate:

- ✓  **$Q_{100} = 147 \text{ m}^3/\text{s}$  (progetto preliminare)**
- ✓  **$Q_{200} = 163 \text{ m}^3/\text{s}$  (prescrizioni CIPE)**

### 3. VERIFICA IDRAULICA

La verifica idraulica del ponte è stata condotta attraverso il calcolo dei profili di moto permanente, eseguito con l'ausilio del programma di calcolo numerico HEC-RAS, nella versione 4.1.0 (gennaio 2010), sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers.

Tale programma richiede l'elaborazione di un modello del tratto di fiume oggetto di studio; nel caso in esame il tratto considerato nella modellazione idraulica ha una lunghezza di circa 250 m ed è stato oggetto di uno specifico rilievo topografico che si estende circa 125 m a monte ed a valle del ponte in progetto.

I dati necessari per lo sviluppo di tale modello sono:

- ✓ caratteristiche geometriche ed idrauliche delle sezioni trasversali (forma e dimensioni, interasse tra due sezioni successive, scabrezza, ...);
- ✓ valore della portata di piena;
- ✓ condizioni al contorno.

#### 3.1 Configurazioni analizzate

Le simulazioni idrauliche effettuate hanno preso in considerazione due scenari: lo stato attuale (ante operam) e quello di progetto (post operam).

Si descrivono brevemente di seguito le principali caratteristiche delle sezioni nelle due configurazioni.

##### 3.1.1 Ante operam

In questo scenario l'alveo utilizzato per le simulazioni idrauliche presenta la configurazione attuale, senza alcuna infrastruttura all'interno del tratto esaminato.

I dati relativi alle sezioni trasversali sono stati desunti dal rilievo effettuato nell'area oggetto dello studio.

##### 3.1.2 Post operam

Si tratta della simulazione eseguita in presenza dell'infrastruttura di progetto.

La nuova configurazione non prevede - a parte l'attraversamento del ponte ciclabile - alcun intervento di sistemazione, ripristino o ricalibrazione dell'alveo.

Si osserva che il ponte non ha alcuna struttura in alveo (né spalle né pile): la sua presenza non determina quindi alterazioni al regime di moto del torrente rispetto allo stato attuale.

### 3.2 Sezioni trasversali: caratteristiche geometriche ed idrauliche

Le **caratteristiche geometriche** delle sezioni trasversali utilizzate per il calcolo dei profili di moto permanente sono state estrapolate dal rilievo strumentale effettuato nella zona. Nella simulazione post operam le caratteristiche del ponte sono state desunte dalle tavole di progetto.

Per quanto riguarda le **caratteristiche idrauliche** delle sezioni, si è assunto un unico valore del coefficiente di scabrezza rappresentativo di tutta la sezione che tiene conto implicitamente della scabrezza composta della sezione stessa.

In base a tali considerazioni si è scelto dunque di assegnare un valore di scabrezza secondo Strickler pari a  $45 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  (corrispondente ad un coefficiente di scabrezza secondo Manning pari a  $0.0222 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$ ) in considerazione della granulometria del fondo e delle opere di difesa delle sponde (lastre in calcestruzzo) osservate in questo tratto di torrente.

I dati sono stati desunti dalla seguente tabella, estratta dal libro "Sistemazione dei corsi d'acqua" [Luigi Da Deppo, Claudio Datei e Paolo Salandin] e concordano con i valori consigliati dal manuale del programma di calcolo utilizzato.

Qualità della superficie	Strickler
<b>CANALI APERTI (<math>R_H \cong 1.00 \text{ m}</math>)</b>	
<b>Rivestiti con:</b>	
- conglomerati bituminosi	75÷57
- mattoni	72÷57
- calcestruzzo	77÷57
- pietrame ad opera incerta	50÷20
- pietre (a seconda del tipo, della profondità e velocità)	30÷15
<b>Scavati o dragati:</b>	
- in terra diritti e uniformi	60÷30
- in terra con curve abbastanza uniformi	50÷20
- in terra senza manutenzione o in roccia	50÷20
- conglomerati bituminosi	75÷57
<b>CORSI D'ACQUA MINORI (<math>R_H \cong 2.00 \text{ m}</math> – larghezza in piena &lt; 30 m)</b>	
- con sezioni abbastanza regolari	45÷20
- con sezioni irregolari e impaludimenti	25÷15
- torrenti con pochi massi	35÷20
- torrenti con grossi massi	25÷15
<b>CORSI D'ACQUA MAGGIORI (<math>R_H \cong 4.00 \text{ m}</math> – larghezza in piena &gt; 30 m)</b>	
- con sezioni regolari senza massi e siepi	45÷30
- Irregolari con sezioni accidentate	30÷20
- in terra senza manutenzione o in roccia	50÷20
- conglomerati bituminosi	75÷57

Qualità della superficie	Strickler
<b>AREE GOLENALI (<math>R_H \cong 1.00</math> m)</b>	
- a pascolo	40÷20
- coltivate	30÷20
- con vegetazione spontanea	30÷20
- conglomerati bituminosi	75÷57

**Tabella 3.1: valori di scabrezza per corsi d'acqua naturali (estratto da "Sistemazione dei corsi d'acqua" - Luigi Da Deppo, Claudio Datei e Paolo Salandin)**

### 3.3 Condizioni iniziali: portata di piena

Per quanto riguarda le condizioni iniziali, esse consistono nei valori di portata centenaria e bicentenaria imposti nella sezione iniziale del modello:

✓  $Q_{100} = 147 \text{ m}^3/\text{s}$

✓  $Q_{200} = 163 \text{ m}^3/\text{s}$

Si osserva che la simulazione con la piena duecentenaria viene effettuata solo per completezza: infatti, data la natura dell'opera, la piena di riferimento utilizzata per la valutazione del franco idraulico sarà quella centenaria.

