

REGIONE PIEMONTE  
PROVINCIA DI VERBANIA  
**COMUNE DI STRESA**

Progetto Esecutivo

RIPRISTINO E MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO A SEGUITO  
DI DANNI DERIVANTI DA ECCEZIONALI EVENTI  
METERELOGICI DEL RIO BERTA

RELAZIONE IDRAULICA

Data: Agosto 2019

Aggiornamenti:

Elaborato: RID

COMMITTENTE:

**Comune di Stresa**

Via Giacomo Matteotti, 6  
STRESA (VB)

PROGETTISTI:

**Dott. Ing. Andrea Isoli**

Corso Cobianchi n° 33 - 28921 Verbania (VB)  
Tel./Fax 0323.515969 - e-mail: andiso70@yahoo.it  
P.IVA 01712350030  
Albo degli Ingegneri Provincia del V.C.O. n.212

  
**Dott. Ing. ANDREA ISOLI**  
ALBO INGEGNERI PROV. VCO  
N° 212

**Dott. Geol. Massimiliano Coretta**

Corso Cobianchi n° 33 - 28921 Verbania (VB)  
Tel./Fax 0323.515969 - e-mail: maxcoretta@tiscali.it  
P.IVA 01949270035  
Albo dei Geologi della Regione Piemonte n.599

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	1
<b>1.1. GENERALITA' SUL DISSESTO DEL 2014</b> .....	1
<b>1.2. FINANZIAMENTO LEGGE R./18</b> .....	1
<b>1.3. NORMATIVA VIGENTE</b> .....	2
<b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE DELL'AREA OGGETTO DEGLI INTERVENTI - OCCUPAZIONI TEMPORANEE SUOLI PRIVATI E UTILIZZO DEGLI STESSI PER PASSAGGIO MEZZI MANUTENTIVI.</b> .....	2
<b>2.1. LOCALIZZAZIONE INTERVENTI</b> .....	2
<b>2.2. INDIVIDUAZIONE CATASTALE E OCCUPAZIONI TEMPORANEE</b> .....	3
<b>2.3. BACINO DI DEPOSIZIONE A MONTE VIA RONCHETTO</b> .....	4
<b>2.4. CONSIDERAZIONI INERENTI AREE INEDIFICABILI AI SENSI DEL RD 523/1904</b> .....	5
<b>3. OPERE ESISTENTI</b> .....	6
<b>4. VALUTAZIONE DI PERICOLOSITA' E DI RISCHIO RELATIVE ALLE PROBLEMATICHE DISSESTIVE RILEVATE</b> .....	6
<b>5. DESCRIZIONE SINTETICA DEI DISSESTI E DELLE SITUAZIONI PIÙ GRAVI RILEVATE E NECESSITANTI INTERVENTI</b> .....	7
<b>5.1. DISSESTI PARTE ALTA – TAV.3C – TRATTO 3</b> .....	7
5.1.1. SEZ.19-22 - TRATTO A MONTE DI VIA RONCHETTO.....	7
5.1.2. SEZ.19-18 - SEGMENTO A FIANCO DI VIA RONCHETTO .....	7
<b>5.2. DISSESTI PARTE MEDIANA – TAV.3B – TRATTO 2</b> .....	8
5.2.2. SEZ.11-15 – SEGMENTO DA ATTRAVERSAMENTO PEDONALE A VIA PER VEDASCO .....	8
<b>5.3. DISSESTI PARTE BASSA – TAV.3A – TRATTO 1</b> .....	8
5.3.1. SEZ.1-6 – TRATTO A VALLE DI VIA PER BINDA, A FIANCO DI VIA MANZONI....	8
<b>6. FINALITA' E OBIETTIVI DEL PROGETTO</b> .....	9
<b>7. PORTATE DI PROGETTO</b> .....	10
<b>8. ANALISI IDROGEOLOGICA</b> .....	11
<b>8.1. PARAMETRI MORFOMETRICI E IDROGEOLOGICI</b> .....	11
<b>8.2. ANALISI IDROLOGICA</b> .....	11
<b>8.3. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO</b> .....	12
<b>9. ASSETTO GEOMETRICO DELL'ALVEO</b> .....	13
<b>9.1. PROFILO E SEZIONI ATTUALI - CONDIZIONI DELLE DIFESE ESISTENTI</b> .....	13
<b>9.2. CARATTERISTICHE DELL'ALVEO</b> .....	13
<b>10. IDRAULICA</b> .....	14
<b>10.1. CRITERI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b> .....	14

