

COMUNE DI LAVIANO

Provincia di Salerno



Oggetto : REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI “MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ALLA LOCALITÀ “OGLIARA - PISTELLO - LEPRE” DEL COMUNE DI LAVIANO”.

Committente
Amministrazione Comunale di Laviano

	Studio di progettazione Località Chiaia, 102 84020 Ottati (SA) Tel. fax 0828-966054 Cell. 334-1920841 E-mail antonioaquara@libero.it
I Progettisti : Arch. Antonio Aquara Arch. Gianfranco Fumo Ing. Michele Sessa Ing. Gerardo D'Alessio	

FIRME



Elaborato:

Relazione di Compatibilità Idraulica

Data: Febbraio 2022

Scala:

Tavola : N° 4

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	4
3. CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA NELLA SEZIONE DELL'ATTRAVERSAMENTO....	6
3.1 Portate di piena	6
3.2 Metodo di indagine dello studio idrologico.....	6
3.3 Analisi regionale	6
3.4 Portate di progetto.....	11
4. VERIFICHE IDRAULICHE – STATO DI FATTO	12
5. VERIFICHE IDRAULICHE - STATO DI PROGETTO	13
6. DIMENSIONAMENTO TUBAZIONE IN ACCIAIO ARMCO.....	18
7. STUDIO IDRAULICO DEL VALLONE FONTE DELLA DONNULA.....	22
7.1 Tracciamento dei profili di corrente	22
7.2 Metodo di calcolo.....	23
7.3 Coefficiente di scabrezza	23
7.4 Tracciamento dei profili di pelo libero	24
7.5 Condizioni al contorno	26
8. CONCLUSIONI	26
9. ALLEGATI: TABULATI - SEZIONI - PROFILI.....	29

1. PREMESSA

La presente Relazione di Compatibilità Idraulica viene redatta dall'RTP progettista, incaricato giusta Determina del Responsabile dell'area Tecnico Urbanistica - Lavori Pubblici n. 73 del 02/08/2021, e concerne l' ***"Intervento di mitigazione del rischio idrogeologico alla località "Ogliara - Pistello - Lepre" del Comune di Laviano" - CUP: H64H20000680001.***

Tale Relazione di Compatibilità Idraulica è redatta ai sensi dell'Allegato G del TESTO UNICO COORDINATO DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEI PSAI RELATIVI AI BACINI IDROGRAFICI REGIONALI IN DESTRA E IN SINISTRA SELE ED INTERREGIONALE DEL FIUME SELE dell'ex Autorita' Di Bacino Regionale Campania Sud Ed Interregionale Per Il Bacino Idrografico Del Fiume Sele.

Tali interventi prevedono la sistemazione di aree in dissesto idrogeologico, la sistemazione idraulica del Vallone Fonte della Donnula e il rifacimento dei tratti stradali adiacenti.

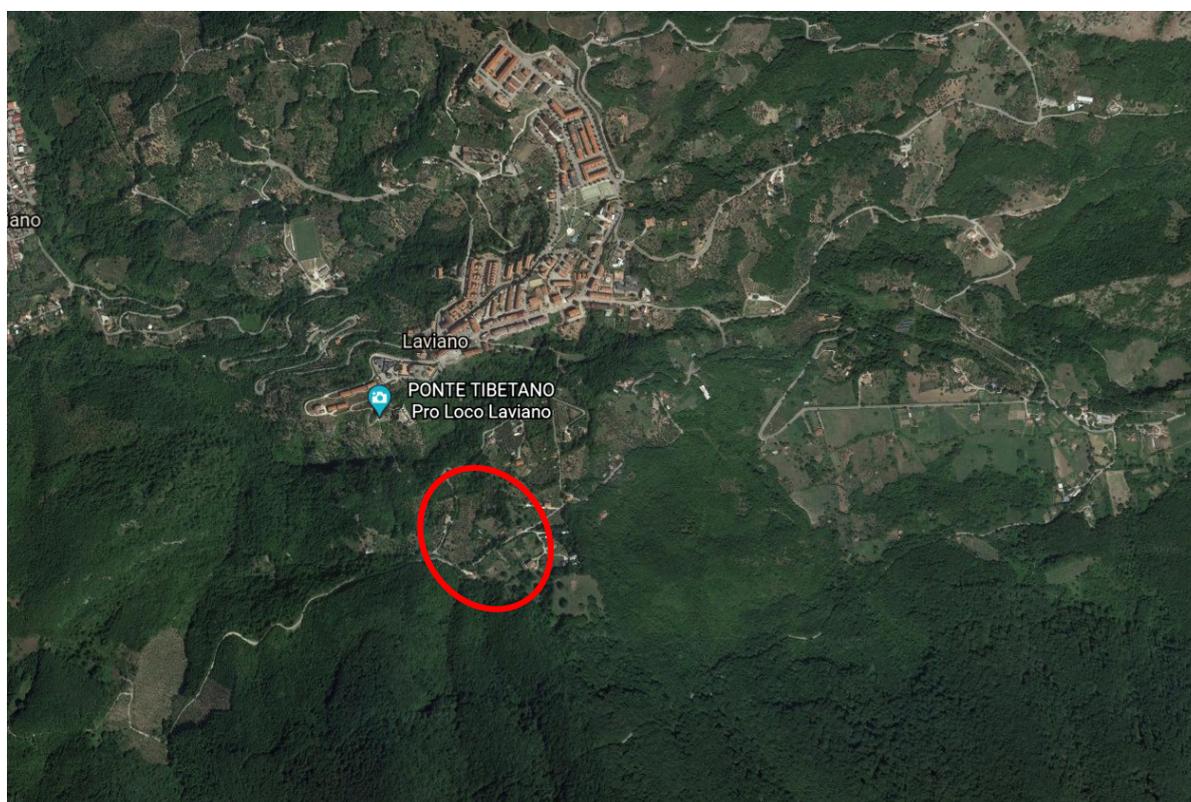


FIGURA 1: INQUADRAMENTO ORTOFOTOGRAFICO

L'area oggetto di intervento si sviluppa dalla zona più a Sud del centro urbano di Laviano, in località "Ogliara - Pistello - Lepre".

Il Vallone Fonte della Donnula nasce alle pendici dei monti Eremita - Marzano, lambendo la periferia del centro abitato di Laviano nella sua parte più bassa.

Tale corso d'acqua secondario è generalmente a carattere torrentizio. L'assetto morfologico del territorio è direttamente relazionato alla composizione litologica dei versanti, infatti nella parte montuosa, dove affiorano prevalentemente i terreni carbonatici, le forme del rilievo sono strettamente condizionate dall'assetto strutturale dell'area.

Per le sue caratteristiche morfologiche, litologiche, tettoniche, vegetazionali e climatiche, tale area versa in una situazione in cui il dissesto idrogeologico, piuttosto diffuso, richiede una serie di interventi (nel campo della sistemazione idraulico-forestale e della difesa del suolo) che consentano di attenuare l'intensità dei pericoli e la gravità dei danni che puntualmente accompagnano il manifestarsi dei maggiori eventi di piena.

Le opere di sistemazione attualmente esistenti, alcune delle quali realizzate parecchi decenni orsono, sono state divelte e delocalizzate, con tubazioni in acciaio trasportate parecchi metri più a valle, e quindi appaiono completamente inutili alla salvaguardia territoriale e ad una razionale regimazione dei deflussi liquidi e solidi che caratterizzano la rete idrografica.



FIGURA 2: INDIVIDUAZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Per il consolidamento e la difesa delle sponde dei corsi d'acqua da esondazioni ed erosioni e la salvaguardia delle aree abitate a valle, l'Amministrazione Comunale di Laviano intende promuovere l'adozione di tecniche progettuali ed operative che si rifanno all'ingegneria naturalistica ed opere a basso impatto ambientale. I vantaggi di tali tecniche consistono nelle loro funzionalità, nel favorevole impatto dal punto di vista paesaggistico e nella economicità di realizzazione.

Gli interventi di ingegneria naturalistica successivamente proposti, riguardano una serie di azioni che interesseranno sia gli alvei che alcuni tratti degli argini. Tali interventi tenderanno essenzialmente a salvaguardare e ripristinare il normale deflusso delle acque:

- Pulizia più o meno diffusa lungo tutto lo sviluppo degli alvei attraverso rimozione di rifiuti solidi e taglio di vegetazione arbustiva ed arborea morta nello stesso che possa in qualche modo costituire ostacolo al deflusso regolare delle piene ricorrenti e per il ripristino della sezione dell'alveo in corrispondenza dei ponti (a protezione delle fondazioni delle pile dai fenomeni di scalzamento), tramite rimozione dei tronchi d'albero e di altro materiale che costituisca intralcio allo scorrimento naturale delle acque così da ripristinare la sezione d'alveo con eliminazione dei materiali litoidi ostacolanti o parzializzanti il regolare deflusso.
- Taglio di erbe e/o cespugli presenti all'interno degli alvei con esclusione di quelle presenti sulle sponde che vanno salvaguardate (la parziale o totale asportazione di vegetazione da un tratto di sponda, che ha spesso costituito durante gli ultimi decenni una pratica estremamente comune da evitare). La presenza di vegetazione ha pertanto l'effetto di aumentare notevolmente la resistenza all'erosione dovuta alla corrente fluviale. Affinché la presenza di vegetazione sia efficace contro l'erosione essa deve estendersi fino al livello di magra, altrimenti la corrente può facilmente esercitare un'azione di erosione alla base della sponda destabilizzandone anche la porzione superiore.
- Interventi di difesa spondale con gabbionate rinverdite finalizzati alla stabilizzazione del tratto della sponda interessata dal suddetto fenomeno di scalzamento al piede, nei tratti a ridosso degli attraversamenti.

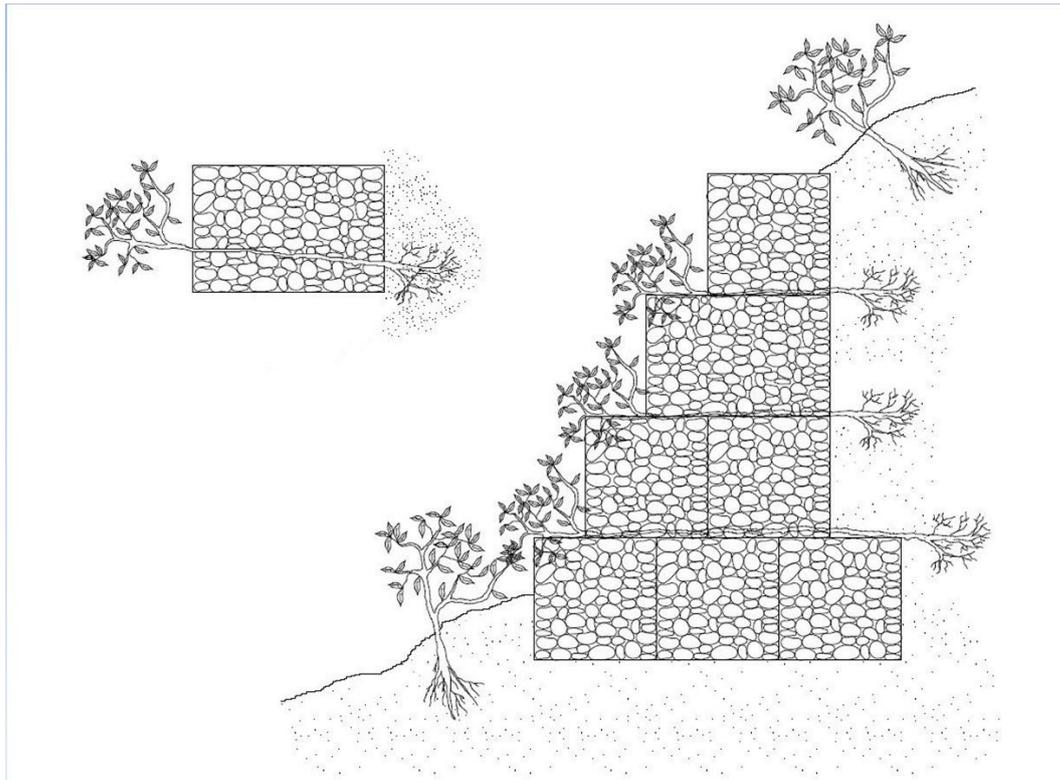


FIGURA 3: SEZIONE GABBIONATE RINVERDITE

Tali interventi hanno lo scopo di sistemare e regolarizzare il corso torrentizio a ridosso degli attraversamenti, con opere di ingegneria naturalistica volte al contenimento dei fenomeni erosivi sulle sponde del vallone ed in alveo, con sicuro beneficio per le aree circostanti e per le infrastrutture presenti.

E' previsto inoltre un ampliamento del manufatto per l'attraversamento sottostrada, in quanto attualmente è presente una tubazione in cls del diametro di 100 cm avente una sezione di 0,785 mq ed una lunghezza di circa 7,00 metri.

La tubazione risulta inadeguata per la portata che in caso di piena defluisce nel Vallone Fonte della Donnula, che, anche con eventi meteorici di media intensità, risulta rigurgitato in misura notevole con ovvi effetti negativi sulla rete drenante dell'area a monte dell'attraversamento.

Il progetto in oggetto prevede quindi la sostituzione della tubazione esistente con una tubazione in acciaio armco di diametro pari a 2,00 metri, ottenendo così un incremento della sezione utile al deflusso di circa 4 volte.

3. CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA NELLA SEZIONE DELL'ATTRAVERSAMENTO

3.1 Portate di piena

La sezione all'attraversamento sottende un bacino imbrifero che, come vedremo in dettaglio più avanti, ha una superficie di circa 1,23 kmq.

Obiettivo principale dello studio di seguito illustrato è la valutazione delle portate al colmo di piena che possono defluire nelle sezioni del reticolo idrografico in esame con assegnato periodo di ritorno T.

Alla base delle verifiche delle sezioni oggetto di intervento si sono assunti i valori di portata relativi ad un periodo di ritorno $T=100$ anni, mentre nelle sezioni da dimensionare in corrispondenza degli attraversamenti, si sono assunti i valori di portata relativi ad un periodo di ritorno $T=200$ anni.

3.2 Metodo di indagine dello studio idrologico

Il bacino ricade all'interno dell'area di indagine dello studio idrologico a scala regionale svolto nell'ambito del Progetto Speciale VAPI (Valutazione delle Piene in Italia) dall'Unità Operativa del Gruppo Nazionale per la Previsione e Prevenzione delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) operante presso l'Università di Salerno.