### 3.4 Condizioni al contorno

Il tratto di torrente considerato presenta uno sviluppo longitudinale di circa 250 m; il talweg parte da quota 95.57 m s.l.m. per arrivare alla quota di 94.45 m s.l.m. nella sezione finale, per una pendenza media pari a circa lo 0.43 %. La morfologia dell'alveo nel tratto esaminato fa ipotizzare che al suo interno si possano instaurare condizioni di moto sia lento sia veloce. Per questo le condizioni al contorno sono state fissate imponendo nelle sezioni di monte e di valle la pendenza della linea dell'energia (corrispondente alla pendenza media del tratto iniziale e finale considerati).

Tale valore viene utilizzato all'interno dell'equazione di Manning per il calcolo dell'altezza di moto localmente uniforme (normal depth) nelle sezioni di valle e di monte.

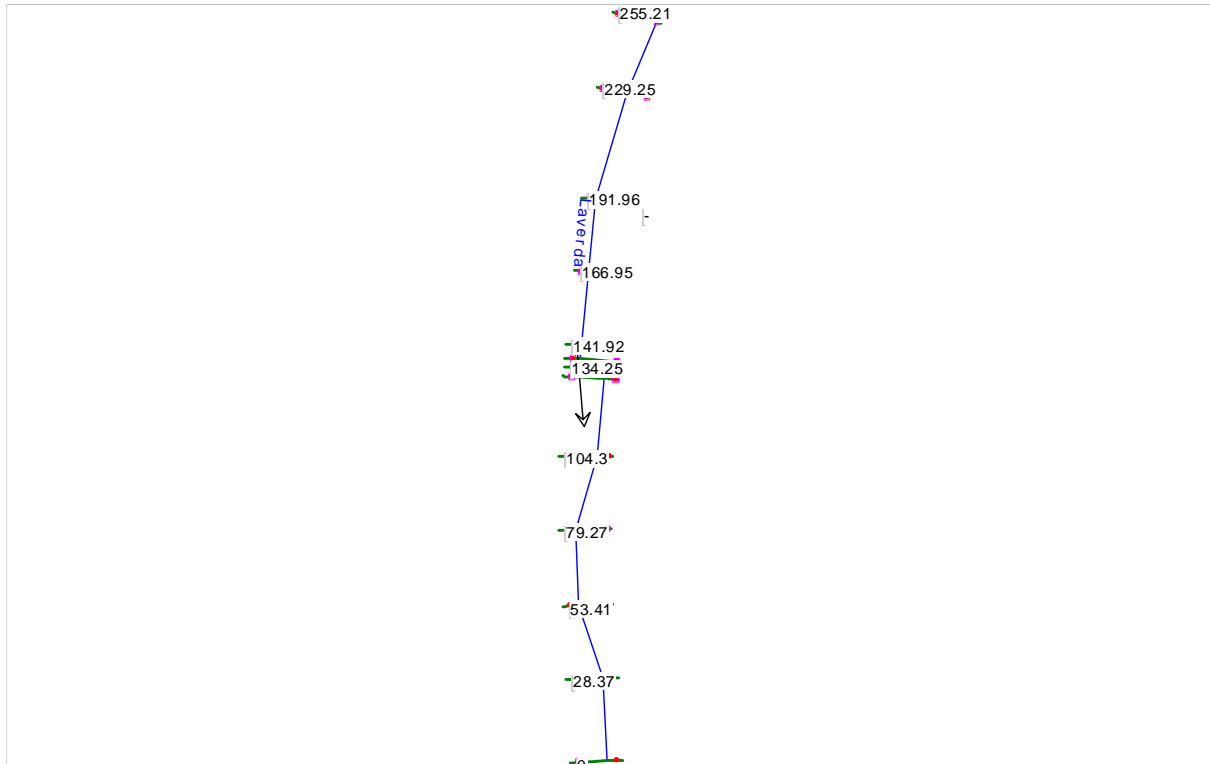
Si riportano di seguito le condizioni al contorno utilizzate nelle simulazioni allo stato attuale ed a quello di progetto.