<b>10.2. MODALITÀ DI DEFLUSSO IN PIENA</b> .....	14
10.2.1. <i>METODO DI CALCOLO</i> .....	14
10.2.2. <i>CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO</i> .....	15
10.2.3. <i>IPOSTESI E PARAMETRI ADOTTATI NELLE VERIFICHE IDRAULICHE</i> .....	15
10.2.4. <i>SCABREZZA</i> .....	16
10.2.5. <i>ANALISI DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO ATTUALI</i> .....	17
<b>10.3. NECESSITÀ EVIDENZIATE DALLO STUDIO IDRAULICO</b> .....	23
<b>10.4. ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI</b> .....	23
10.4.1. <i>CASO I: STATO DI FATTO – OPERE E ALVEO ALLO STATO ATTUALE – CRITICITA'</i> .....	24
10.4.2. <i>CASO II: PROGETTO - OPERE ESEGUITE</i> .....	24
<b>11. INTERVENTI PREVISTI</b> .....	25
<b>11.1. INTERVENTI PARTE ALTA – TAV.4C – TRATTO 3</b> .....	25
11.1.1. <i>SEZ.19-21 - TRATTO A MONTE DI VIA RONCHETTO</i> .....	25
11.1.2. <i>SEZ.19-18 - SEGMENTO A FIANCO DI VIA RONCHETTO</i> .....	26
<b>11.2. INTERVENTI PARTE MEDIANA – TAV.4B – TRATTO 2</b> .....	27
11.2.1. <i>SEZ.7-10 - TRATTO DA MONTE VIA PER BINDA FINO ATTRAVERSAMENTO PEDONALE</i> .....	27
11.2.2. <i>SEZ.11-15 – SEGMENTO DA ATTRAVERSAMENTO PEDONALE A VIA PER VEDASCO</i> .....	28
<b>11.3. INTERVENTI PARTE BASSA – TAV.4A – TRATTO 1</b> .....	29
11.3.1. <i>SEZ.1-6 – TRATTO A VALLE DI VIA PER BINDA, A FIANCO DI VIA MANZONI</i> .....	29
<b>12. FRANCO DI PIENA SECONDO LE PRESCRIZIONI</b> .....	30
<b>13. VERIFICHE ULTERIORI: EROSIONE E SIFONAMENTO</b> .....	30
<b>14. CONCLUSIONI</b> .....	31

## **1. PREMESSA**

La presente relazione idraulica è stata redatta dal sottoscritto Dr. Ing. Andrea Isoli, su incarico del Comune di Stresa, con lo scopo di effettuare interventi di Sistemazione idrogeologica con annesse opere sul Rio Berta, sul quale in passato si sono manifestati dissesti con annessi episodi di tracimazioni diffuse coinvolgendo anche le limitrofe aree antropizzate.

### **1.1. GENERALITA' SUL DISSESTO DEL 2014**

Durante l'evento a suo tempo occorso (novembre 2014) si assistette alla parziale mobilitazione di materiale detritico lungo il Rio Berta, in particolare a seguito ostruzioni riguardanti cunicoli esistenti, come quelli a monte della SC Binda-Brisino e a monte della Via per Vedasco.

Lungo il torrente, in sponda destra, ci fu un'attivazione del dissesto, con conseguente fuoriuscita di materiale in alveo.

Nell'ambito della evoluzione del dissesto, si ebbe poi il trasferimento dei depositi lungo il canale principale fino all'area abitata di valle, con danni ulteriori.

### **1.2. FINANZIAMENTO LEGGE R./18**

L'importo stimato in partenza per la sistemazione dell'asta in parola, nel tratto a monte dell'abitato di Stresa, ammontava a circa 200.000 € di lavori. In seguito all'emissione di bando pubblico, il sottoscritto viene incaricato tramite Det.Dir. 120 del 02.12.2018 di eseguire la progettazione a livello definitivo, esecutivo, DL, coordinamento della sicurezza, a seguito, nel novembre scorso, di approvazione da parte della Regione Piemonte di un ulteriore piano di finanziamenti che - tra gli altri - contemplava anche l'importo dei 290.000,00 € necessario per potere progettare e realizzare le opere citate.

### **1.3. AUTORIZZAZIONE IDRAULICA RECEPITA A SEGUITO C.D.S.**

Con la predisposizione a presentazione del progetto definitivo venivano recepite tutte le autorizzazioni attraverso la C.d.S. del 24.07.2019.

In particolare, da parte della Regione Piemonte – OO.PP. Difesa Suolo – Novara. perveniva la Det. Aut. IDRAULICA N.2654 del 30.07.2019 in cui si evidenziava che l'approvazione era in essa inserita con prescrizioni. Tali prescrizioni sono state recepite nel presente progetto, ed in particolare inserite negli elaborati grafici.

## 1.4. NORMATIVA VIGENTE

Lo studio è stato eseguito tenendo conto delle seguenti normative:

- D.M. 4 Maggio 1990 – “*Norme Tecniche per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo dei ponti stradali*”;
- Direttiva dell’Autorità di Bacino del Po, allegata alla Deliberazione n.2/99 dell’11 Maggio 1999 – “*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B*”;
- D.M. 11 Marzo 1988 “*Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*”;
- N.T.C. 2018 – “*Norme Tecniche delle Costruzioni*”;
- D.lgs. n.50 del 18/04/2016 – “*Codice dei contratti pubblici*”.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE DELL'AREA OGGETTO DEGLI INTERVENTI - OCCUPAZIONI TEMPORANEE SUOLI PRIVATI E UTILIZZO DEGLI STESSI PER PASSAGGIO MEZZI MANUTENTIVI.