Il D.P.C.M. 29.09.1998, in materia di difesa del suolo, stabilisce che "Ove possibile è consigliabile che si traggano i valori di riferimento della portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, dalle elaborazioni eseguite dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, oppure dai rapporti tecnici del progetto Va.Pi. messo a disposizione dal G.N.D.C.I.- C.N.R.". I risultati dello studio sono stati esposti nel lavoro: "Valutazione delle Piene in Campania" a cura di Fabio Rossi e Paolo Villani edito dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile.

In questa sede è sembrato opportuno procedere nella stima delle portate sviluppando l'approccio metodologico del Metodo GEOMORFOCLIMATICO.

3.3 Analisi regionale

Sono brevemente riportati gli elementi teorici alla base dei calcoli idrologici utilizzati per la stima delle portate di progetto.

L'analisi idrologica è stata eseguita in conformità al Rapporto VAPI Campania attraverso una metodologia di analisi regionale di tipo gerarchico, basata sull'uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente (TCEV - Two Component Extreme Value). Indicando con Q il massimo annuale della portata al colmo e con T il periodo di ritorno, cioè l'intervallo di tempo durante il quale si accetta che l'evento di piena possa

verificarsi mediamente una volta, la massima portata di piena Q_T corrispondente al prefissato periodo di ritorno T , può essere valutata come:

$$Q_T = K_T m(Q)$$

dove:

- $m(Q)$ = media della distribuzione dei massimi annuali della portata di piena (piena indice);
- K_T = fattore probabilistico di crescita, pari al rapporto tra Q_T e la piena indice.

I valori di K_T corrispondenti ai diversi periodi di ritorno considerati nei calcoli idrologici sono:

T (anni)	2	5	10	20	30	50	100	200	300	500	1000
K_t	0.87	1.29	1.63	2.03	2.26	2.61	3.07	3.53	3.87	4.15	4.52

Tab. 1: valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le portate in Campania, per alcuni valori del periodo di ritorno T .

Dati i valori assunti dai parametri della distribuzione TCEV in Campania, diventa:

$$K_T = - 0,0567 + 0,680 \ln(T)$$

Per valori del periodo di ritorno superiori a 10 anni, l'errore nell'uso della precedente formula è sempre inferiore al 5%.

La piena indice $m(Q)$ viene valutata con un metodo di tipo indiretto (Modello Geomorfoclimatico a tre complessi omogenei) a partire dalle piogge e in maniera più articolata dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino (area, percentuale impermeabile, copertura boschiva) con la relazione:

$$m(Q) = \frac{C_f \cdot q \cdot m[I_A(t_r)] \cdot A}{3.6}$$

in cui:

- t_r = tempo di ritardo del bacino, in ore;
- C_f = coefficiente di deflusso, caratteristico del bacino;
- $m[I_A(t_r)]$ = media del massimo annuale dell'intensità di pioggia areale di durata pari al tempo di ritardo t_r del bacino, in mm/ora;
- A = area del bacino, in km^2 ;
- q = coefficiente di attenuazione del colmo di piena.

Il coefficiente di deflusso di piena C_f definisce il rapporto tra i volumi di piena e le precipitazioni totali sul bacino in un prefissato intervallo di tempo (pioggia "efficace"), ed è determinabile come:

$$C_f = C_{f1} \frac{A_1}{A} + C_{f2} \frac{A_2}{A} + C_{f3} \frac{A_3}{A}$$

dove:

C_{f1} =coefficiente di afflusso dell'area permeabile senza bosco = 0,42;

C_{f2} =coefficiente di afflusso dell'area impermeabile = 0,56;

C_{f3} =coefficiente di afflusso dell'area permeabile con bosco = 0,00

Il coefficiente q di attenuazione corretto del colmo di piena tiene conto del ritardo con cui l'idrogramma di piena si manifesta nella sezione di chiusura di un bacino rispetto al pluviogramma che lo ha determinato, e vale:

$$q = 0.60 \text{ se } \quad 0.25 \leq n' = 1 + K_1 A - (\beta t_r / d_c) / (1 + t_r / d_c) \leq 0.45$$

$$q = 0.65 \text{ se } \quad 0.45 \leq n' = 1 + K_1 A - (\beta t_r / d_c) / (1 + t_r / d_c) \leq 0.65$$

Il tempo di ritardo t_r può essere calcolato come media pesata del ritardo medio di ognuno dei complessi, ed in particolare:

$$t_r = \frac{C_{f1} A_1}{C_f A} \cdot \frac{1,25 \sqrt{A_1}}{3,6 c_1} + \frac{C_{f2} A_2}{C_f A} \cdot \frac{1,25 \sqrt{A_2}}{3,6 c_2} = [\text{ore}]$$

L'analisi regionale fornisce le seguenti stime dei parametri:

$$c_1 = 0,23 \text{ m/s}$$

$$c_2 = 1,87 \text{ m/s}$$

dove:

c_1 = celerità media di propagazione dell'onda di piena nel reticolo idrografico relativo alle aree permeabili senza bosco;

c_2 = celerità media di propagazione dell'onda di piena nel reticolo idrografico relativo alle aree impermeabili.

La legge di probabilità pluviometrica areale consente di conoscere come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia $m[h_A(d)]$ in funzione della durata d e dell'area del

bacino A. Nota la legge $m[h_A(d)]$, è possibile definire la media dei massimi annuali dell'intensità di pioggia areale come:

$$m[I_A(t_r)] = K_A(d) = m[I(t_r)]$$

Per la stima della legge di probabilità pluviometrica, che definisce appunto la variazione della media del massimo annuale dell'altezza di pioggia con la durata, il Rapporto VAPI Campania fa sostanzialmente riferimento a leggi a quattro parametri del tipo:

$$m[I(t_r)] = \frac{m[I_0]}{\left(1 + \frac{t_r}{d_0}\right)^{C+DZ}}$$

In cui $m[I_0]$ rappresenta il limite dell'intensità di pioggia per d che tende a zero.

Nel Rapporto VAPI Campania il territorio regionale è stato suddiviso in sei zone pluviometriche omogenee per ognuna della quale i parametri della suddetta legge sono costanti e sono stati determinati attraverso una procedura di stima regionale utilizzando i dati di 44 stazioni pluviografiche con più di 10 anni di osservazioni, ed in particolare:

- i massimi annuali delle altezze di pioggia in intervalli di 1, 3, 6, 12 e 24 ore;
- le altezze di pioggia relative ad eventi di notevole intensità e breve durata, che il SIMN non certifica come massimi annuali.

I valori dei parametri della legge di probabilità pluviometrica per ognuna delle 6 aree omogenee sono riportati nella tabella a seguire.

Area omogenea	n. stazioni	$m[I_0]$ (mm/ora)	d_c (ore)	C	$D \cdot 10^5$
1	14	77.08	0.3661	0.7995	3.6077
2	12	83.75	0.3312	0.7031	7.7381
3	5	116.7	0.0976	0.7380	8.7300
4	3	78.61	0.3846	0.8100	24.874
5	6	231.8	0.0508	0.8351	10.800
6	4	87.87	0.2205	0.7265	8.8476

Tabella 5: Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea

I bacini oggetto del presente intervento ricadono all'interno delle zone pluviometriche omogenee A_3 del VAPI Campania e sono di seguito riportati:

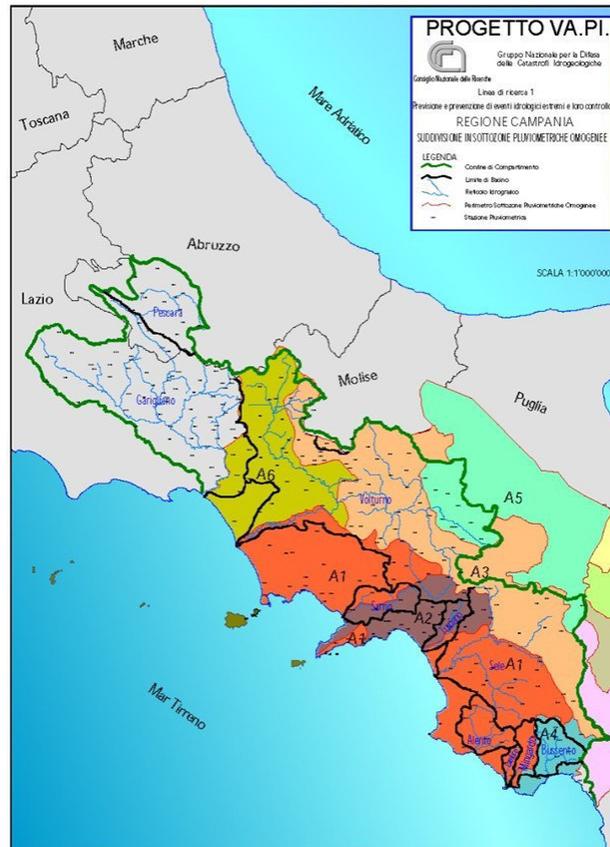


FIGURA 4: ZONE PLUVIOMETRICHE VAPI

AREA OMOGENEA	M(l ₀)	d _c	C	D*10 ⁵
3	116.7	0.0976	0.7380	8.7300

Il fattore di riduzione areale si calcola con la seguente formula:

$$k_A(d) = 1 - (1 - \exp(-c_1 A)) \exp(-c_2 d^{c_3})$$

dove A è l'area del bacino espressa in Km² e d la durata della pioggia espressa in ore, mentre i coefficienti valgono:

$$c_1 = 0,0021$$

$$c_2 = 0,53$$

$$c_3 = 0,25$$

in cui c₃ non è ottenuto dai dati pluviometrici dell'area in studio ma viene desunto da analoghe indagini condotte negli Stati Uniti.

Si fa presente che il coefficiente di riduzione areale tende a 1 per valori di A sempre più piccoli.

La metodologia proposta dal VAPI Campania per la valutazione dei parametri del Modello Geomorfoclimatico, e cioè del coefficiente di deflusso C_f e del tempo di ritardo del bacino t_r , assume alla base la suddivisione di ogni bacino in tre complessi omogenei dal punto di vista idrogeologico, prendendo in considerazione:

- le aree permeabili senza copertura boschiva, indicate con A_1 ;
- le aree a bassa permeabilità, indicate con A_2 ;
- le aree permeabili con copertura boschiva, indicate con A_3 .

3.4 Portate di progetto

Il bacino idrografico oggetto di studio idrologico ha le seguenti caratteristiche morfologiche:

Area Bacino	H_{max} Bacino	H_{min} Bacino	Lunghezza asta principale
[km ²]	m s.l.m.	m s.l.m.	[km]
1,23	801,00	530,00	0,59
Area Bacino	aree permeabili senza copertura boschiva A_1	aree a bassa permeabilità A_2	aree permeabili con copertura boschiva A_3
[km ²]	[km ²]	[km ²]	[km ²]
1,23	0,76	0,19	0,28

Nelle aree A_2 devono essere conteggiati i suoli antropizzati.

Modello concettuale GEOMORFOCLIMATICO										
A	A_1	A_2	A_3	$m[l(t_r)]$	C_f	t_r	K_A	q	$m(Q)$	$Q_T=200$
[km ²]	[km ²]	[km ²]	[km ²]	[mm/h]	[-]	[h]	[-]	[-]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
1,23	0,76	0,19	0,28	17,38	17,34	1,017	0,997	0,60	1,229	4,34

K_T	Tempo di Ritorno	Q_T
[-]	[anni]	[m ³ /s]
1,51	10	1,85700623
1,98	20	2,43501479
2,26	30	2,77936032
3,07	100	3,77550273
3,53	200	4,34121324
3,87	300	4,75934709

Le portate sopraelencate non sono altro che quelle che defluiscono alla sezione di chiusura del bacino calcolate in conformità al Rapporto VAPI al variare del tempo di ritorno T.

4. VERIFICHE IDRAULICHE – STATO DI FATTO

L'intervento prevede l'ampliamento del manufatto per l'attraversamento sottostrada, in quanto attualmente è presente una tubazione in cls del diametro di 100 cm avente una sezione di 0,785 mq ed una lunghezza di 7,00 metri.

La tubazione esistente risulta inadeguata per la portata che in caso di piena defluisce nel Vallone Fonte della Donnula, che, anche con eventi meteorici di media intensità, risulta rigurgitato in misura notevole con ovvi effetti negativi sulla rete drenante dell'area a monte dell'attraversamento.

Il progetto in oggetto prevede la sostituzione della tubazione con una tubazione in acciaio armco di diametro pari a 2,00 metri, incremento della sezione utile al deflusso di circa 4 volte.

L'andamento planimetrico è rettilineo e non viene modificata la pendenza di fondo che nel tratto in esame rimane dello 0,15%, come confermato anche dai rilievi di dettaglio appositamente eseguiti.

La portata massima defluente Q nelle condizioni considerate è determinata con la nota relazione: $Q = S \times V$, dove:

Q Portata defluente nella sezione m³/sec

A Area della sezione liquida m²

V Velocità media della corrente m/sec

I calcoli sono stati effettuati in condizioni di moto uniforme con la nota formula di Chezy per la determinazione della velocità di deflusso

$$V = \chi \cdot radq(R \cdot i)$$

modificata con il metodo di Guckler-Strickler, in cui

$$\chi = \gamma \cdot R^{1/6} \quad \text{Coefficiente di attrito di Guckler-Strickler}$$

γ Coefficiente di Scabrezza di Guckler-Strickler

A Sezione liquida m²

C Contorno bagnato m

$R = A/C$ Raggio idraulico m

i Pendenza di fondo

$$V = \chi \sqrt{R \cdot i} = \gamma R^{2/3} i^{1/2}$$

e quindi la portata liquida sarà:

$$Q = S \cdot V = S \gamma R^{2/3} i^{1/2}$$

Si è effettuata la verifica del deflusso in condizioni di moto uniforme a sezione piena in quanto i bassi valori di velocità e le modeste variazioni di altezza non producono, pur in presenza di modifica delle dimensioni e delle caratteristiche della sezione, variazioni repentine e significative alle grandezze del moto che si mantiene sempre in regime di corrente lenta.

La sezione esistente dell'attraversamento tra la via comunale e il torrente Fonte della Donnula è rappresentata da una tubazione in cls con diametro di 1,00 m.

Ipotizzando un deflusso a pelo libero a sezione piena nelle condizioni attuali, considerando un coefficiente di scabrezza pari a 60 secondo la scala di Gauckler-Strickler, essendo:

A	0,79 m ²
C	3,14 m
R = A/C	0,25 m
i	0,0015
γ	60 m ^{1/3} s ⁻¹
V = γ R ^{2/3} i ^{1/2}	0,92 m/sec
Q = A·V = S γ R ^{2/3} i ^{1/2}	0,72 m ³ /sec

H defl (m)	Contorno bagnato (m)	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
1	3,14	0,79	0,25	0,72	0,92

la portata massima che può defluire nella tubazione è pari a 0,72 m³/sec, del tutto insufficiente anche per portate con frequenze ridotte.

