



Regione Piemonte
COMUNE DI ALBIANO D'IVREA
(Città Metropolitana di Torino)

**LAVORI DI COMPLETAMENTO OPERE DI
CONSOLIDAMENTO ROGGIA DEI CUGNONI**

(CUP: F35F22000150001)

IMPORTO COMPLESSIVO: € 196.000,00

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

ELABORATO	04	REVISIONE	0
TITOLO	VERIFICHE IDRAULICHE		
COMMITTENTE	Comune di Albiano d'Ivrea Corso Vittorio Emanuele n° 54 – Cap. 10010 Tel.: 0125/59603		
PROGETTISTA	Ing. Giuseppe Manzone Corso Galileo Ferraris n° 132 – 10129 Torino Cell.: 337/218716		

Torino, 14/12/2023

Test(19/23)-FAT

IL PROGETTISTA:

Ing. Giuseppe Manzone
Corso Galileo Ferraris n° 132 – 10129 Torino
Tel.: 011/583512 - Cell.: 337/218716
E-mail: info@studiomanzone.it
PEC: giuseppe.manzone2@inapec.eu

PREMESSA.....	2
1. GENERALITA'	4
2. ASSETTO GEOMORFOLOGICO ED IDROLOGICO.....	4
3. ASSETTO MORFOLOGICO ED IDRAULICO	4
3.1 Rischio idraulico e idrogeologico.....	5
4. VERIFICHE IDRAULICHE	6
4.1 METODOLOGIA DI ANALISI E DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	6
4.1.1 Metodologia di calcolo per la verifica in moto permanente.....	6
4.1.2 Procedura di calcolo	7
4.1.3 Parametri di sensitività	8
4.1.4 Resistenza al moto e condizioni al contorno	8
4.2 SIMULAZIONE PER LA VERIFICA	9
4.2.1 Modellazione Stato di Fatto	10
4.2.2 Modellazione Stato di Progetto	11
5. CONCLUSIONI	13

ANALISI IDRAULICA ROGGIA NUOVA DEI CUGNONI, PER IL RIFACIMENTO DI TRATTO DI MURO DI SPONDA IN TERRITORIO DEL COMUNE DI ALBIANO D'IVREA

PREMESSA

La presente relazione idraulica è finalizzata alla verifica idraulica inerente il rifacimento di un muro di sponda della Roggia Nuova dei Cugnoli, in territorio del Comune di Albiano d'Ivrea.

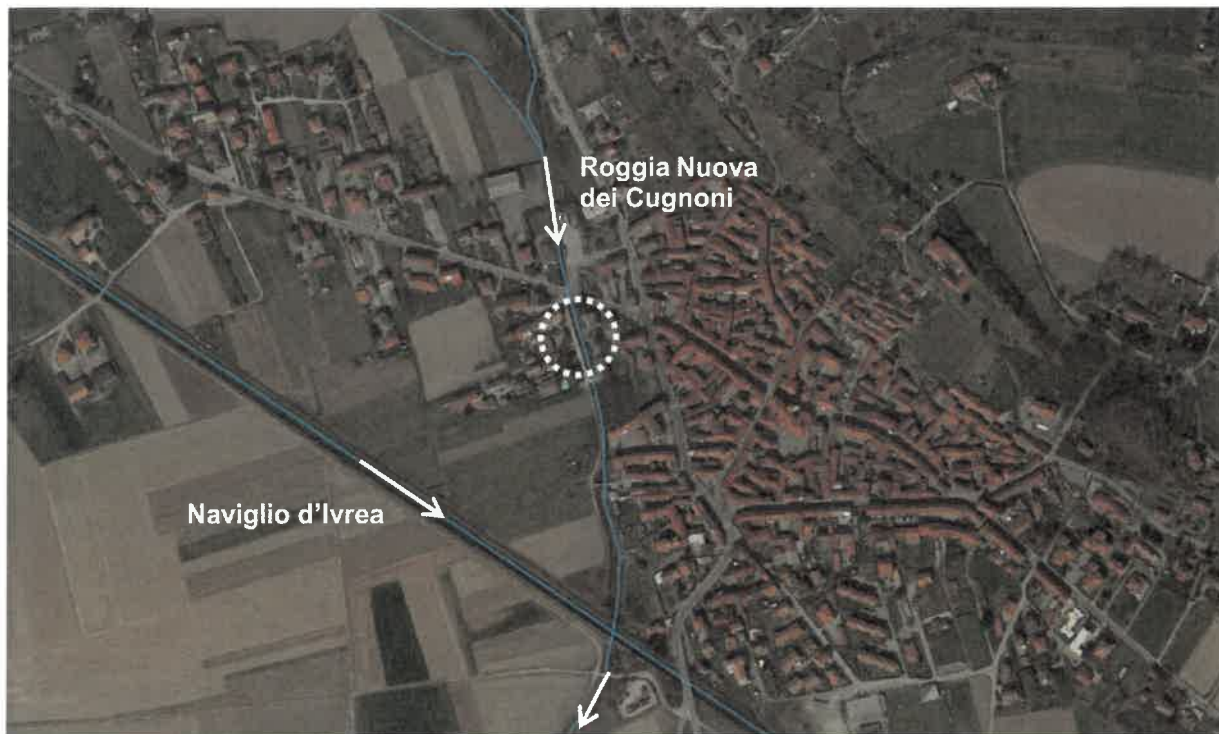


Figura 1 – Inquadramento con indicazione del tratto in studio



Figura 2 – Foto del tratto in studio

Nella Figura 2 si può vedere, in destra, il muro di sponda di cui si prevede il rifacimento in c.a. liscio per una lunghezza di circa 70 m.