<b>SIMULAZIONE</b>	<b>CONDIZIONI SEZ. INIZIALE</b>	<b>CONDIZIONI SEZ. FINALE</b>
ante operam	Pendenza linea energia = 0.003	Pendenza linea energia = 0.006
post operam		

**Tabella 3.2: condizioni al contorno utilizzate nelle simulazioni idrauliche**

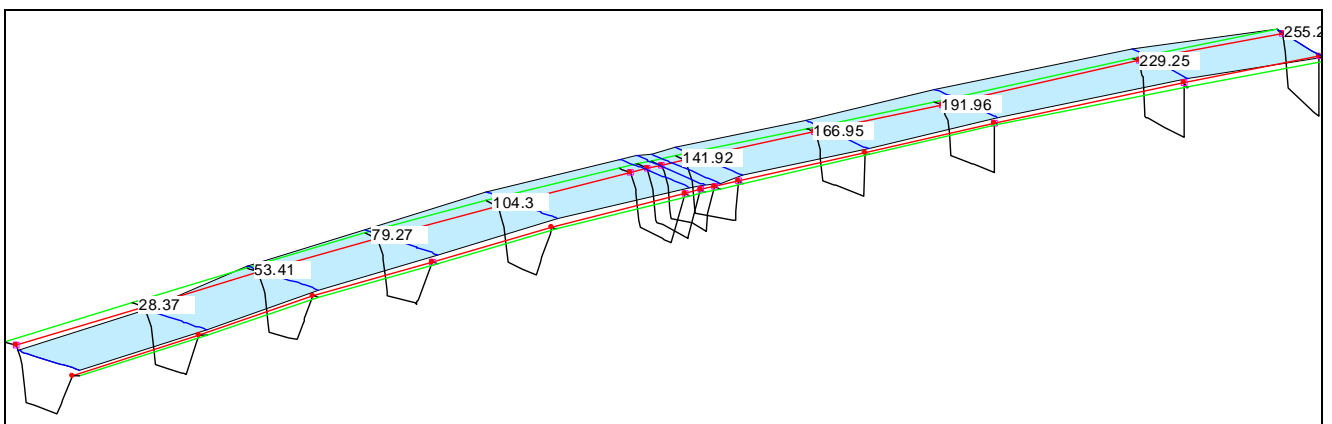
### 3.5 Applicazione del modello allo stato attuale

In Figura 3.1 è riportata la schematizzazione planimetrica del tratto di torrente Laverda oggetto della presente analisi ed implementato all'interno del programma di calcolo dei profili di moto permanente con l'indicazione delle sezioni considerate nello stato attuale.



**Figura 3.1:** schematizzazione planimetrica del tratto di torrente Laverda nello stato attuale

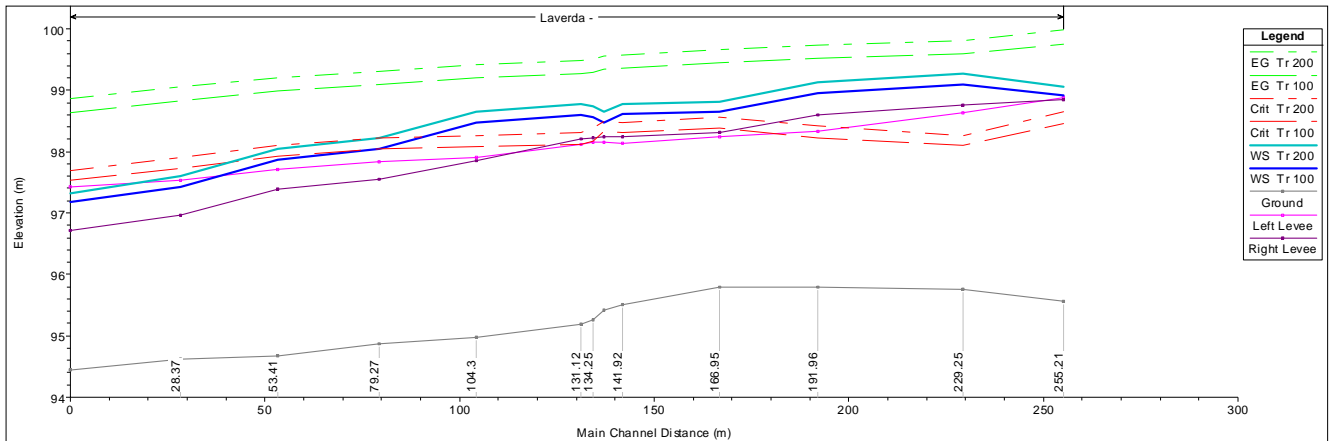
In Figura 3.2 si può osservare una rappresentazione tridimensionale del tratto modellato al passaggio della piena con tempo di ritorno pari a 100 anni allo stato attuale.



**Figura 3.2:** rappresentazione tridimensionale del tratto di torrente Laverda al passaggio della piena con tempo di ritorno pari a 100 anni ( $Q_{100} = 147 \text{ m}^3/\text{s}$ ) allo stato attuale



Si riporta di seguito in *Figura 3.3* il profilo di moto ottenuto dalla simulazione nel tratto di torrente interessato al passaggio della piena con tempo di ritorno pari a 100 e 200 anni allo stato attuale con l'indicazione dei livelli del pelo libero (WS, linea blu), dell'altezza critica (Crit, linea rossa) e della linea dell'energia (EG, linea verde). Infine le linee viola e fuxia indicano rispettivamente gli argini destro e sinistro.