5. VERIFICHE IDRAULICHE - STATO DI PROGETTO

Il progetto in oggetto prevede la sostituzione della tubazione con un manufatto in acciaio ARMCO di diametro pari a 2,00 metri, generando un incremento della sezione utile al deflusso di circa 4 volte. Con il nuovo manufatto le grandezze idrauliche caratteristiche del moto si mantengono sempre in regime di corrente lenta.

k considerato è pari a $120 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ secondo la scala di Gauckler-Strickler, con tubazione in acciaio nuova.

Tipo di condotta	Scabrezza omogenea equivalente ε (mm)	Bazin γ ($\text{m}^{1/2}$)	Kutter m ($\text{m}^{1/2}$)	Gauckler-Strickler k ($\text{m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$)
1. TUBAZIONI TECNICAMENTE LISCE	0 ÷ 0,02	—	—	—
2. TUBAZIONI IN ACCIAIO				
<i>a. rivestimenti degradabili nel tempo</i>				
— tubi nuovi, verniciati per centrifugazione	0,05	—	—	120
— bitumati per immersione	0,10 ÷ 0,15	$\leq 0,06$	$\leq 0,12$	100
— in servizio corrente con leggera ruggine	0,2 ÷ 0,4	0,10	0,15	90
— con asfalto o catrame applicati a mano	0,5 ÷ 0,6	0,16	0,20 ÷ 0,25	85 ÷ 80
— con tuberculizzazione diffusa	1,0 ÷ 3,0	0,23	0,30 ÷ 0,35	75 ÷ 70
<i>b. rivestimenti non degradabili</i>				
— rivestimento epossidico	0,05 ÷ 0,15			120
3. TUBAZIONI IN GHISA				
— con rivestimento cementizio centrifugato	0,10	$\leq 0,06$	$\leq 0,12$	105
— nuove, rivestite internamente con bitume	0,15	0,06	0,12	100
— nuove, non rivestite	0,2 ÷ 0,4	0,10	0,15	90
— con lievi incrostazioni	0,4 ÷ 1,0	0,16	0,20 ÷ 0,25	85 ÷ 75
— in servizio corrente, parzialmente arrugginite	1,0 ÷ 2,0	0,23	0,35	75 ÷ 70
— fortemente incrostate	3,0 ÷ 5,0	0,36	0,45	65
4. TUBAZIONI LAPIDEE				
— polimeri e cemento ex cemento amianto	0,10	$\leq 0,06$	$\leq 0,12$	105
— cem. arm. nuove, intonaco perfettamente liscio	0,10 ÷ 0,15	0,06	0,12	100
— cem. arm. con intonaco liscio, in servizio da più anni	2,0	0,23	0,35	70
— gallerie con intonaco di cemento, a seconda del grado di finitura	2,0 ÷ 5,0	0,23 ÷ 0,36	0,30 ÷ 0,45	70 ÷ 65

FIGURA 5: COEFFICIENTE DI GAUCKLER-STRICKLER

H defl (m)	Contorno bagnato (m)	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
2,00	6,28	3,14	0,50	4,50	1,62

A	3,14 m ²
C	6,28 m
$R = A/C$	0,50 m
i	0,0015
γ	120 m ^{1/3} s ⁻¹
$V = \gamma R^{2/3} i^{1/2}$	2,928 m/sec

$$Q = A \cdot V = S \gamma R^{2/3} j^{1/2}$$

9,20 m³/sec

La tubazione prevista consente facilmente di far defluire la portata di piena con T_r 200 senza creare fenomeni di rigurgito a monte della sezione considerata e quindi permettendo un accettabile deflusso delle acque anche in condizioni estreme, e rispettando il franco di sicurezza previsto in normativa.





FIGURA 6: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL VALLONE E DELL'ATTRAVERSAMENTO



FIGURA 7: VISTA DI MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO



FIGURA 8: VISTA DI VALLE DELL'ATTRAVERSAMENTO

6. DIMENSIONAMENTO TUBAZIONE IN ACCIAIO ARMCO

ARMCO, è l'acronimo di American Rolling Mill Company, società che nel lontano 1909 riuscì a produrre il ferro più puro al mondo ($Fe > 99,8\%$) il quale, grazie alle sue straordinarie proprietà, è tutt'oggi utilizzato dalle più moderne industrie mondiali.

Nel settore edile il ferro puro ARMCO fu utilizzato come materia prima per la creazione di particolari tubazioni caratterizzate da una elevatissima resistenza a compressione e oggi comunemente identificate con il nome "tubi armco".

Formati da pezzi di lastre in ferro ondulate (conci) unite tra loro meccanicamente con dadi e bulloni, i tubi armco sono una delle poche soluzioni per eseguire condotte di grande diametro senza dover rinunciare alla resistenza complessiva della tubazione.

La deformabilità della struttura in lamiera permette l'interazione con il terreno circostante garantendo così l'assorbimento delle sollecitazioni sismiche, nonché, di quelle derivanti dagli assestamenti naturali del terreno.

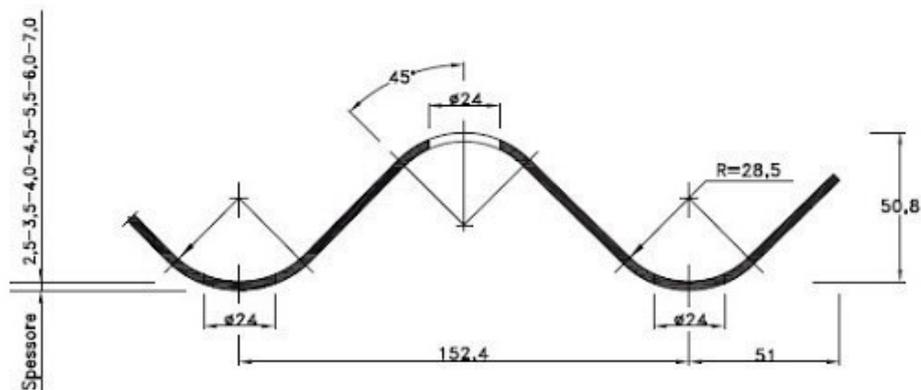
Ai fini dei calcoli i tubi armco sono da considerare come un anello di lamiera completamente compresso. Lo spessore della tubazione sarà calcolato in funzione dell'altezza del prisma che grava sulla parte superiore della tubazione, al quale si aggiungono, ovviamente, i sovraccarichi relativi alle opere da costruire al di sopra di esso (strade, ponti, ...).

La resistenza di queste tubazioni, generalmente, permette di sopportare carichi stradali per ponti di 1^a e 2^a categoria.



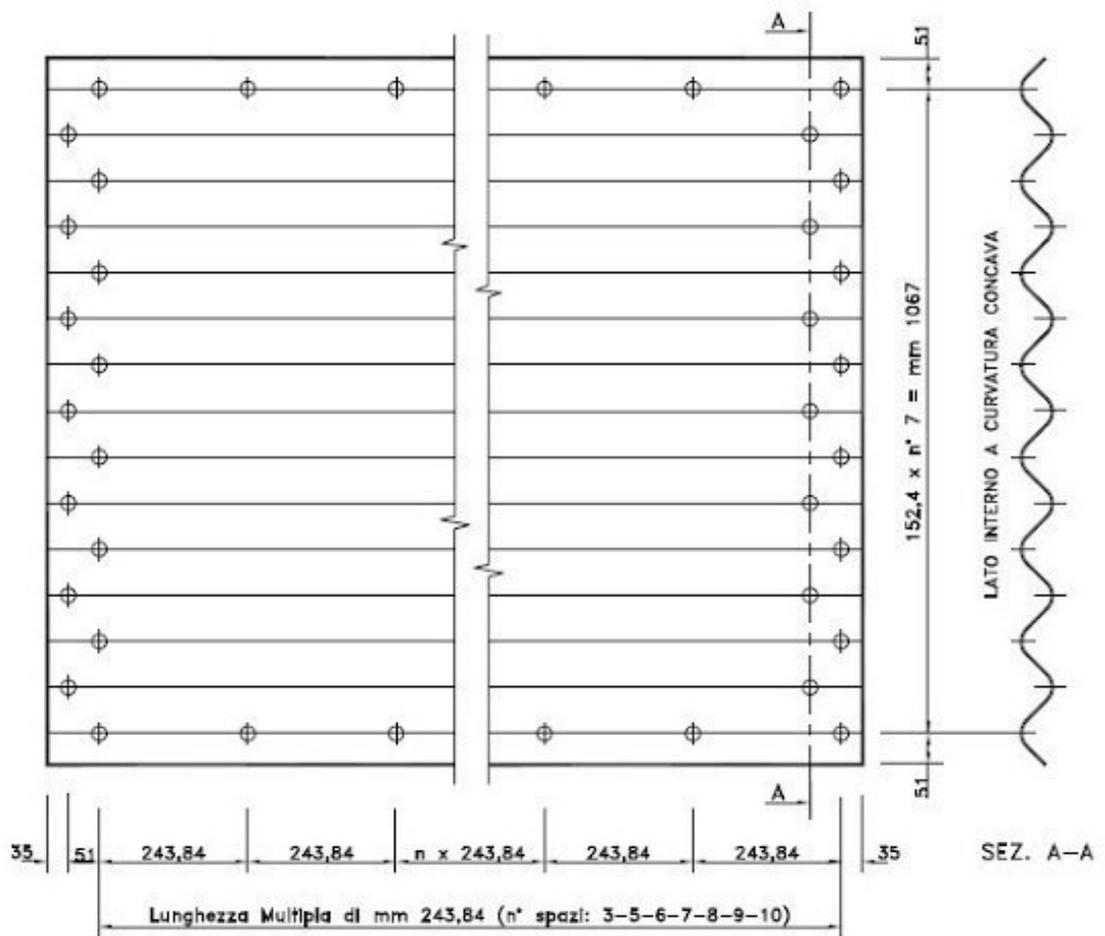
Solitamente il montaggio dei tubi armco viene eseguito nella posizione definitiva della tubazione, questo perchè dato il peso consistente e le grandi dimensioni raggiunte, lo spostamento e il posizionamento anche solo di porzioni della tubazione risulterebbe molto difficoltoso e oneroso.

La prima fase per la costruzione della tubazione è il posizionamento dei conci di lamiera ondulata secondo un preciso schema di montaggio fornito dall'azienda produttrice. Le lamiere accuratamente posizionate sono poi fissate tra loro mediante l'utilizzo di dadi e bulloni opportunamente serrati. Ultimata la tubazione solitamente questa viene interrata con del materiale da rilevato così da poter realizzare la strada o il ponte al di sopra di esso.

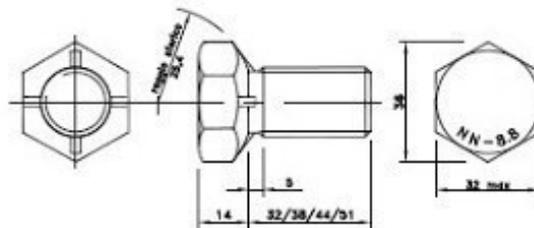


LATO INTERNO CONDOTTA A CURVATURA CONCAVA

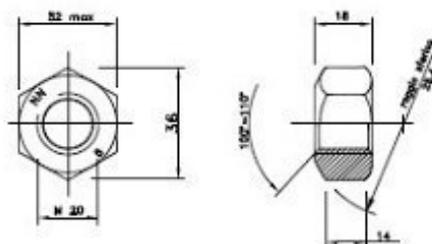
PIASTRE PER "MULTIPLATE" - ONDULAZIONE dim.152,4 x 50,8 mm					
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ELASTICHE					
T (*)	MOMENTO D'INERZIA	RAGGIO D'INERZIA	AREA SPECIFICA	RESISTENZA ULTIMA A COMPRESIONE GIUNTO BULLONATO	
				(n° 2 bulloni / onda)	(n° 4 bulloni / onda)
mm	I [cm ⁴ /cm]	r [cm]	a [cm ² /cm]	kg / m	kg / m
2,5	0,9279	1,441	0,3100	73.200	
3,5	1,3062	1,734	0,4342	107.700	
4,0	1,4968	1,736	0,4965	135.200	
4,5	1,6884	1,738	0,5588	141.300	
5,5	2,0746	1,742	0,6835	188.400	297.100
6,0	2,2693	1,744	0,7460	223.700	328.800
7,0	2,6617	1,748	0,8712	236.300	354.500
(*) spessori lamiera di origine grezza non zincata. Tolleranze UNI EN 10051				COPPIA DI SERRAGGIO Nm da 220 fino a 300	



VITE T.E. M20x32/38/44/51 - Classe 8.8 secondo UNI EN ISO 898-1 -
- Passo mm 2,25 -



DADO M20 - Classe 8 - Secondo UNI EN ISO 20898-2



PER VITI E DADI - ZINCATURA : Secondo UNI EN ISO 1461

Per l'intervento in questione, si è preferito l'utilizzo di una sezione circolare. L'altezza del

rilevato sovrastante è di circa 1,50 metri, carrabile.