Nella Figura 3 è riportato il ponte a monte dell'intervento e nella Figura 4 l'attraversamento a valle dell'intervento.



Figura 3 – Ponte a monte del tratto in studio



Figura 4 – Attraversamento a valle del tratto in studio

1. GENERALITA'

L'area oggetto di studio nel territorio del Comune di Albiano d'Ivrea. Il comune è situato nel settore nord-orientale della Provincia di Torino, a circa 50 km in linea d'aria dal capoluogo piemontese, a sud-est di Ivrea, in territorio eporediese. Altimetricamente la zona si estende dai 220 metri in corrispondenza dell'area di pianura adiacente al corso della Dora Baltea, ai 284 metri del settore collinare morenico, a nord-est del concentrico. Albiano d'Ivrea confina, da sud-est procedendo in senso antiorario, con i Comuni di Caravino, Azeglio, Piverone, Bollengo, Ivrea e Vestignè.

Il Rio su cui insiste l'opera in studio è un affluente di destra idrografica della Roggia Violana, in cui sfocia dopo un percorso di circa 3.75 km a valle dell'opera. La Roggia Violana dopo altri 2 km, dalla confluenza con la Roggia Nuova dei Cugnoni, sfocia nella Dora Baltea.

2. ASSETTO GEOMORFOLOGICO ED IDROLOGICO

Il territorio comunale di Albiano si colloca in corrispondenza del settore interno dell'Anfiteatro Morenico di Ivrea, imponente complesso geologico edificato dal Ghiacciaio Balteo allo sbocco della Valle d'Aosta, nel corso del Pleistocene. In quell'epoca si sono susseguite una decina di glaciazioni, durante le quali il Ghiacciaio Balteo si è propagato espandendosi in pianura e dando origine a depositi di materiali detritici, erosi, trasportati e depositi della massa glaciale in movimento (morene).

Il territorio di Albiano è caratterizzato da un settore collinare, modellato nei depositi di origine glaciale, e da un settore di pianura, (in cui insiste il tratto in studio) che rappresenta il colmamento dell'originaria depressione interna alle cerchie moreniche principali che delimitano l'apparato morenico.

La natura litologica dei depositi glaciali nei quali è modellato il cordone morenico che costituisce il settore collinare è riconducibile a materiali detritici fortemente eterogenei, rappresentati da blocchi e massi immersi in una matrice fine.

I settori di pianura sono essenzialmente costituiti da depositi fluvioglaciali e fluviali, a granulometria varia, rappresentati da una successione di materiali fini a predominante componente sabbioso-limosa con subordinati orizzonti sabbioso-ghiaiosi e intercalazioni di limi argillosi e argille limose.

Le precipitazioni massime si registrano statisticamente nel periodo primaverile, tra aprile e giugno; un secondo massimo si osserva nel periodo autunnale, tra ottobre e novembre.

(Fonte: Elaborato A: Relazione Geologico-Tecnica – Progetto Preliminare 4° Variante PRGC 2021 del Comune d'Albiano d'Ivrea)

3. ASSETTO MORFOLOGICO ED IDRAULICO

Il reticolo idrografico del territorio comunale è rappresentato da una serie di canali principali che per lo più raccolgono le acque provenienti dai rilievi collinari della Serra Morenica e dalla pianura sottostante, convogliandoli in direzione della Dora Baltea. Da nord verso sud sono presenti i seguenti rii: il Riale del Confine (o Roggia del Pontile), che si snoda lungo il confine comunale nord di Albiano, il Rio Liroglio, il Naviglio Vecchio di Ivrea, che a valle della confluenza con i primi due, poco a nord del concentrico, diventa Roggia Nuova dei Cugnoni, e la Roggia Violana, affluente in sinistra della Dora Baltea; il territorio comunale è inoltre attraversato inoltre dal Naviglio Nuovo d'Ivrea, canale artificiale utilizzato a scopi irrigui che deriva le acque della Dora in prossimità del concentrico di Ivrea e termina scaricandosi nel Sesia, a Vercelli.

La Roggia Nuova dei Cugnioni drena le acque della pianura e della collina con direzione di deflusso da nord verso sud, in direzione della Roggia Violana, nella quale confluisce nei pressi dell'abitato di Tina.

In prossimità dell'abitato di Albiano, la Roggia dei Cugnioni, scorre all'interno di un tratto canalizzato in c.a., a cielo aperto e a sud-ovest del concentrico sottopassa il Naviglio d'Ivrea. Durante gli eventi alluvionali del novembre 1994 e dell'ottobre 2000 la Roggia dei Cugnioni ha dato luogo a numerosi allagamenti che hanno interessato la fascia più depressa vicino all'alveo.