**Figura 3.3:** profilo di moto allo stato attuale al passaggio della piena con tempo di ritorno pari a 100 e 200 anni

Come si può osservare dall'andamento del profilo del campo di moto, quasi tutte le sezioni di deflusso sono insufficienti a convogliare la portata di progetto, dando luogo a tracimazioni arginali sia in destra che in sinistra idrografica; l'esonazione si verifica per entrambe le portate di progetto.

Si riportano di seguito i principali dati caratteristici del moto permanente nel tratto modellato allo stato attuale.

### TORRENTE LAVERDA – STATO ATTUALE – $Q_{100} = 147 \text{ m}^3/\text{s}$

River Sta n°	Length Chnl [m]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Hydr Depth C [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Froude Chl
255.21	25.96	95.57	98.92	2.72	98.45	99.75	0.0031	4.04	0.78
229.25	37.29	95.76	99.10	3.06	98.10	99.59	0.0016	3.14	0.57
191.96	25.01	95.79	98.96	2.86	98.22	99.52	0.0018	3.35	0.63
166.95	25.03	95.80	98.66	2.50	98.39	99.44	0.0030	3.96	0.80
141.92	4.69	95.50	98.61	2.52	98.31	99.36	0.0027	3.87	0.78
137.23	2.98	95.43	98.47	2.35	98.33	99.34	0.0033	4.14	0.86
134.25	3.13	95.26	98.57	2.56	98.17	99.29	0.0025	3.79	0.76
131.12	26.82	95.19	98.59	2.65	98.12	99.27	0.0022	3.66	0.72
104.30	25.03	94.97	98.48	2.71	98.09	99.20	0.0023	3.81	0.74

## PL.2B.01 - Ponticello torrente Laverda - Relazione Idraulica

River Sta n°	Length Chnl [m]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Hydr Depth C [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Froude Chl
79.27	25.86	94.87	98.05	2.39	98.05	99.09	0.0039	4.54	0.94
53.41	25.04	94.67	97.86	2.36	97.92	98.98	0.0043	4.70	0.98
28.37	28.37	94.62	97.42	2.16	97.73	98.83	0.0061	5.26	1.14
0.00	0.00	94.45	97.17	2.10	97.53	98.64	0.0065	5.39	1.19

**Tabella 3.3: risultati della simulazione idraulica al passaggio della piena con tempo di ritorno di 100 anni – stato attuale**

**TORRENTE LAVERDA – STATO ATTUALE –  $Q_{200} = 163 \text{ m}^3/\text{s}$**

River Sta n°	Length Chnl [m]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Hydr Depth C [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Froude Chl
255.21	25.96	95.57	98.92	2.72	98.45	99.75	0.0031	4.04	0.78
229.25	37.29	95.76	99.10	3.06	98.10	99.59	0.0016	3.14	0.57
191.96	25.01	95.79	98.96	2.86	98.22	99.52	0.0018	3.35	0.63
166.95	25.03	95.80	98.66	2.50	98.39	99.44	0.0030	3.96	0.80
141.92	4.69	95.50	98.61	2.52	98.31	99.36	0.0027	3.87	0.78
137.23	2.98	95.43	98.47	2.35	98.33	99.34	0.0033	4.14	0.86
134.25	3.13	95.26	98.57	2.56	98.17	99.29	0.0025	3.79	0.76
131.12	26.82	95.19	98.59	2.65	98.12	99.27	0.0022	3.66	0.72
104.30	25.03	94.97	98.48	2.71	98.09	99.20	0.0023	3.81	0.74
79.27	25.86	94.87	98.05	2.39	98.05	99.09	0.0039	4.54	0.94
53.41	25.04	94.67	97.86	2.36	97.92	98.98	0.0043	4.70	0.98
28.37	28.37	94.62	97.42	2.16	97.73	98.83	0.0061	5.26	1.14
0.00	0.00	94.45	97.17	2.10	97.53	98.64	0.0065	5.39	1.19

**Tabella 3.4: risultati della simulazione idraulica al passaggio della piena con tempo di ritorno di 200 anni – stato attuale**

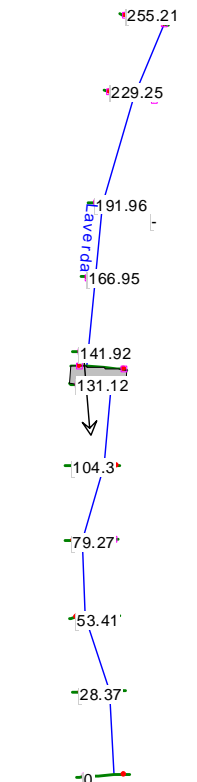
### 3.6 Applicazione del modello allo stato di progetto

Come anticipato nei capitoli precedenti, la nuova configurazione non prevede - a parte l'attraversamento del ponte ciclabile - alcun intervento di sistemazione, ripristino o ricalibrazione dell'alveo.