Sulla base di questi valori, il dimensionamento ha portato ai seguenti risultati:

Spessore della condotta								Caratteristiche geometriche				Peso teorico con bulloneria kg/m						
Altezza rilevato m								N° piastre	N° spazi	Diam m	Sezione m	Spessore mm						
min + 1,0	1,01 + 2,50	2,51 + 5,00	5,01 + 7,50	7,51 + 10,00	10,01 + 12,50	12,51 + 15,00	2,5					3,5	4,0	4,5	5,5	6,0	7,0	
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	18	1,36	1,45	141	192	217	242	292	318	2368	
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	19	1,44	1,60	148	202	228	254	307	334	386	
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	3	20	1,52	1,80	155	211	238	266	321	349	404	
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	4,0	3	21	1,60	2,00	162	220	249	278	335	365	422	
2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	4,0	3	22	1,68	2,20	168	230	259	289	350	381	440	
2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	4,0	3	24	1,83	2,65	182	248	281	313	378	412	477	
2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	4,0	3	26	1,98	3,10	202	275	311	347	419	455	527	
2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	4,0	4,5	3	28	2,13	3,55	215	294	332	370	447	487	563	
2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	4,5	4,5	3	30	2,29	4,10	229	312	353	394	476	518	599	
3,5	2,5	2,5	2,5	3,5	4,5	4,5	3	32	2,44	4,70	243	332	376	419	507	549	635	
3,5	2,5	3,5	3,5	4,0	4,5	5,5	3	34	2,59	5,30	257	351	397	443	535	604	698	
3,5	2,5	3,5	3,5	4,0	4,5	5,5	3	36	2,74	5,90	270	369	418	466	564	636	736	
3,5	2,5	3,5	4,0	4,0	4,5	5,5	3	38	2,90	6,60	284	389	440	491	593	668	772	
4,0	3,5	3,5	4,0	4,5	5,5	6,0	3	40	3,05	7,30	298	408	461	515	623	699	808	
4,0	3,5	3,5	4,0	4,5	5,5	6,0	3	42	3,20	8,05	323	441	498	555	671	730	845	
4,0	3,5	3,5	4,0	5,5	6,0	7,0	3	44	3,35	8,80	337	460	520	580	701	761	881	
4,0	3,5	3,5	4,0	5,5	6,0	7,0	3	46	3,51	9,70	351	479	541	604	730	792	917	
4,0	3,5	4,0	4,5	5,5	6,0	7,0	3	48	3,66	10,50	364	498	563	628	759	823	953	
4,0	3,5	4,0	4,5	5,5	6,0	7,0	3	50	3,81	11,40	378	517	585	652	788	857	1017	
4,0	3,5	4,0	4,5	5,5	6,0	7,0	3	52	3,96	12,30	382	535	606	676	817	890	1053	
4,0	4,0	4,0	5,5	6,0	7,0	-	3	54	4,11	13,25	405	554	627	699	846	923	1090	
4,5	4,0	4,5	5,5	6,0	7,0	-	3	56	4,27	14,30	432	588	665	741	896	973	1126	
4,5	4,5	4,5	5,5	6,0	7,0	-	3	58	4,42	15,35	445	607	686	765	925	1004	1162	
4,5	4,5	4,5	5,5	6,0	7,0	-	3	60	4,57	16,40	459	626	707	789	954	1036	1198	
4,5	4,5	4,5	5,5	7,0	7,0	-	3	62	4,72	17,50	472	644	729	813	982	1067	1235	
4,5	4,5	5,5	6,0	7,0	-	-	3	64	4,88	18,70	486	663	750	836	1011	1098	1271	
5,5	5,5	5,5	6,0	7,0	-	-	3	66	5,03	19,85	500	682	772	861	1041	1172	1334	
5,5	5,5	5,5	6,0	7,0	-	-	3	68	5,18	21,05	514	702	794	886	1071	1185	1371	
5,5	5,5	5,5	6,0	7,0	-	-	3	70	5,34	22,40	527	721	815	910	1100	1216	1408	
5,5	5,5	5,5	6,0	7,0	-	-	3	72	5,49	23,65	541	739	836	933	1129	1248	1444	
5,5	5,5	6,0	7,0	-	-	-	3	74	5,64	25,00	554	758	857	957	1157	1279	1480	
6,0	6,0	6,0	7,0	-	-	-	3	76	5,79	26,30	568	777	879	981	1187	1310	1516	
6,0	6,0	7,0	7,0	-	-	-	3	78	5,95	27,80	582	796	901	1006	1216	1341	1552	
6,0	7,0	7,0	7,0	-	-	-	3	80	6,10	29,20	608	830	939	1047	1266	1372	1588	

Altezza rilevato	Circa 1,50 m
Spessore della condotta	2,5 mm
Diametro	2,13 m
Sezione	3,55 m
Peso teorico con bulloneria	215 kg/m

7. STUDIO IDRAULICO DEL VALLONE FONTE DELLA DONNULA

Dalla stima della portata con periodi di ritorno $T = 100$ anni si è proceduto alla verifica delle condizioni di moto nell'alveo per valutare la compatibilità delle opere di difesa spondale da effettuarsi.

Il corso d'acqua in esame presenta generalmente sezioni costanti per lunghi tratti, tuttavia le puntuali e specifiche varianti morfologiche e la sinuosità del corso determinano condizioni di deflusso che non consentono di ammettere l'instaurarsi di condizioni di moto uniforme.

Il tratto del Vallone oggetto di intervento è rappresentato sull'ortofoto sottostante.

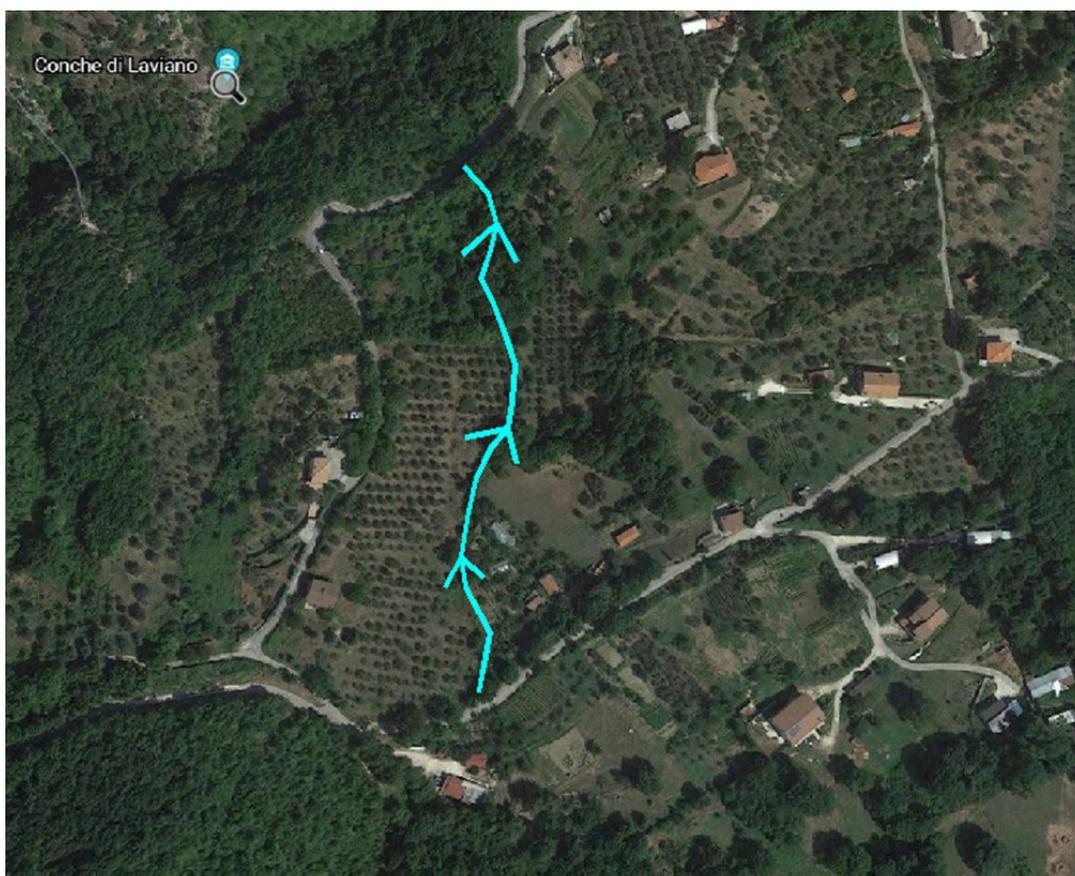


FIGURA 9: TRATTO DEL VALLONE FONTE DELLA DONNULA OGGETTO DI INTERVENTO

7.1 Tracciamento dei profili di corrente

Per il tracciamento dei profili di corrente si sono seguite preventivamente le seguenti fasi:

- esecuzione di specifico rilievo celerimetrico del tratto interessato, congruamente esteso a monte ed a valle della zona in esame e delle sezioni in prossimità dei ponti posti nell'area interessata;
- redazione di un DEM (Digital Elevation Model) di dettaglio della zona di

interesse con rappresentazione del profilo longitudinale e delle sezioni trasversali del corso d'acqua.

Individuate tutte le caratteristiche geometriche delle sezioni e fissate le condizioni al contorno, si è proceduto al tracciamento dei profili di corrente individuando l'andamento della superficie libera e dell'energia totale lungo il tratto d'interesse.

7.2 Metodo di calcolo

La schematizzazione eseguita prevede condizioni di moto stazionario monodimensionale (portata costante e geometria dell'alveo variabile), ritenendosi che per la brevità del tratto, in relazione ai parametri in esame ed assenza di confluenze, si possa escludere l'ipotesi di moto vario monodimensionale o quasi-bidimensionale (portata variabile nel tempo e geometria variabile).

Lo schema in analisi, che tiene conto della variazione delle dimensioni dell'alveo e delle singolarità localizzate (rappresentate dai restringimenti o allargamenti che sono presenti lungo il percorso), è invece adatto ad esaminare le effettive condizioni di deflusso in alveo.

7.3 Coefficiente di scabrezza

Il coefficiente di scabrezza in un alveo naturale è la misura globale della resistenza al moto; la scelta è stata effettuata a seguito di una ricognizione dei luoghi, considerando le caratteristiche specifiche dei materiali che compongono l'alveo e la copertura vegetale delle sponde e delle aree golenali adiacenti interessate al deflusso. Il codice Hec-Ras richiede la scelta dell'indice di scabrezza di Manning n ; per il presente studio è stato utilizzato il valore di n corrispondente al parametro di Gluckler-Strickler consigliato nell'allegato C del Piano Stralcio per "corsi d'acqua naturali con vegetazione in alveo, sponde ripide, alberi e cespugli lungo le sponde sommergibili durante le piene con fondo in ciottoli e massi grossi". L'intero fondo alveo in esame così è caratterizzato con $k = 17 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ (coeff. Manning $n=0.06$), sulla sponda ove è posizionato il gabbione la scabrezza assunta è pari a $K_s = 33$ (coeff. Manning $n = 0.03$).

Per lo stato di progetto si è adottato un Coefficiente di Manning pari a 0,017, dovuto alla scabrezza del pietrame confinato dei gabbioni.

Tale valore del coefficiente di scabrezza è in linea con quanto proposto da vari manuali di idraulica, i cui valori variano al variare del tipo di alveo secondo quanto riportato nella tabella che segue:

Tipo di alveo	Coefficiente di Strickler k_s [$m^{1/3} s^{-1}$]
<i>Corsi d'acqua naturali (tirante idrico < 3.5m)</i>	
Corsi d'acqua con ciottoli e ghiaia.	35
Corsi d'acqua di pianura puliti, rettilinei, in piena senza scavi localizzati.	33 (40+30)
Corsi d'acqua con alveo mobile o in roccia con sporgenze.	30
Corsi d'acqua di pianura puliti, rettilinei, con sassi e sterpaglia.	29 (33+25)
Corsi d'acqua montani, senza vegetazione in alveo, sponde ripide, alberi e cespugli lungo le sponde sommergibili durante le piene con fondo in ghiaia, ciottoli e massi sparsi.	25 (33+20)
Corsi d'acqua di pianura puliti, ondulati con buche e banchi	25 (30+22)
Corsi d'acqua di pianura puliti, ondulati con buche, banchi, cespugli e pietre.	21 (29+17)
Corsi d'acqua montani, senza vegetazione in alveo, sponde ripide, alberi e cespugli lungo le sponde sommergibili durante le piene con fondo in ciottoli e massi grossi.	20 (25+14)
Torrenti di montagna con letto irregolare e con grossi massi.	17+12
Corsi d'acqua di pianura in tratti lenti, con sterpaglia e buche profonde.	14 (20+12)
Corsi d'acqua di pianura in tratti molto erbosi, con grossi arbusti, cespugli e buche profonde.	10 (13+7)

Tabella 3: Coefficiente di scabrezza secondo Gaukler Strikler

In realtà negli alvei dei corsi d'acqua sono presenti situazioni di scabrezza fortemente eterogenee caratterizzate dalla presenza di associazioni vegetali arbustive o arboree riparie, naturali o piantate, e di materiale ghiaioso nella zona centrale di alveo.

I metodi proposti in letteratura per il calcolo della scabrezza equivalente dell'intera sezione si riconducono sostanzialmente alla valutazione del coefficiente di scabrezza tramite una suddivisione della sezione trasversale in subaree e ad un'operazione di media pesata, con opportune potenze del perimetro bagnato, delle scabrezze caratteristiche di ciascuna subarea. Il programma di calcolo Hec-Ras consente in modo più semplificato la suddivisione delle aree caratterizzate da diversi valori della scabrezza.

7.4 Tracciamento dei profili di pelo libero

Con l'utilizzo del programma HEC-RAS i profili liquidi sono calcolati, per corsi d'acqua con sezione composta, risolvendo l'equazione di bilancio energetico per il tronco generico in cui è suddiviso il tratto di corso d'acqua.

L'equazione è scritta nella forma:

$$WS_2 + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} = WS_1 + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} + \Delta h_e$$

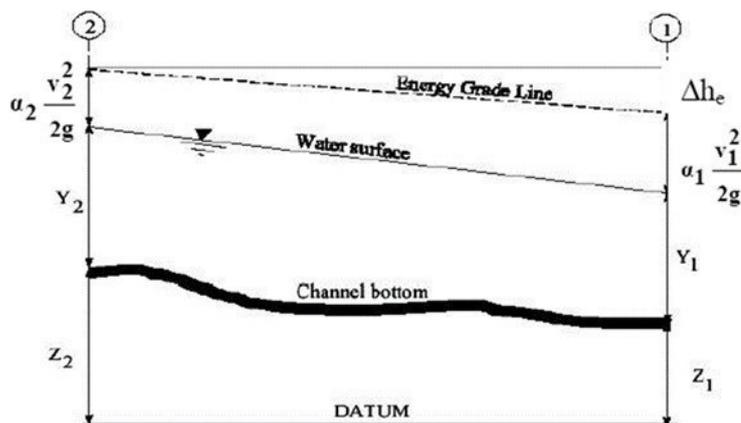
in cui:

- WS (Water surface) è la quota della superficie libera, $WS = \Delta Y + Z$, con Y quota del pelo libero rispetto al punto più profondo della sezione e Z quota di quest'ultimo rispetto alla linea di riferimento;

- Δh_e le perdite di carico continue e localizzate per allargamento o restringimento di sezione calcolate con:

$$\Delta h_e = L \bar{S}_f + c \left| \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} \right|$$

secondo lo schema:



S_f rappresenta la pendenza della linea dell'energia rappresentativa del tratto, lungo L, fra le sezioni 2 e 1.

La quota idrometrica WS incognita è determinata risolvendo l'equazione del bilancio energetico con il metodo della secante.

Si assume un primo valore di tentativo WS1 della quota nella sezione incognita (quella di valle per corrente rapida o quella di monte come nel caso in esame di moto lento), pari alla quota della sezione precedente, e si calcolano il termine cinetico e le perdite Δh_e nel tratto.