(Fonte: Elaborato A: Relazione Geologico-Tecnica – Progetto Preliminare 4° Variante PRGC 2021 del Comune d'Albiano d'Ivrea)

3.1 Rischio idraulico e idrogeologico

L'area in studio non è soggetta a rischio frane (Fonte: Carta inventario dei fenomeni franosi in Italia, ISPRA).

Di seguito è riportata la carta Geomorfologica e Idraulica del Progetto Preliminare 4° Variante Strutturale del PRGC di Albiano d'Ivrea., dove l'area oggetto di studio è indicata come area inondabile e dagli studi idraulici di compatibilità idraulica e idrogeologica della 3° Variante del PRGC è indicata come area esondabile già per la piena con tempo di ritorno di 20 anni.

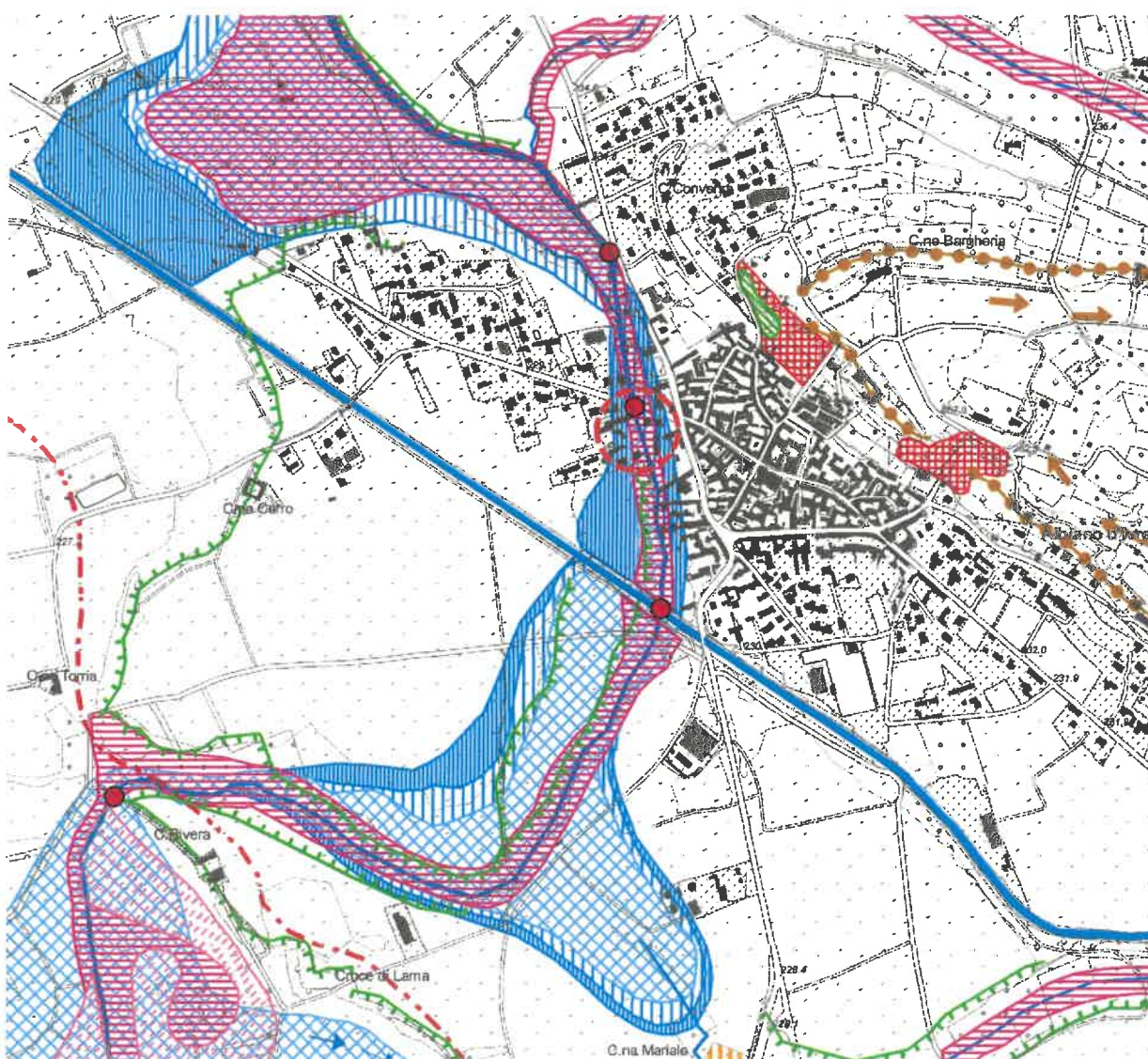




Figura 5 – Tavola 02a - Carta Geomorfologica e Idraulica –Progetto Preliminare della Variante Strutturale n.4 di adeguamento del PRGC d’Albiano d’Ivrea al PAI

4. VERIFICHE IDRAULICHE

Lo studio ha lo scopo principale di verificare le caratteristiche idrauliche della sezione di deflusso in corrispondenza del tratto in studio. Sulla base delle geometrie fornite, è stato allestito un modello numerico per il corso d’acqua, secondo l’approccio idraulico delle correnti in moto permanente in alveo a sezione gradualmente variabile. La procedura di calcolo utilizzata è basata sulla risoluzione dell’equazione monodimensionale di bilancio energetico ed è nota in letteratura come Standard Step Method. Il codice di calcolo con cui è stato allestito il modello è HEC-RAS, derivato dal noto codice HEC-2 sviluppato negli Stati Uniti dal U.S. Army Corps of Engineers. L’analisi idraulica è stata eseguita con la portata a piene rive al fine di accertare gli effetti ai fini idraulici delle opere in progetto.