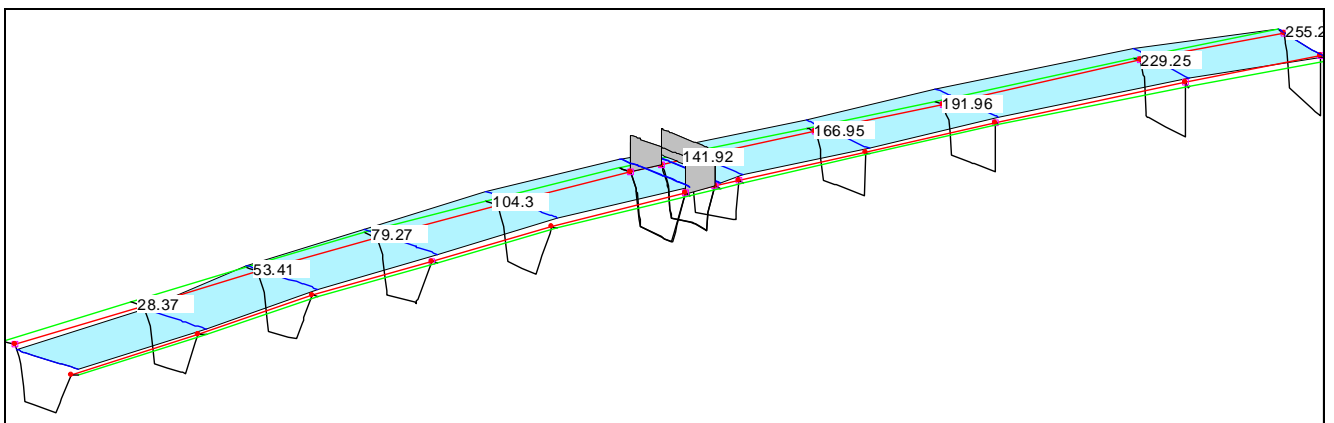
Il ponte ciclabile - a campata unica - è largo 2.50 m ed ha una lunghezza complessiva dell'impalcato pari a 12.70 m (da appoggio ad appoggio).

In *Figura 3.4* è riportata la schematizzazione planimetrica del tratto di torrente Laverda oggetto della presente analisi e implementato all'interno del programma di calcolo dei profili di moto permanente con l'indicazione delle sezioni considerate nello stato di progetto.

In Figura 3.5 si può osservare una rappresentazione tridimensionale del tratto modellato al passaggio della piena con tempo di ritorno 200 anni allo stato di progetto.



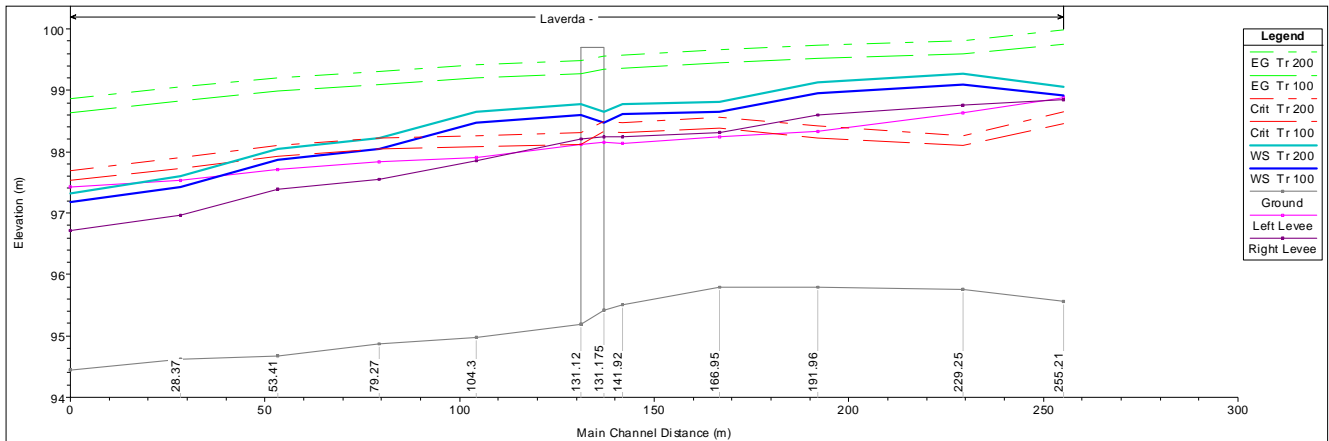
**Figura 3.4:** schematizzazione planimetrica del tratto di torrente Laverda nello stato di progetto



**Figura 3.5:** rappresentazione tridimensionale del tratto di torrente Laverda al passaggio della piena con tempo di ritorno di 100 anni ( $Q_{100} = 147 \text{ m}^3/\text{s}$ ) nello stato di progetto

Si riporta di seguito in *Figura 3.6* il profilo di moto ottenuto dalla simulazione nel tratto di torrente interessato al passaggio della piena con tempo di ritorno di 100 e 200 anni allo stato di progetto con l'indicazione dei livelli del pelo libero (WS, linea blu), dell'altezza critica (Crit, linea rossa) e della linea dell'energia (EG, linea verde).