Dall'equazione di bilancio si determina il valore della quota calcolata (nella sezione 2 per il caso di corrente lenta)

$$WS_{\text{calc.2}}^1 = E_1 + \Delta h_e - \left(\alpha \frac{U^2}{2g} \right)_2$$

e quindi l'errore della prima iterazione

$$err^1 = WS_{\text{ass2}}^1 - WS_{\text{calc2}}^1$$

si assume come valore di secondo tentativo

$$WS_2 = WS_1 - \text{err}_1$$

e si determina l'errore corrispondente err_2

$$WS_{\text{ass}2}^2 = WS_{\text{ass}2}^1 - \text{err}_1$$

Nei tentativi successivi si applica la formula del metodo della secante, riscritta nella forma:

$$WS_{\text{ass}2}^I = WS_{\text{ass}2}^{I-1} - \text{err}^{I-1} \frac{Z_{\text{ass}2}^{I-1} - Z_{\text{ass}2}^{I-2}}{\text{err}^{I-1} - \text{err}^{I-2}}$$

La soluzione è trovata quando l'errore risulta minore della tolleranza impostata pari a 0,003m.

Per tracciare i profili del pelo libero, occorre fissare la condizione al contorno e quindi il punto di partenza per il tracciamento del profilo stesso. Tale condizione al contorno va ricercata, come detto innanzi, a monte nel caso di corrente veloce e a valle nel caso di corrente lenta.

7.5 Condizioni al contorno

Nel caso dello studio in oggetto, come condizione al contorno è stata imposta la condizione di moto uniforme a monte e valle (in zone ove è ipotizzabile una condizione di moto indisturbato) con pendenze variabili.

8. CONCLUSIONI

Le verifiche idrauliche eseguite consentono di esprimere parere favorevole per la realizzazione delle modifiche dell'attraversamento del Vallone Fonte della Donnula con la strada comunale, in quanto si è accertato che i deflussi equivalenti alla portata di piena con tempo di ritorno di 200 anni defluiscono molto più facilmente nella nuova configurazione rispetto allo stato attuale, con notevole incremento del livello di sicurezza. Nel tratto esaminato, quindi, **si realizza un miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica del deflusso sia a monte che a valle dell'intervento**, e le opere sono compatibili con l'infrastruttura viaria sovrastante.

Gli interventi prevedono anche la risagomatura delle sponde del vallone mediante interventi di ingegneria naturalistica a basso impatto ambientale, in quanto nella situazione attuale si generano nelle sponde dell'alveo stesso continui fenomeni di erosione e smottamenti, che possono ostruire la portata defluente, come è possibile osservare nella documentazione fotografica sottostante.

Si allegano i tabulati di calcolo idraulico, le sezioni e i profili relativi sia allo stato di fatto che di progetto.





Per ogni dettaglio sulle caratteristiche delle opere da realizzare si rimanda ai disegni allegati con i dettagli delle opere da realizzare.

Il Tecnico

RTP Progettista

9. ALLEGATI: TABULATI - SEZIONI - PROFILI

TABULATI DI CALCOLO

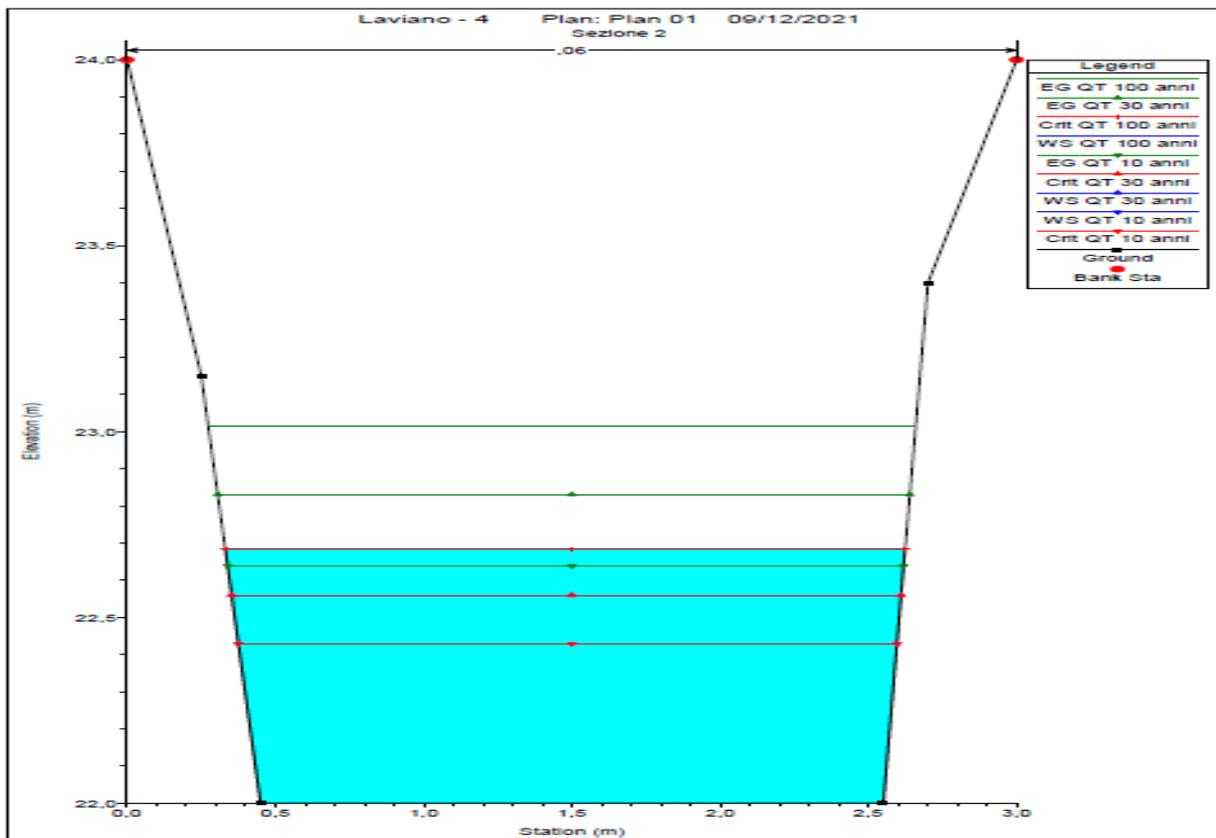
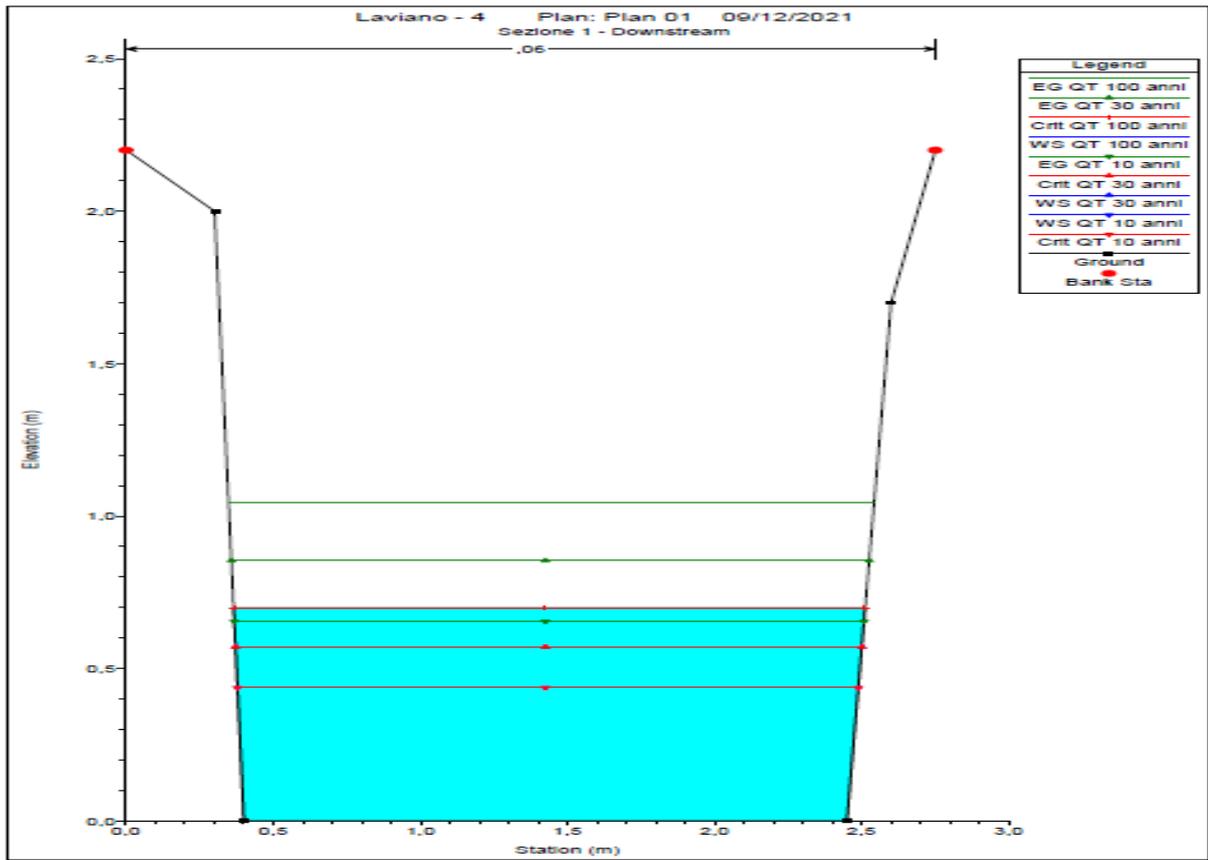
STATO DI FATTO

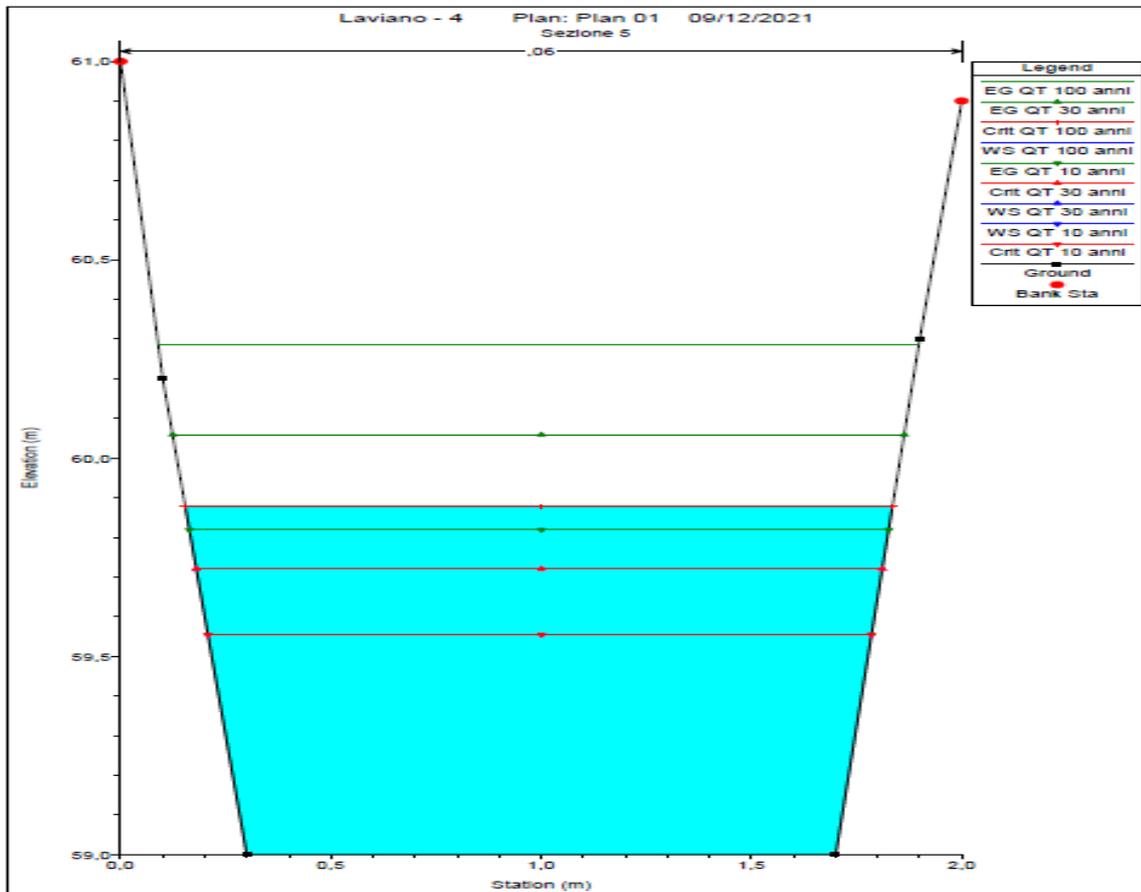
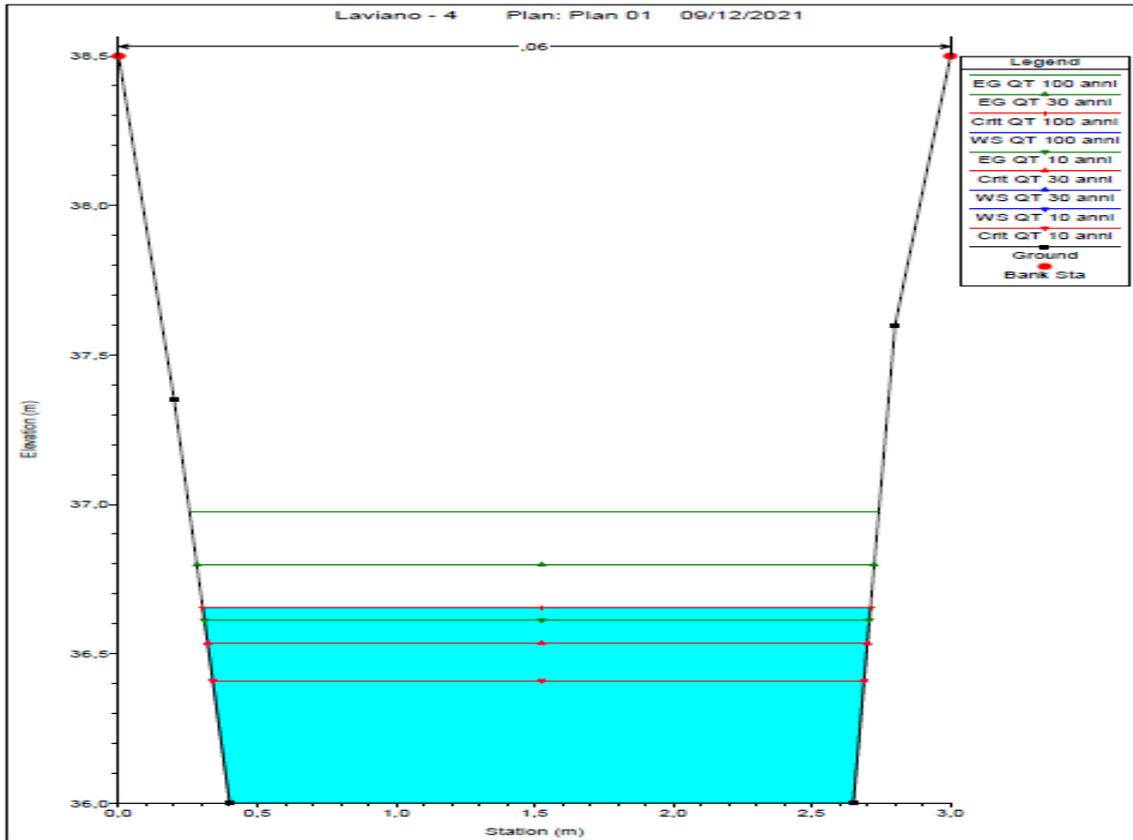
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Vallone Fonte de Reach: Tratto 1