4.1 METODOLOGIA DI ANALISI E DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

L’analisi, condotta mediante un modello di calcolo numerico consente la caratterizzazione idrodinamica della corrente in condizioni di piena, rappresentata dai livelli idrici e dalle velocità di deflusso all’interno dell’alveo inciso e delle aree golenali. Risulta possibile, inoltre, analizzare il profilo del pelo libero e come questo interagisca con le infrastrutture.

4.1.1 Metodologia di calcolo per la verifica in moto permanente

A seconda della modalità con cui si propaga l’onda di piena, delle reali esigenze di precisione dei risultati e della disponibilità di dati, si possono seguire diversi approcci per la rappresentazione del fenomeno.

La maggior parte dei modelli di propagazione si basano direttamente sulle equazioni differenziali che descrivono il moto vario di una corrente a pelo libero, dipendente sia dallo spazio sia dal tempo (equazioni di De Saint Venant).

Spesso, però, risulta lecito trascurare in tali equazioni alcuni termini per pervenire a modelli semplificati, in moto permanente, che tuttavia sono in grado di riprodurre il fenomeno in modo soddisfacente per gli scopi pratici.

Per eseguire la verifica idraulica è stato utilizzato il modello di calcolo HEC – RAS (River Analysis System), elaborato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers nella versione 6.3.

Il software consente di effettuare i calcoli in moto permanente monodimensionale per una rete di canali (artificiali o naturali), ipotizzata una portata costante nel tempo e lungo il tratto d'alveo considerato.

In particolare, risulta utile per il calcolo dei profili in moto permanente in regime di corrente lenta, veloce o mista.

La sua affidabilità è riconosciuta a livello internazionale ed è applicato in tutto il mondo.

Il modello, oltre a fornire i profili dei corsi d'acqua per portate con diversi tempi di ritorno, consente di valutare gli effetti indotti sulla corrente da ostacoli ed infrastrutture presenti in alveo (ad esempio, ponti, traverse, restringimenti...).

La procedura si basa sulla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia, nota come Standard Step Method.

Le perdite valutate sono quelle di attrito e quelle generate dalla contrazione – espansione della sezione. Imposte le condizioni al contorno (di valle o di monte, a seconda del regime presente nel corso d'acqua) e la portata rispetto cui si vuole effettuare la verifica, il modello di calcolo determina l'andamento del profilo del pelo libero nel canale.

4.1.2 Procedura di calcolo

Nello studio di una corrente gradualmente varia in alvei non prismatici, quali quelli naturali, la limitazione maggiore deriva dall'avere a disposizione informazioni relative solo ad un numero piuttosto contenuto di sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, per questi alvei non sono applicabili le usuali procedure di calcolo che prevedono la definizione della scala di deflusso o di altri parametri ipotizzati invarianti lungo lo sviluppo longitudinale dell'alveo. Ne consegue che per determinare l'andamento del profilo del pelo libero lungo un tratto d'alveo è necessario procedere per tentativi e successive approssimazioni, assegnate le adeguate condizioni al contorno (di valle o di monte) in ragione del tipo di regime caratterizzante la corrente. Per determinare l'altezza della corrente in ogni sezione, la procedura iterativa utilizza le seguenti relazioni:

$$Z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2 \cdot g} + h_e + h_f$$

$$h_e = L \cdot i_f$$

$$h_f = C \cdot \left| \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g} - \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2 \cdot g} \right|$$

dove:

Z_1 e Z_2 rappresentano le quote assolute della superficie libera agli estremi del tratto;

V_1 e V_2 la velocità media nella sezione, riferita agli estremi del tratto;

g è l'accelerazione di gravità;

h_e sono le perdite distribuite di energia e h_f le perdite di energia concentrate;

L è la lunghezza del tratto considerato; i_f la pendenza di fondo nel tratto;

C il coefficiente di perdita per espansioni e/o contrazioni localizzate;

α_1 e α_2 sono i coefficienti di Coriolis, funzione della distribuzione di velocità.

Il modello di calcolo numerico, imposta la portata defluente in alveo e le condizioni al contorno, applica il sistema sopra esposto a due sezioni adiacenti (partendo da monte o da valle, a seconda del regime di corrente ipotizzato) e lo risolve iterativamente, per determinare l'altezza del pelo libero in ciascuna di esse. Il processo di calcolo, quindi, prosegue analogamente per coppie di sezioni successive, fino a interessare tutte le sezioni utilizzate per definire la geometria. In questo modo, risulta possibile determinare il profilo del pelo libero per il tratto d'alveo considerato.