## PL.2B.01 - Ponticello torrente Laverda - Relazione Idraulica



**Figura 3.6:** profilo di moto nello stato di progetto al passaggio della piena con tempo di ritorno pari a 100 e 200 anni

Dal momento che il progetto non prevede interventi di qualsiasi natura sulle sezioni del corso d'acqua, le problematiche relative alla loro insufficienza a convogliare la portata di progetto rimangono le stesse evidenziate allo stato attuale.

Tuttavia dal momento che il ponte non ha alcuna struttura in alveo (né spalle né pile), la sua presenza non determina alterazioni al regime di moto del torrente rispetto allo stato attuale.

Si riportano di seguito i principali dati caratteristici del moto permanente nel tratto modellato allo stato di progetto.

### TORRENTE LAVERDA – STATO DI PROGETTO – $Q_{100} = 147 \text{ m}^3/\text{s}$

River Sta n°	Length Chnl [m]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Hydr Depth C [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Froude Chl
255.21	25.96	95.57	98.92	2.72	98.45	99.75	0.003114	4.04	0.78
229.25	37.29	95.76	99.1	3.06	98.1	99.59	0.001568	3.14	0.57
191.96	25.01	95.79	98.96	2.86	98.22	99.52	0.001835	3.35	0.63
166.95	25.03	95.8	98.66	2.5	98.39	99.45	0.002962	3.95	0.8
141.92	4.69	95.5	98.61	2.52	98.31	99.36	0.002712	3.87	0.78
137.23	0.05	95.43	98.48	2.35	98.33	99.34	0.003338	4.14	0.86
131.175	Bridge								
131.12	26.82	95.19	98.59	2.65	98.12	99.27	0.002193	3.66	0.72
104.3	25.03	94.97	98.48	2.71	98.09	99.2	0.002319	3.81	0.74
79.27	25.86	94.87	98.05	2.39	98.05	99.09	0.003922	4.54	0.94
53.41	25.04	94.67	97.86	2.36	97.92	98.98	0.004305	4.7	0.98
28.37	28.37	94.62	97.42	2.16	97.73	98.83	0.006053	5.26	1.14
0	0.00	94.45	97.17	2.1	97.53	98.64	0.006534	5.39	1.19

**Tabella 3.5:** risultati della simulazione idraulica al passaggio della piena con tempo di ritorno di 100 anni - stato di progetto

PV\_D\_SR\_VS\_PL\_2\_B\_001-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

**TORRENTE LAVERDA – STATO DI PROGETTO –  $Q_{200} = 163 \text{ m}^3/\text{s}$** 

River Sta n°	Length Chnl [m]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Hydr Depth C [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m/m]	Vel Chnl [m/s]	Froude Chl
255.21	25.96	95.57	99.06	2.87	98.64	99.98	0.003209	4.25	0.8
229.25	37.29	95.76	99.26	3.23	98.27	99.81	0.0016	3.29	0.58
191.96	25.01	95.79	99.13	3.02	98.43	99.74	0.001851	3.49	0.64
166.95	25.03	95.8	98.82	2.66	98.56	99.66	0.002919	4.09	0.8
141.92	4.69	95.5	98.77	2.69	98.48	99.58	0.002674	4	0.78
137.23	0.05	95.43	98.66	2.54	98.5	99.55	0.003151	4.23	0.85
131.175	Bridge								
131.12	26.82	95.19	98.77	2.83	98.32	99.48	0.002148	3.78	0.72
104.3	25.03	94.97	98.64	2.88	98.27	99.42	0.0023	3.94	0.74
79.27	25.86	94.87	98.23	2.56	98.23	99.31	0.003767	4.66	0.93
53.41	25.04	94.67	98.05	2.54	98.1	99.2	0.004044	4.79	0.96
28.37	28.37	94.62	97.6	2.3	97.9	99.05	0.005813	5.38	1.13
0	0.00	94.45	97.32	2.21	97.7	98.87	0.006439	5.54	1.19

**Tabella 3.6: risultati della simulazione idraulica al passaggio della piena con tempo di ritorno di 200 anni – stato di progetto**

Con riferimento alla sezione del ponte ciclabile, si riassumono di seguito i dati caratteristici del moto nelle sezioni di monte e valle ad esso relative durante il passaggio delle piene con tempo di ritorno pari a 100 anni e a 200 anni.

Plan: Ciclabile_SP Laverda - RS: 131.175 Profile: Tr 100				
E.G. US. [m]	99.34	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. [m]	98.48	E.G. Elev [m]	99.34	99.27
Q Total [m <sup>3</sup> /s]	147	W.S. Elev [m]	98.47	98.59
Q Bridge [m <sup>3</sup> /s]	145.55	Crit W.S. [m]	98.34	98.12
Q Weir [m <sup>3</sup> /s]		Max Chl Dpth [m]	3.05	3.41
Weir Sta Lft [m]		Vel Total [m/s]	4.03	3.54
Weir Sta Rgt [m]		Flow Area [m <sup>2</sup> ]	36.44	41.52
Weir Submerg		Froude # Chl	0.75	0.63
Weir Max Depth [m]		Specif Force [m <sup>3</sup> ]	108.62	114.14
Min El Weir Flow [m]	98.15	Hydr Depth [m]	1.92	2.18
Min El Prs [m]	99.7	W.P. Total [m]	22.76	23.37
Delta EG [m]	0.07	Conv. Total [m <sup>3</sup> /s]	2509.5	3073.9
Delta WS [m]	-0.12	Top Width [m]	18.94	19.04
BR Open Area [m <sup>2</sup> ]	53.43	Frctn Loss [m]	0.02	0
BR Open Vel [m/s]	4.14	C & E Loss [m]	0.06	0
Coef of Q		Shear Total [N/m <sup>2</sup> ]	53.88	39.84
Br Sel Method	Energy only	Power Total [N/m s]	0	0