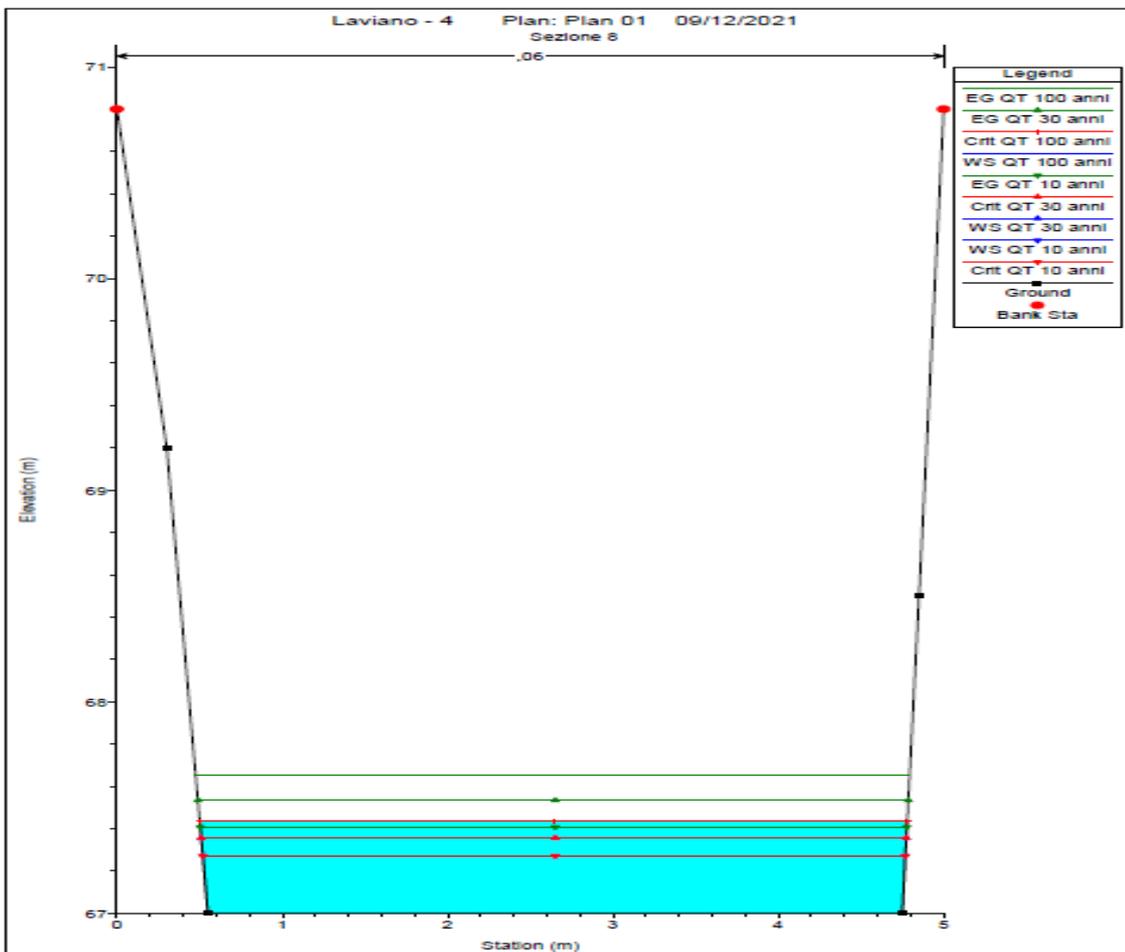
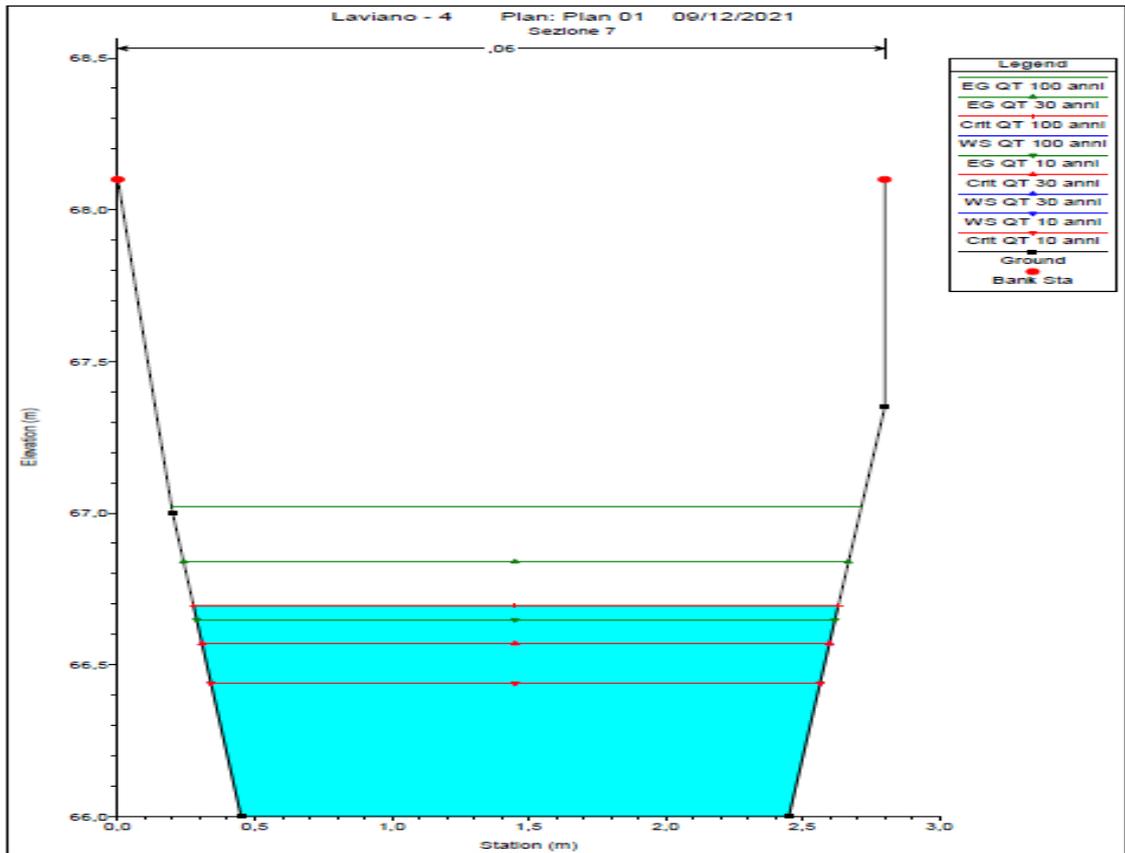
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
Tratto 1	8	QT 100 anni	3,82	67,00	67,44	67,44	67,65	0,068856	2,06	1,85	4,28	1,00	
Tratto 1	8	QT 30 anni	2,81	67,00	67,36	67,36	67,53	0,061011	1,87	1,50	4,26	1,01	
Tratto 1	8	QT 10 anni	1,88	67,00	67,27	67,27	67,41	0,063219	1,63	1,15	4,25	1,00	
Tratto 1	7	QT 100 anni	3,82	66,00	66,70	66,70	67,02	0,068365	2,52	1,51	2,35	1,00	
Tratto 1	7	QT 30 anni	2,81	66,00	66,57	66,57	66,84	0,067981	2,30	1,22	2,29	1,00	
Tratto 1	7	QT 10 anni	1,88	66,00	66,44	66,44	66,65	0,067783	2,03	0,93	2,22	1,00	
Tratto 1	6	QT 100 anni	3,82	64,00	64,82	64,82	65,21	0,060364	2,79	1,38	1,78	1,00	
Tratto 1	6	QT 30 anni	2,81	64,00	64,67	64,67	65,00	0,060314	2,53	1,12	1,75	1,00	
Tratto 1	6	QT 10 anni	1,88	64,00	64,51	64,51	64,77	0,060826	2,22	0,85	1,71	1,00	
Tratto 1	5	QT 100 anni	3,82	59,00	59,88	59,88	60,28	0,089717	2,82	1,35	1,68	1,01	
Tratto 1	5	QT 30 anni	2,81	59,00	59,72	59,72	60,06	0,086254	2,58	1,09	1,63	1,01	
Tratto 1	5	QT 10 anni	1,88	59,00	59,55	59,55	59,82	0,082846	2,28	0,83	1,58	1,01	
Tratto 1	4	QT 100 anni	3,82	48,00	48,68	48,68	49,00	0,069215	2,52	1,52	2,37	1,01	
Tratto 1	4	QT 30 anni	2,81	48,00	48,55	48,55	48,82	0,068655	2,29	1,23	2,32	1,01	
Tratto 1	4	QT 10 anni	1,88	48,00	48,43	48,43	48,63	0,068732	2,02	0,93	2,27	1,01	
Tratto 1	3	QT 100 anni	3,82	36,00	36,65	36,65	36,97	0,070178	2,50	1,53	2,41	1,01	
Tratto 1	3	QT 30 anni	2,81	36,00	36,53	36,53	36,80	0,069348	2,27	1,24	2,38	1,01	
Tratto 1	3	QT 10 anni	1,88	36,00	36,41	36,41	36,61	0,069325	1,99	0,94	2,35	1,01	
Tratto 1	2	QT 100 anni	3,82	22,00	22,68	22,68	23,01	0,071647	2,55	1,50	2,29	1,00	
Tratto 1	2	QT 30 anni	2,81	22,00	22,56	22,56	22,83	0,070231	2,31	1,22	2,26	1,00	
Tratto 1	2	QT 10 anni	1,88	22,00	22,43	22,43	22,64	0,069813	2,03	0,93	2,22	1,00	
Tratto 1	1	QT 100 anni	3,82	0,00	0,70	0,70	1,04	0,076343	2,60	1,47	2,15	1,01	
Tratto 1	1	QT 30 anni	2,81	0,00	0,57	0,57	0,85	0,074365	2,36	1,19	2,13	1,01	
Tratto 1	1	QT 10 anni	1,88	0,00	0,44	0,44	0,66	0,072766	2,06	0,91	2,11	1,00	

↵ ***OUTPUT HEC RAS - Q(T=100 anni - T=30 anni - T=10anni)***

SEZIONI STATO DI FATTO







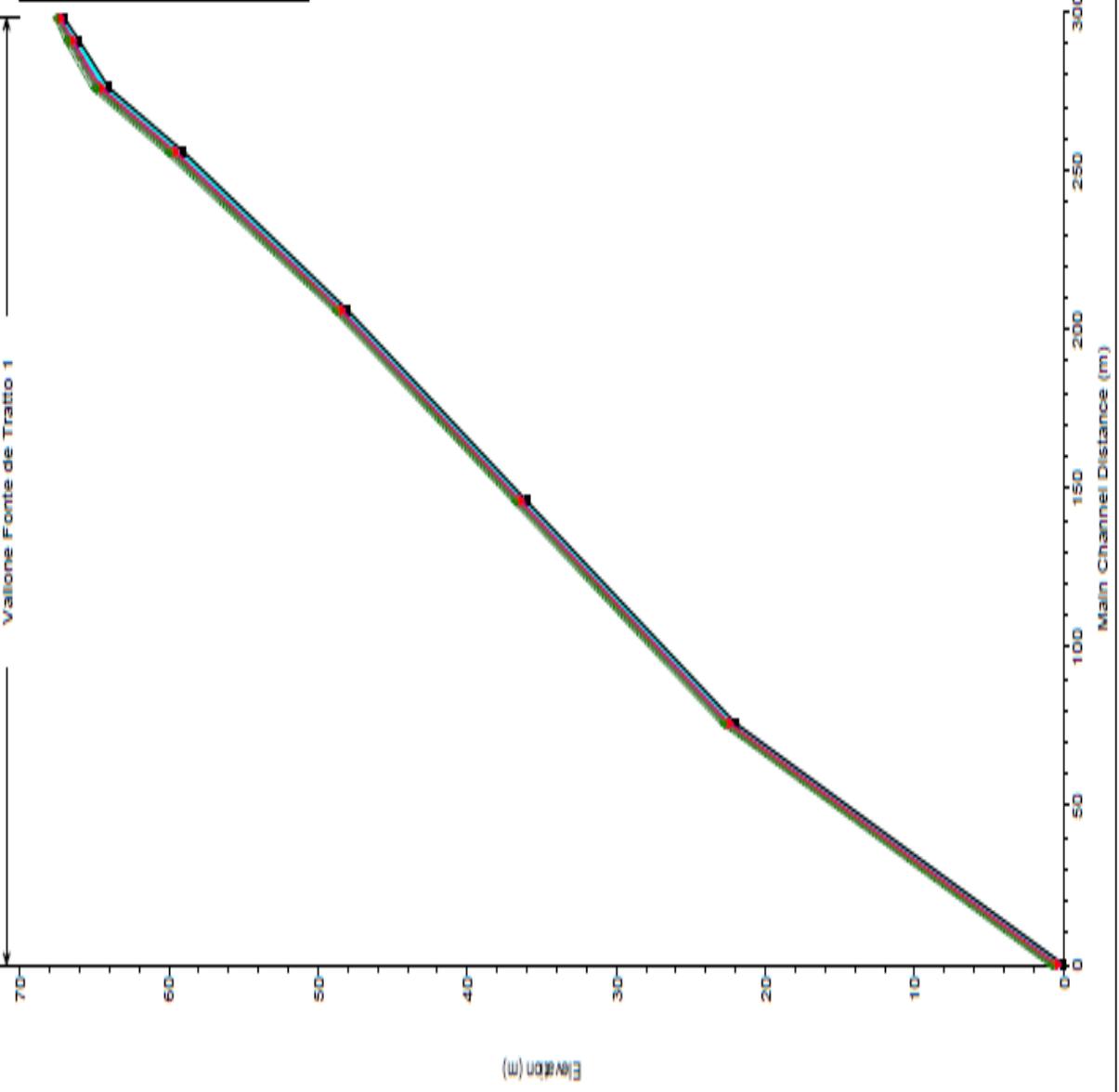
↵ ***OUTPUT HEC RAS - Q(T=100 anni - T=30 anni - T=10anni)***