Il codice di calcolo consente la suddivisione della corrente in rami paralleli, in modo da poter simulare il deflusso, oltre che nell'alveo, anche nelle aree golenali laterali, che possono essere caratterizzate con diversi indici di scabrezza.

Nei calcoli possono, inoltre, essere considerati gli effetti dovuti alla presenza di infrastrutture "puntuali", quali i ponti, i sottopassi ed i manufatti a paratoie. Il modello, in questo caso, valuta la perdita d'energia, dovuta alla presenza delle infrastrutture, suddividendola in tre parti: la perdita per espansione del flusso, che si registra nel tratto immediatamente a valle; la perdita per contrazione del flusso, a monte della struttura; e quella (determinata con diversi possibili approcci) che si verifica in corrispondenza dell'infrastruttura stessa.

4.1.3 Parametri di sensitività

Per sviluppare un modello numerico che abbia un sufficiente grado di accuratezza, sensitività e stabilità di calcolo, occorre nella maggioranza dei casi cercare il migliore compromesso tra i diversi parametri che rientrano nella simulazione, sempre tenendo presente quali sono i limiti delle equazioni utilizzate per simulare il moto.

Dando per scontato che la geometria del corso d'acqua e delle strutture interferenti, che i coefficienti di scabrezza, nonché le condizioni al contorno utilizzate per implementare il modello siano tutti parametri corretti, al termine del calcolo è opportuno sempre effettuare un'analisi di sensitività al fine di determinare qual è l'incertezza del calcolo effettuato, essendo la stessa insita nell'utilizzo sia degli schemi matematici che riproducono fenomeni naturali, sia della valutazione dei parametri fisici. L'analisi di sensitività numerica è stata effettuata utilizzando diversi metodi di calcolo del profilo idraulico, mentre l'analisi di sensitività relativa ai parametri fisici è stata svolta variando:

- il coefficiente di scabrezza;
- la spaziatura delle sezioni trasversali;

è emerso che nessuno di essi ha una sostanziale influenza nei calcoli effettuati, purché la sua variazione sia contenuta in un ordine accettabile. La spaziatura delle sezioni (intesa sia come distanza tra due sezioni successive che come ampiezza trasversale della singola sezione) risulta adeguata alla descrizione del fenomeno di piena; In definitiva, il modello numerico implementato costituisce un'adeguata schematizzazione del deflusso di piena e i risultati ottenuti possono essere ritenuti affidabili, in relazione alla schematizzazione matematica adottata.

4.1.4 Resistenza al moto e condizioni al contorno

La definizione delle condizioni di resistenza al moto in alveo ed in golena avviene introducendo dei coefficienti di scabrezza, caratterizzati da adeguati valori del parametro n di Manning, espresso in $s/m^{1/3}$.

In generale, tale coefficiente dipende dalla granulometria del materiale presente in alveo, dalla regolarità delle sezioni, dall'andamento planimetrico del corso d'acqua, dalle caratteristiche idrauliche delle sponde e dalla possibilità che il materiale di fondo subisca fenomeni di trasporto.

Esistono alcune formulazioni che consentono di determinare il coefficiente di scabrezza note le caratteristiche medie del materiale presente in alveo, facendo ricorso a espressioni logaritmiche derivate dalla teoria della turbolenza.

Nel caso in esame, il parametro di scabrezza per le simulazioni di portata liquida, facendo riferimento al noto metodo di calcolo proposto dall' "Open Channel Hydraulics", Ven te Chow, McGraw Hill International Editions, è stato assunto con i seguenti valori estremi, si rimanda all'allegato per le scabrezze specifiche adottate:

fondo alveo	0.017
muri di sponda	0.017
muro di sponda in progetto	0.013

Le simulazioni idrauliche sono state condotte in regime di corrente "mista", imponendo come condizioni al contorno la pendenza del fondo a monte e a valle (normal depth).

4.2 SIMULAZIONE PER LA VERIFICA

La simulazione ha esaminato il comportamento considerando la portata a piene rive, simulando il comportamento del torrente per il tratto più prossimo all'opera in studio, per una lunghezza complessiva del tratto indagato di 70 metri circa.



Figura 6 – Rappresentazione del tratto in studio

4.2.1 Modellazione Stato di Fatto

La portata a piene rive, del tratto esistente è pari a 27.50 m³/s.