**Tabella 3.7: principali dati caratteristici del moto permanente sulle sezioni di monte e valle in corrispondenza del ponte sulla complanare – stato di progetto ( $Q_{100} = 59 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

PV\_D\_SR\_VS\_PL\_2\_B\_001-001\_0\_001\_R\_A\_0

Plan: Ciclabile_SP Laverda - RS: 131.175 Profile: Tr 200				
E.G. US. [m]	99.55	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. [m]	98.66	E.G. Elev [m]	99.55	99.48
Q Total [m³/s]	163	W.S. Elev [m]	98.65	98.77
Q Bridge [m³/s]	160.24	Crit W.S. [m]	98.5	98.31
Q Weir [m³/s]		Max Chl Dpth [m]	3.23	3.58
Weir Sta Lft [m]		Vel Total [m/s]	4.09	3.63
Weir Sta Rgt [m]		Flow Area [m²]	39.85	44.85
Weir Submerg		Froude # Chl	0.75	0.63
Weir Max Depth [m]		Specif Force [m³]	123.44	129.4
Min El Weir Flow [m]	98.15	Hydr Depth [m]	2.1	2.36
Min El Prs [m]	99.7	W.P. Total [m]	23.48	24.07
Delta EG [m]	0.07	Conv. Total [m³/s]	2840.2	3417.8
Delta WS [m]	-0.11	Top Width [m]	18.94	19.04
BR Open Area [m²]	53.43	Frctn Loss [m]	0.02	0
BR Open Vel [m/s]	4.24	C & E Loss [m]	0.06	0
Coef of Q		Shear Total [N/m²]	54.83	41.55
Br Sel Method	Energy only	Power Total [N/m s]	0	0

**Tabella 3.8:** principali dati caratteristici del moto permanente sulle sezioni di monte e valle in corrispondenza del ponte sulla complanare – stato di progetto ( $Q_{200} = 80 \text{ m}^3/\text{s}$ )

Per verificare il rispetto del franco idraulico in corrispondenza del ponte ciclabile si è fatto riferimento ai disegni di progetto; in base a tali disegni, la quota minima del sottotrave del ponte è pari a 99.70 m s.l.m..

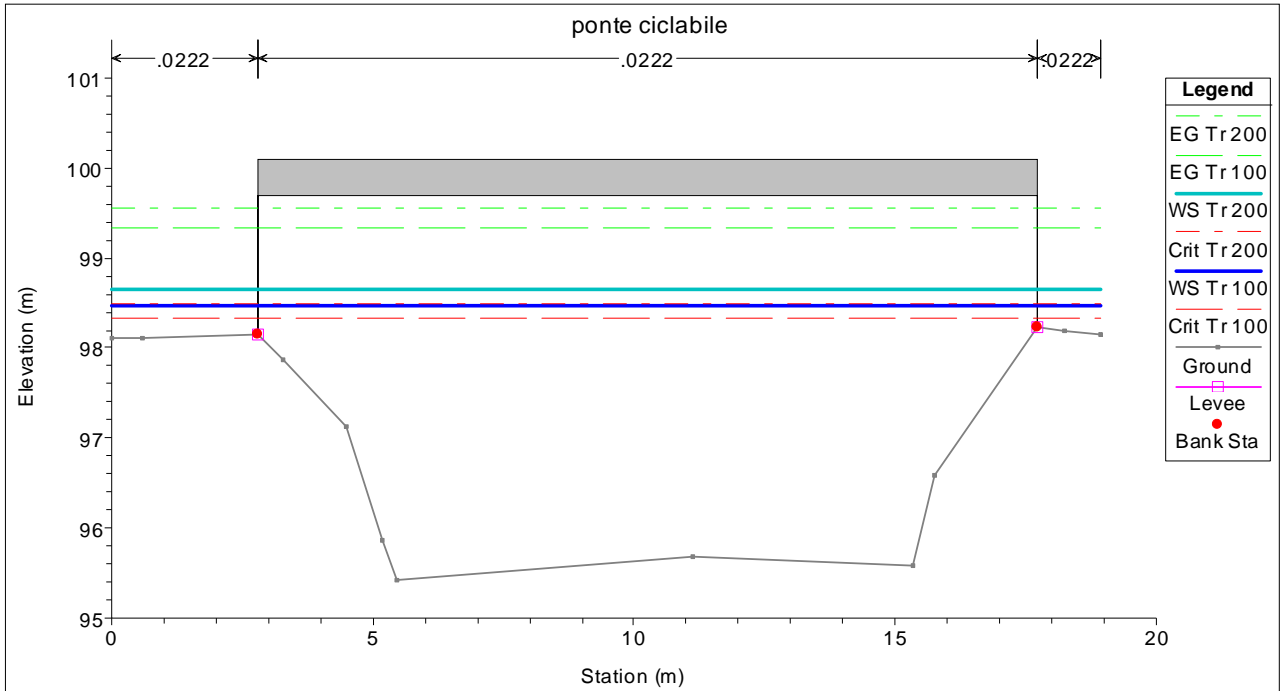
Si riportano di seguito i franchi ricavati a partire dai dati di progetto e dai livelli idrici ed energetici calcolati in corrispondenza dell'asse del corso d'acqua al passaggio della piena di progetto.