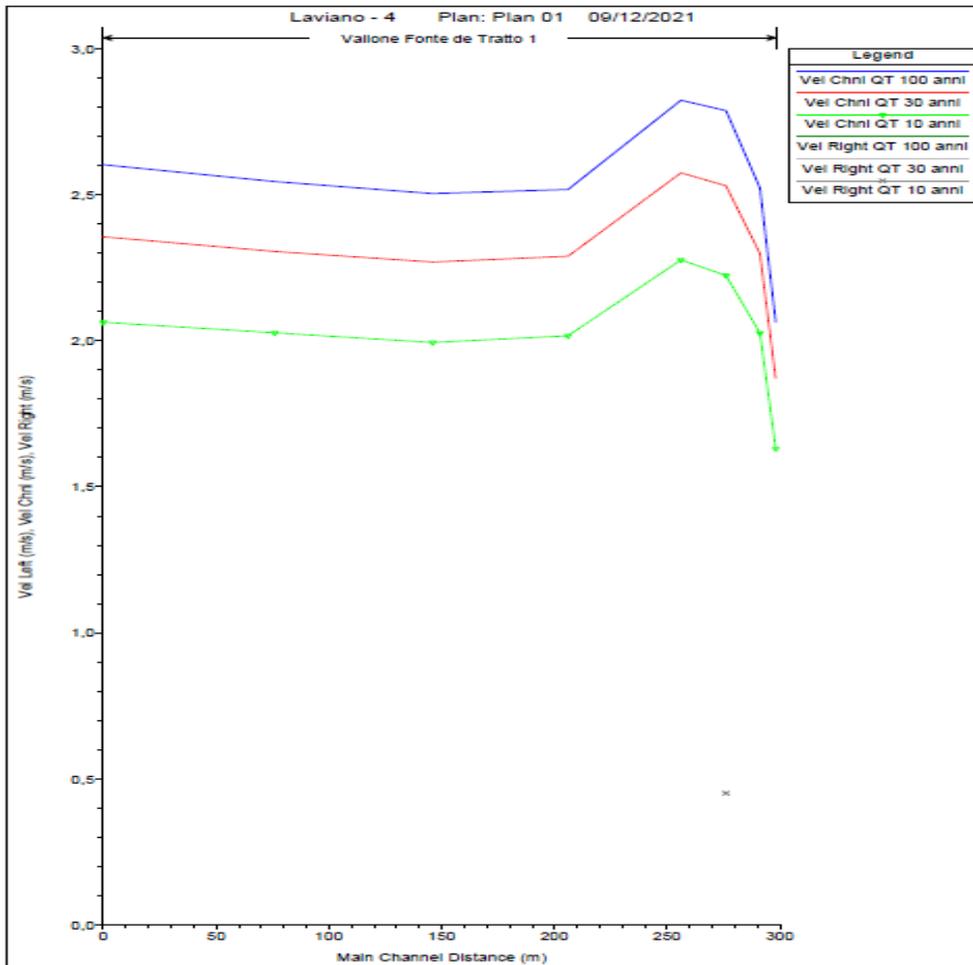
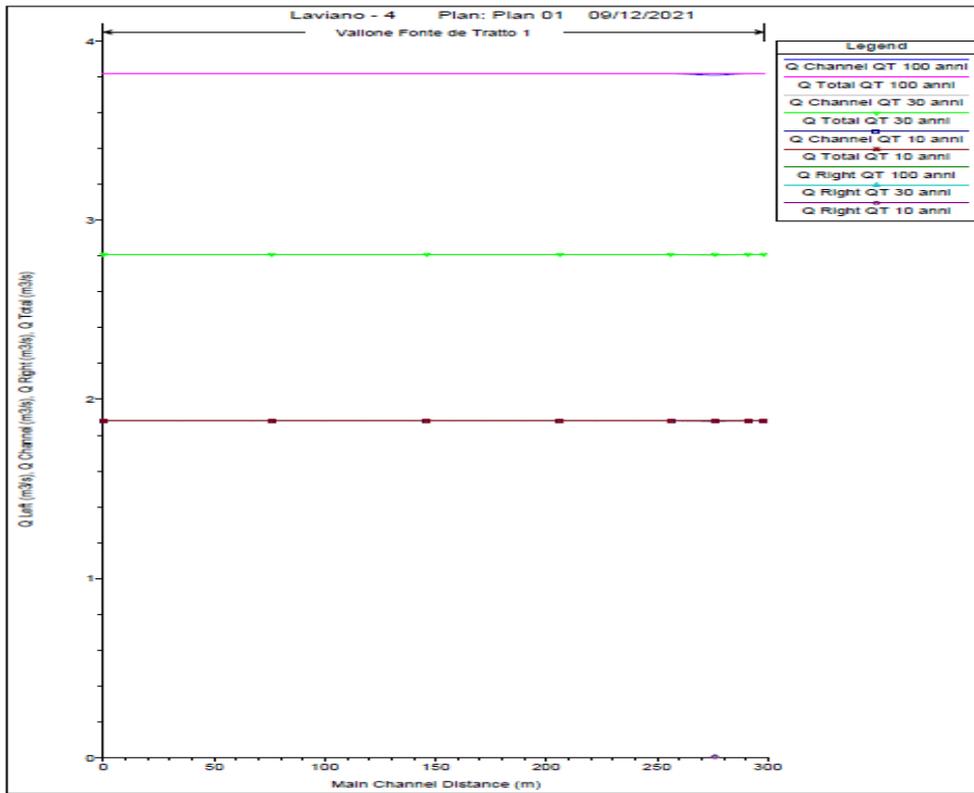
PROFILI STATO DI FATTO

Laviano - 4 Plan: Plan 01 09/12/2021

Vallone Fontie de Trattio 1

Legend	
EG QT 100 anni	—
EG QT 30 anni	—
Crit QT 100 anni	—
WS QT 100 anni	—
EG QT 10 anni	—
Crit QT 30 anni	—
WS QT 30 anni	—
WS QT 10 anni	—
Crit QT 10 anni	—
Ground	—





TABULATI DI CALCOLO

STATO DI PROGETTO

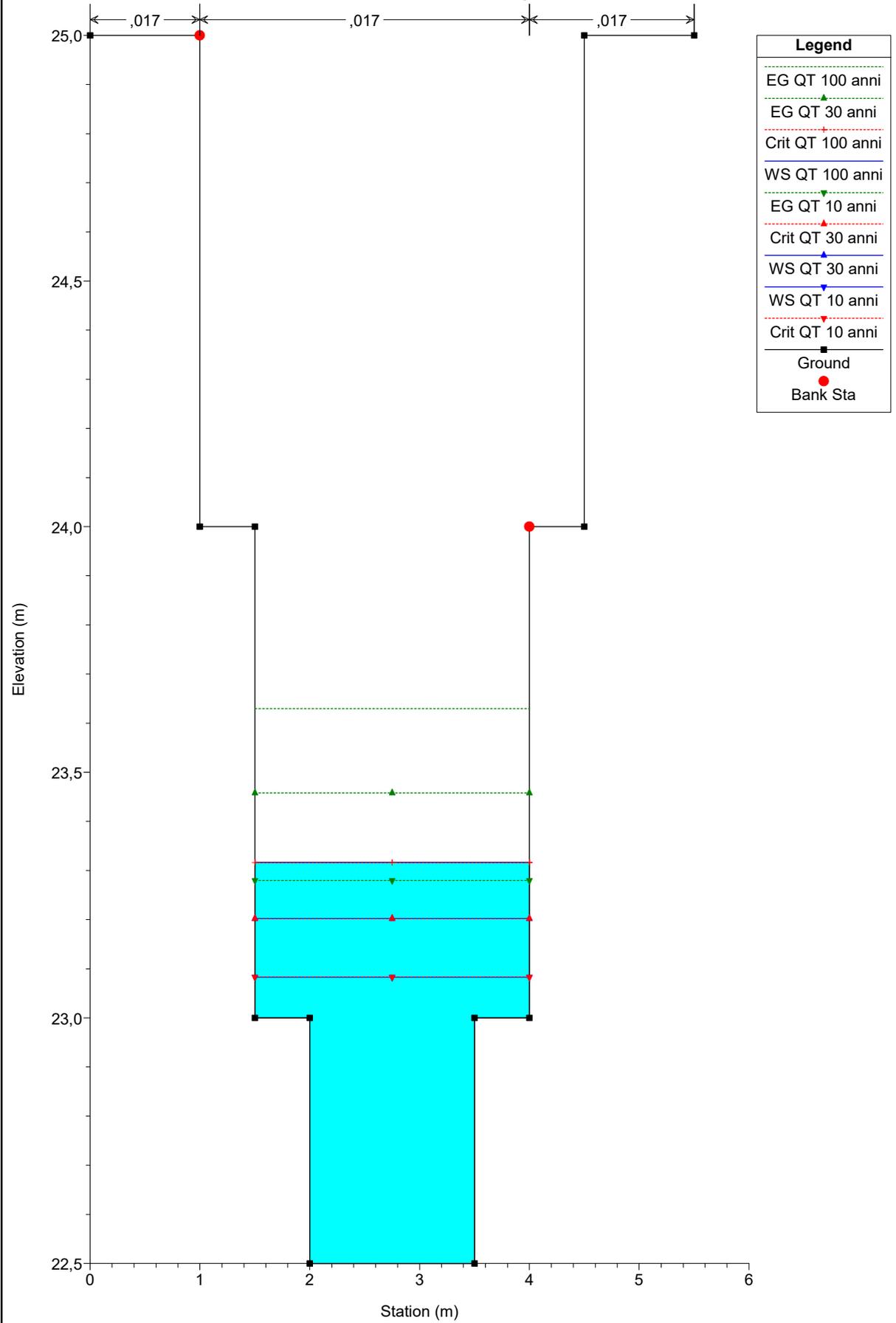
HEC-RAS Plan: RUN Stato di Progetto River: Vallone Fonte de Reach: Tratto 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
Tratto 1	8	QT 100 anni	3,82	67,50	68,08	68,30	68,30	0,005260	2,12	1,80	4,00	1,01	1,01
Tratto 1	8	QT 30 anni	2,81	67,50	67,95	67,95	68,17	0,005308	2,10	1,34	3,00	1,01	1,01
Tratto 1	8	QT 10 anni	1,88	67,50	67,84	67,84	68,01	0,005344	1,83	1,03	3,00	1,00	1,00
Tratto 1	7	QT 100 anni	3,82	66,50	67,32	67,32	67,63	0,006623	2,48	1,54	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	7	QT 30 anni	2,81	66,50	67,20	67,20	67,46	0,006589	2,24	1,25	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	7	QT 10 anni	1,88	66,50	67,08	67,08	67,28	0,006658	1,96	0,96	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	6	QT 100 anni	3,82	64,50	65,32	65,32	65,63	0,006619	2,48	1,54	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	6	QT 30 anni	2,81	64,50	65,20	65,20	65,46	0,006586	2,24	1,25	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	6	QT 10 anni	1,88	64,50	65,08	65,08	65,28	0,006653	1,96	0,96	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	5	QT 100 anni	3,82	59,50	60,32	60,32	60,63	0,006623	2,48	1,54	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	5	QT 30 anni	2,81	59,50	60,20	60,20	60,46	0,006587	2,24	1,25	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	5	QT 10 anni	1,88	59,50	60,08	60,08	60,28	0,006654	1,96	0,96	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	4	QT 100 anni	3,82	48,50	49,32	49,32	49,63	0,006621	2,48	1,54	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	4	QT 30 anni	2,81	48,50	49,20	49,20	49,46	0,006587	2,24	1,25	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	4	QT 10 anni	1,88	48,50	49,08	49,08	49,28	0,006660	1,96	0,96	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	3	QT 100 anni	3,82	36,50	37,32	37,32	37,63	0,006620	2,48	1,54	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	3	QT 30 anni	2,81	36,50	37,20	37,20	37,46	0,006587	2,24	1,25	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	3	QT 10 anni	1,88	36,50	37,08	37,08	37,28	0,006644	1,96	0,96	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	2	QT 100 anni	3,82	22,50	23,32	23,32	23,63	0,006626	2,48	1,54	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	2	QT 30 anni	2,81	22,50	23,20	23,20	23,46	0,006582	2,24	1,25	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	2	QT 10 anni	1,88	22,50	23,08	23,08	23,28	0,006684	1,96	0,96	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	1	QT 100 anni	3,82	0,50	1,32	1,32	1,63	0,006610	2,48	1,54	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	1	QT 30 anni	2,81	0,50	1,20	1,20	1,46	0,006608	2,24	1,25	2,50	1,01	1,01
Tratto 1	1	QT 10 anni	1,88	0,50	1,08	1,08	1,28	0,006581	1,95	0,96	2,50	1,01	1,01