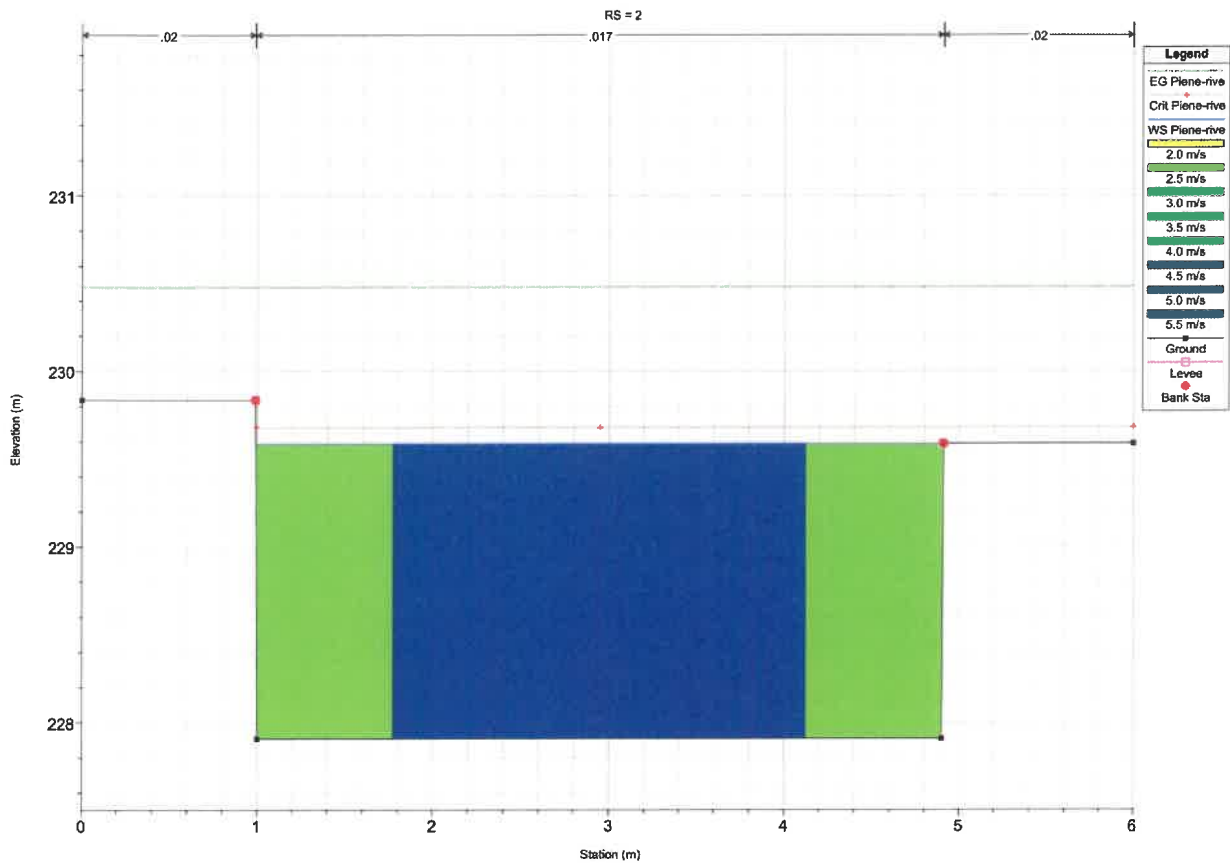


Figura 7 – Sezione del manufatto – stato di fatto

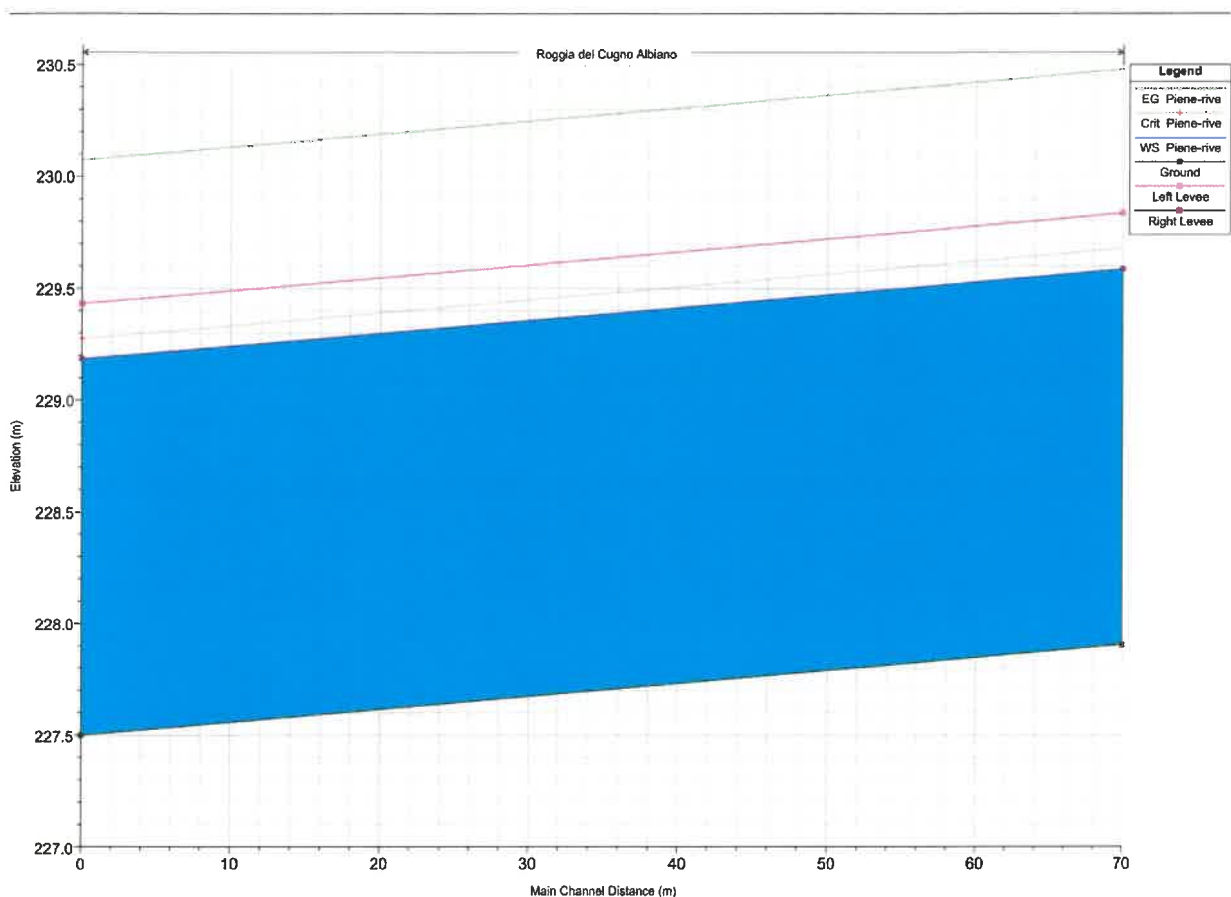


Figura 8 – Profilo stato di fatto del tratto in studio

Tabella 1 – Risultati numerici stato di fatto

HEC-RAS Plan: 13_attuale River: Roggia del Cugno Reach: Albiano Profile: Piene-rive

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl	Hydr Depth (m)
Albiano	2	Piene-rive	27.50	227.91	229.58	229.68	230.48	0.005802	4.19	6.56	3.92	1.03	1.67
Albiano	1	Piene-rive	27.50	227.50	229.18	229.27	230.07	0.005786	4.19	6.57	3.92	1.03	1.68

4.2.2 Modellazione Stato di Progetto

La verifica in fase di progetto non differisce in termini di geometria ma esclusivamente per il valore di scabrezza della nuova opera di sponda. Il cambiamento di scabrezza determina un abbassamento del tirante di circa 6 cm.