Ponte ciclabile	livello idrico W.S. [m s.l.m.]		franco idraulico [m]		livello energetico E.G. [m s.l.m.]		franco [m]	
	monte	valle	monte	valle	monte	valle	monte	valle
<b>Impalcato</b>	98.47	98.59	1.23	1.11	99.34	99.27	0.36	0.43

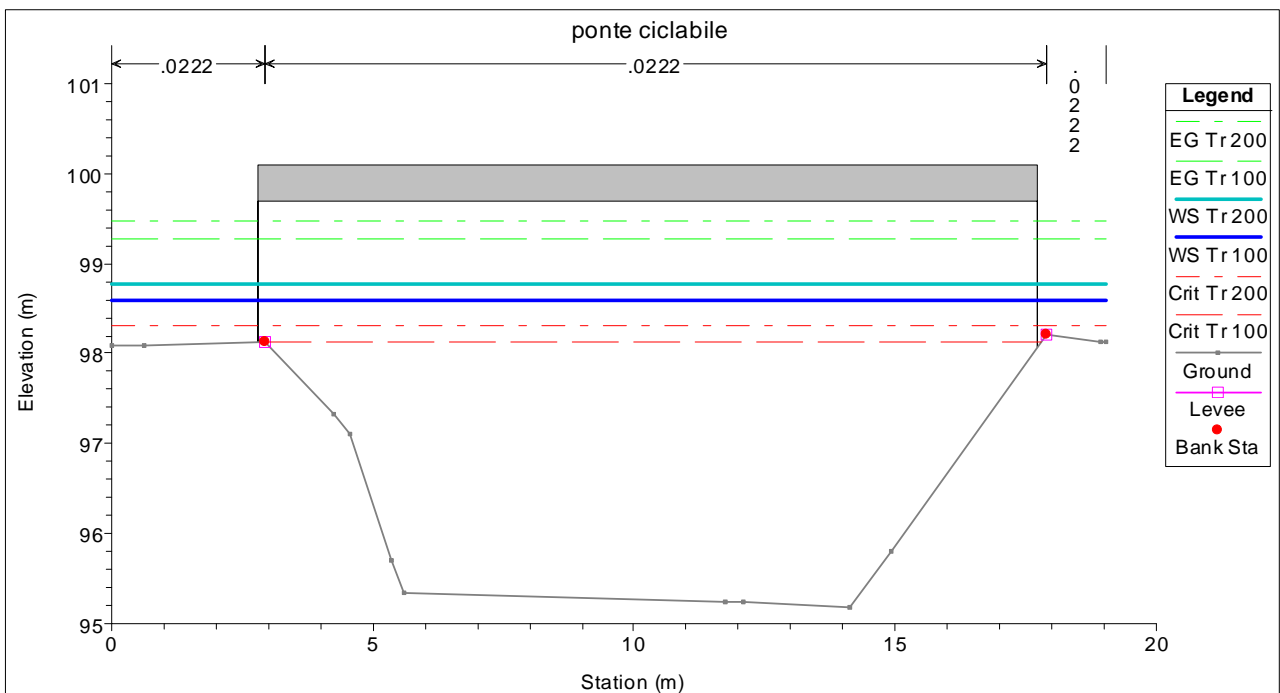
**Tabella 3.9:** livelli idrici, energetici e franchi idraulici ed energetici per Tr100 anni

Ponte ciclabile	livello idrico W.S. [m s.l.m.]		franco idraulico [m]		livello energetico E.G. [m s.l.m.]		franco [m]	
	monte	valle	monte	valle	monte	valle	monte	valle
<b>Impalcato</b>	98.65	98.77	1.05	0.93	99.55	99.48	0.15	0.22

**Tabella 3.10:** livelli idrici, energetici e franchi idraulici ed energetici per Tr200 anni



**Figura 3.7: ponte sulla complanare in progetto - sezione di monte**



**Figura 3.8: ponte sulla complanare in progetto - sezione di valle**

I risultati delle simulazioni effettuate permettono di affermare che gli interventi progettuali previsti non peggiorano dal punto di vista idraulico la situazione attuale, portando al rispetto del franco idraulico minimo di sicurezza di 1 m tra il pelo libero e la quota minima dell'intradosso dell'impalcato al passaggio della piena con tempo di ritorno di 100 anni.