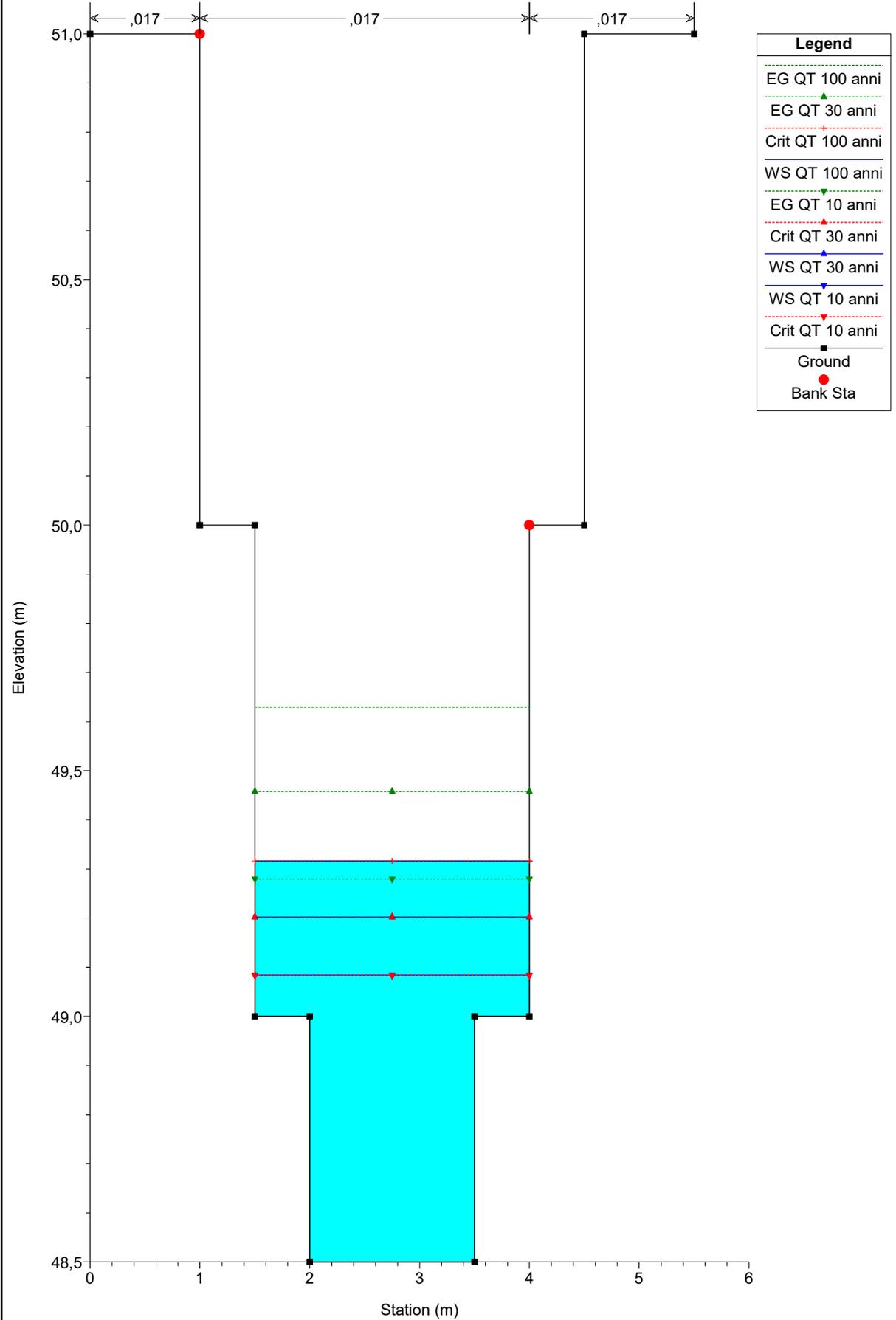
↵ ***OUTPUT HEC RAS - Q(T=100 anni - T=30 anni - T=10anni)***

SEZIONI STATO DI PROGETTO

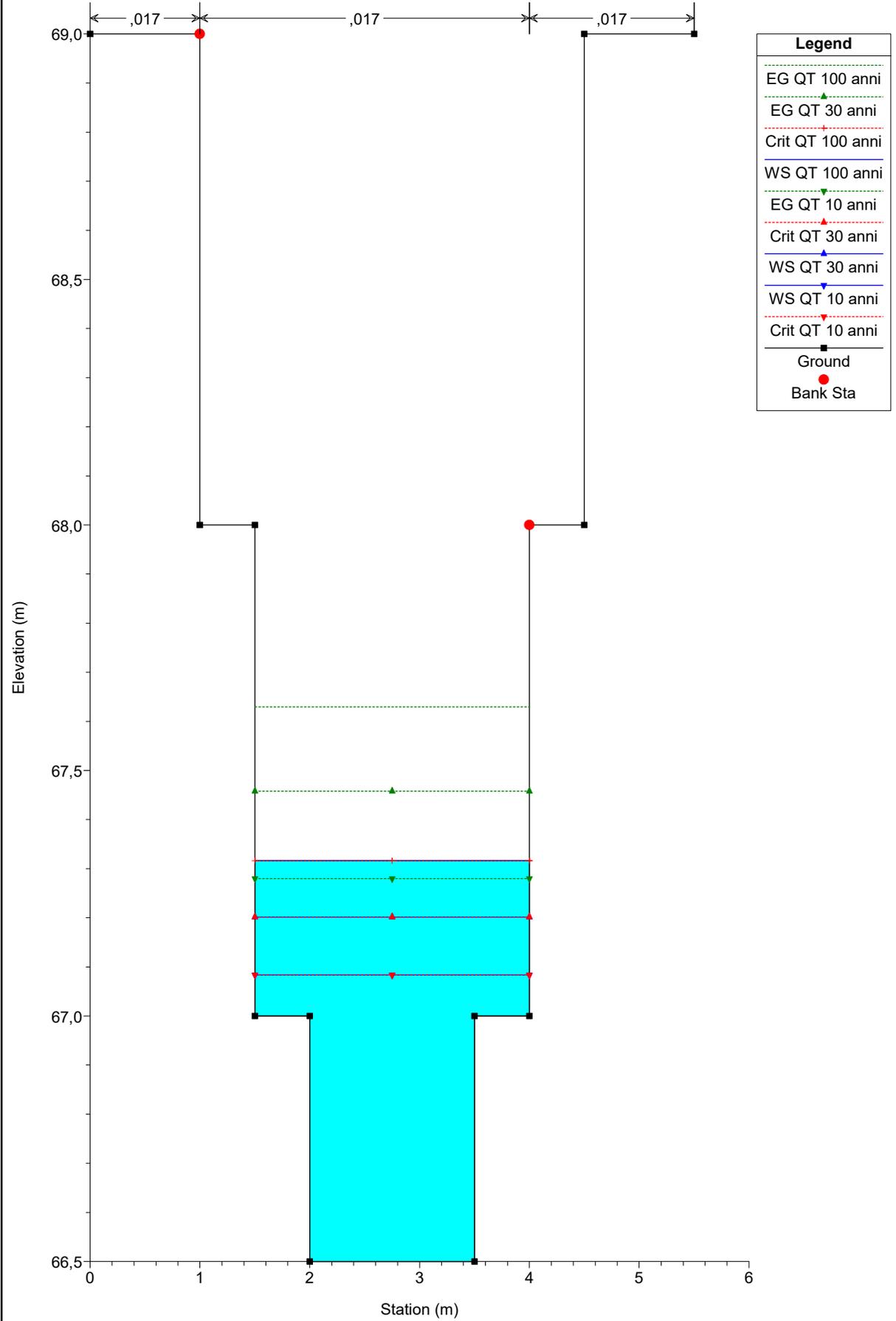
Laviano - Stato di Progetto Plan: Plan 01 13/12/2021
 Sezione 2 - Stato di Progetto



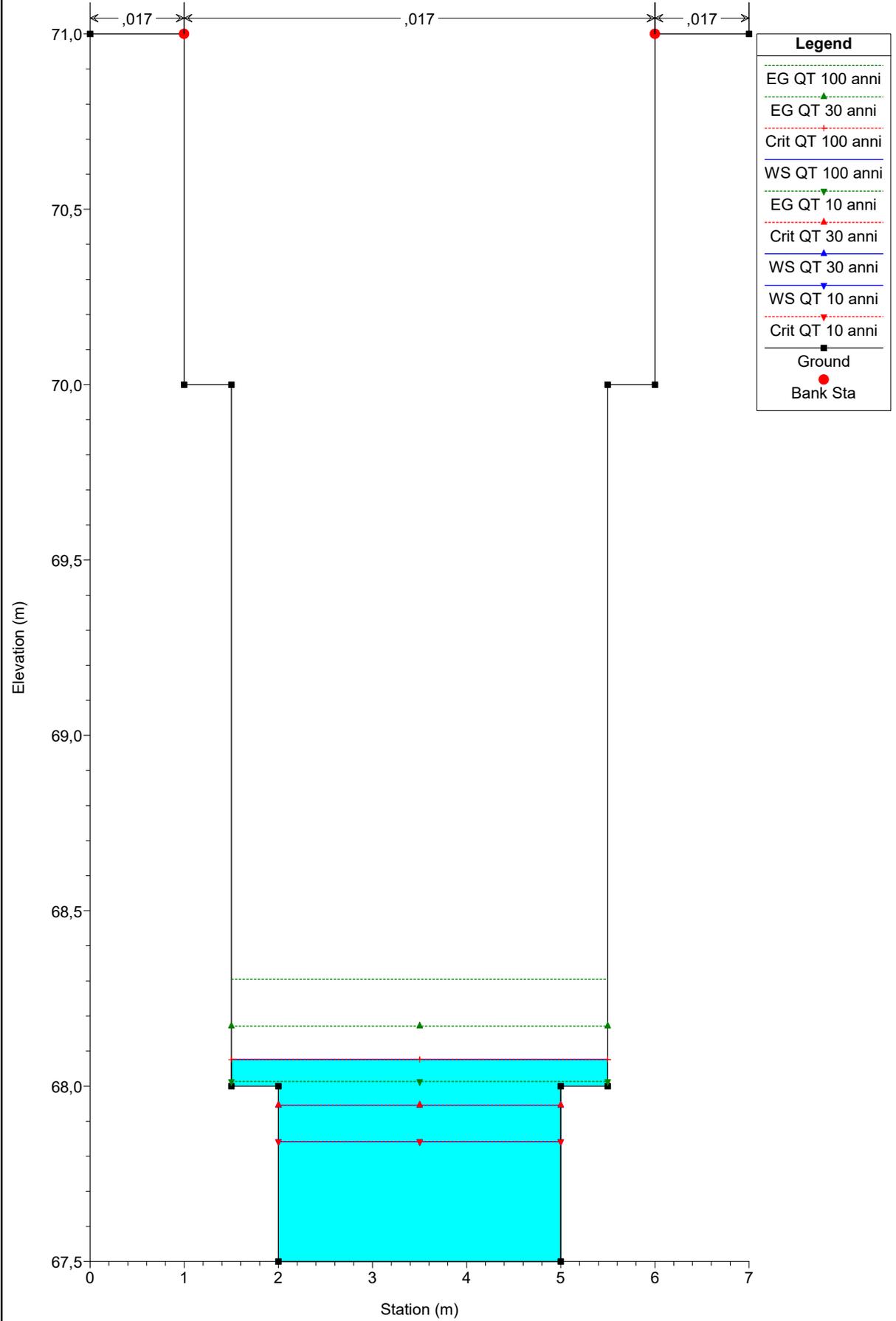
Laviano - Stato di Progetto Plan: Plan 01 13/12/2021
 Sezione 4 - Stato di Progetto



Laviano - Stato di Progetto Plan: Plan 01 13/12/2021
 Sezione 7 - Stato di Progetto



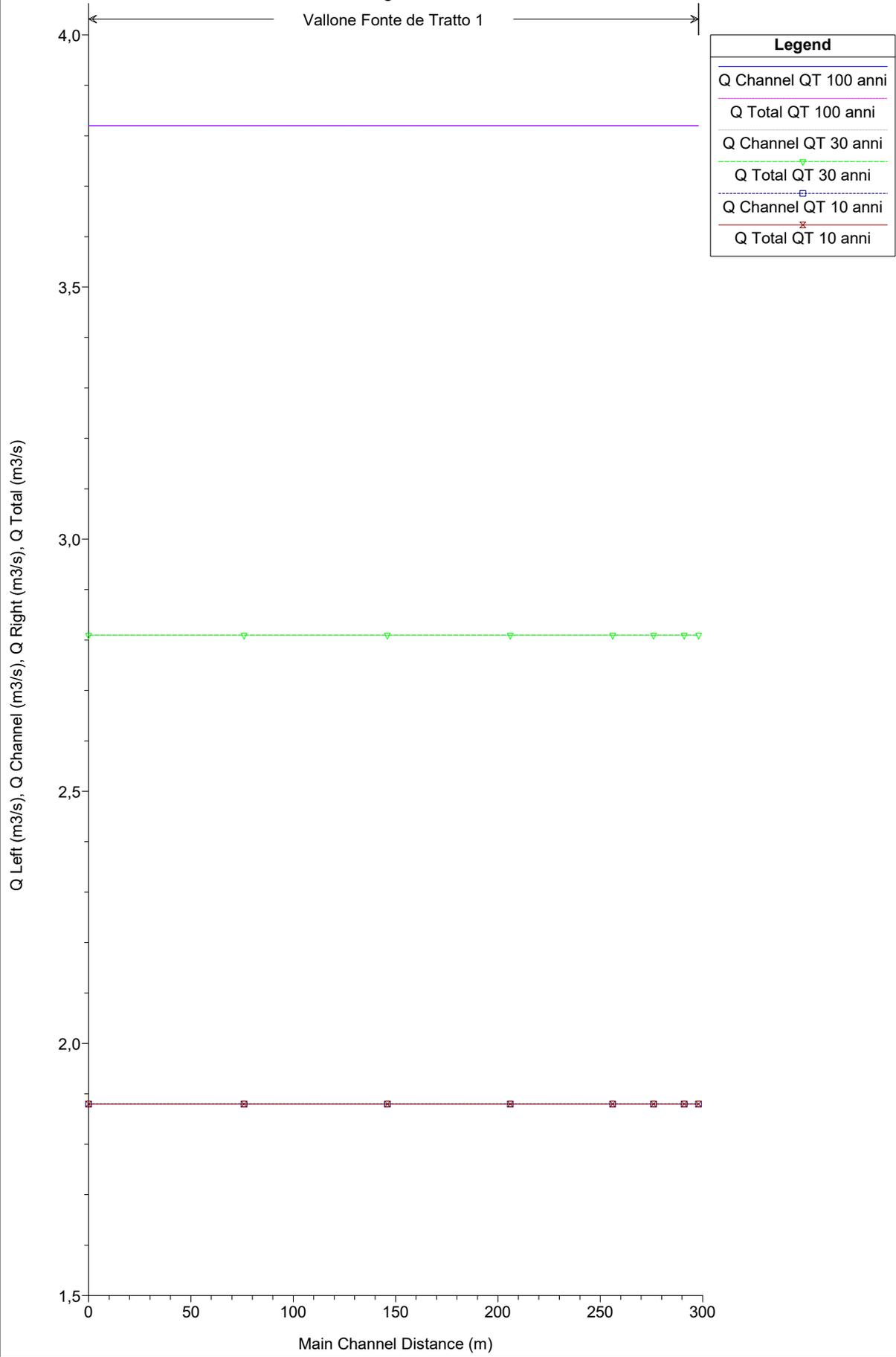
Laviano - Stato di Progetto Plan: Plan 01 13/12/2021
 Sezione 8 - Upstream - Stato di Progetto



↵ ***OUTPUT HEC RAS - Q(T=100 anni - T=30 anni - T=10anni)***

PROFILI STATO DI PROGETTO

Vallone Fonte de Tratto 1



Vallone Fonte de Tratto 1