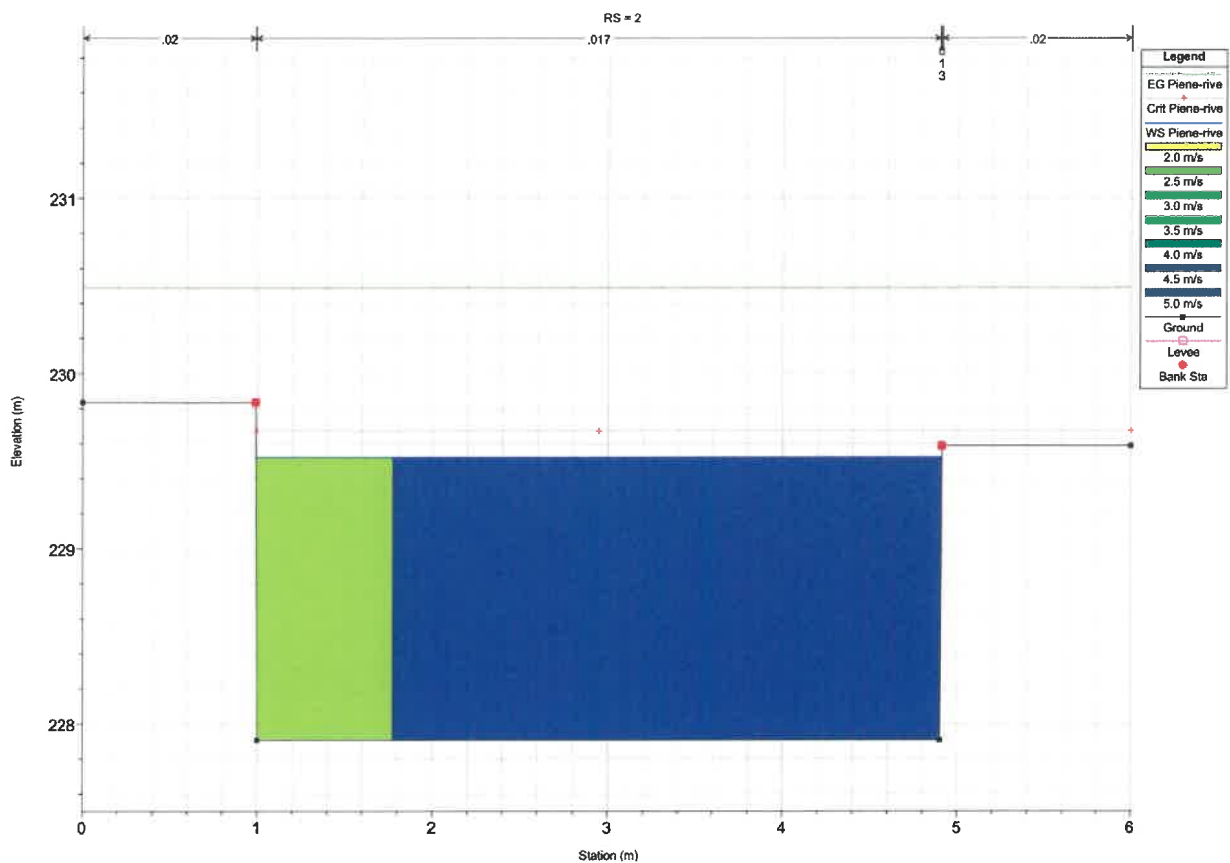


Figura 9 – Sezione del manufatto – stato di progetto

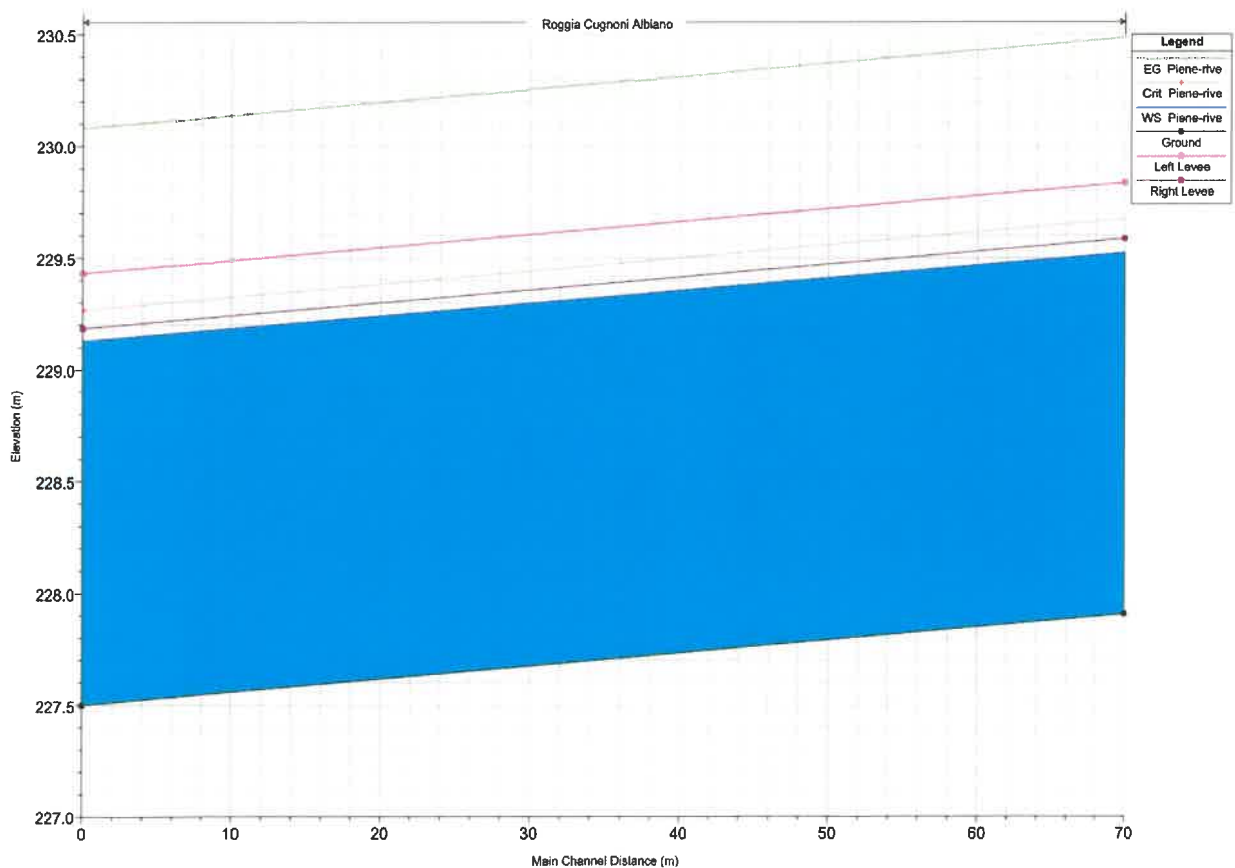


Figura 10 – Profilo stato di progetto del tratto in studio

Tabella 2 – Risultati numerici stato di progetto

HEC-RAS Plan: 14_progetto River: Roggia Cugnoli Reach: Albiano Profile: Piene-rive

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl	Hydr Depth
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)		(m)
Albiano	2	Piene-rive	27.50	227.91	229.52	229.67	230.49	0.005808	4.35	6.32	3.92	1.10	1.61
Albiano	1	Piene-rive	27.50	227.50	229.13	229.27	230.08	0.005693	4.32	6.36	3.92	1.08	1.62

5. CONCLUSIONI

L'intervento in progetto non altera il comportamento idraulico complessivo, la modellazione non prede in considerazione la presenza d attraversamento a valle, che determina rigurgito per il tratto studiato, in quanto ne è prevista la rimozione nel breve termine.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Geoportale Regione Piemonte, DTM, CTR, Uso del suolo.

PRGC Comune d'Albiano d'Ivrea, Progetto Preliminare 4° Variante Strutturale al P.R.G.C.

Arpa Piemonte, Annali idrologici.

Google Earth.