### 2.1. LOCALIZZAZIONE INTERVENTI

Le aree in studio sono ubicate in Comune di Stresa (VB) e risultano meglio evidenziate nell’estratto del rilievo e dell’inquadramento dello stato di fatto (Tav.2); tra le quote minima e massima pari a 286 m s.l.m. e 353 m s.l.m.

Sostanzialmente, al fine di potere meglio rappresentare e individuare gli interventi in progetto, si è suddiviso il tracciato in tre tratti continui a partire da valle caratterizzati da problematiche e proposte progettuali similari.

Specificatamente, sono state definite per semplicità le seguenti corrispondenze tra i segmenti analizzati e le diciture utilizzate:

Tratto 1 = A

Tratto 2 = B

Tratto 3 = C

Gli interventi oggetto del finanziamento e del presente progetto sono così individuati e localizzati:

Tratto 1 (Tavv. 3/4-4A-5A)

- Sez.1-6 Tratto basso compreso nell'intorno della proprietà Rosmini, lungo la fascia spondale e in alveo, a lato di Via Manzoni;

Tratto 2 (Tavv. 3/4-4B-5B)

- Sez. 7-15 Tratto a lato di sentierino di collegamento tra la Via per Binda e la Via per Vedasco.

Tratto 3 (Tavv. 3/4-4C-5C)

- Sez. 18-22 Si tratto del segmento a monte della Via Ronchetto (che si diparte dalla via per Vedasco) contraddistinto dall'uscita da una porzione all'interno del bosco.

## 2.2. INDIVIDUAZIONE CATASTALE E OCCUPAZIONI TEMPORANEE

**Gli interventi, principalmente, sono ubicati** sul confine tra terreni privati e il rio medesimo e, tranne che in alcuni casi particolari, **sempre su aree demaniali**, poiché si opera SEMPRE all'interno del canale già regimato, o su aree comunque acquisite da parte del torrente in forza di sue stesse modifiche o comunque da acquisire ufficialmente come evidenziato nelle tavole allegato. Si rimanda a tale scopo alla Tav.7 – Piano Particellare Esproprio, con estratto planimetrico con i terreni privati catastalmente riconducibili oggi insistenti in alveo.

Essa fornisce una migliore comprensione di visualizzazione poiché riporta l'individuazione mediante sovrapposizione catasto/demanio/torrente delle occupazioni necessarie all'esecuzione delle opere.

### 2.3. BACINO DI DEPOSIZIONE A MONTE VIA RONCHETTO

A livello di inquadramento geografico localizzativo, va evidenziato che l'area compresa tra la futura opera trasversale (Briglia, vd. seguito) e la zona di monte non potrà essere facilmente raggiungibile per effettuare le future manutenzioni comportanti lo svuotamento della vasca, se non attraverso un percorso obbligato.

Tale accesso comporta necessariamente lo sviluppo di una pista da posizionarsi su terreni privati, così come la briglia medesima.

Ciò risulta non solo adeguato alle necessità, ma anche funzionale sia dal punto di vista realizzativo, sia manutentivo futuro, poiché consentirà agevolmente l'accesso ai mezzi in futuro preposti ad eseguire le regolari manutenzioni della vasca atta a contenere materiale solido mobilizzato dall'alveo montano.

#### Superfici private oggetto di occupazione.

PARTITA	INTESTAZIONE	FOGLIO	MAPPALI		QUALITA'	CLASSE	SUPERFICIE			REDDITO		LOCALITA'	SUPERFICIE OCCUPATA
			P	S			M	A	C	DOMINICALE	AGRARIO		
7459	EMPRIN GILARDINI MARIO	21	243		BOSCO CEDUO	2			22	0,01	0	STRESA	15,97
1697	PROVINCIA ITALIANA DI SAN MAURIZIO CON SED IN ROMA DELL ISTITUTO DELLA CARITA ROSMINIAN	21	104		BOSCO CEDUO	1			64	0,04	0,02	STRESA	35,5
963	PROVINCIA ITALIANA DI SAN MAURIZIO CON SED IN ROMA DELL ISTITUTO DELLA CARITA ROSMINIAN	21	141		BOSCO CEDUO	1			95	0,06	0,02	STRESA	66,28
734	DE MARTINI ALBERTO DE MARTINI ALDA MARIA VITTORIA DE MARTINI CONCETTA ANGELA DE MARTINI GABRIELLA DE MARTINI GIOVANNI DE MARTINI GRAZIELLA DE MARTINI ITALO DE MARTINI LUCILLA DE MARTINI MAURA LOSI MARIA PASTORE COSTA FRANCESCA	21	145		BOSCO CEDUO	1		1	50	0,09	0,04	STRESA	23,47
734	DE MARTINI ALBERTO DE MARTINI ALDA MARIA VITTORIA DE MARTINI CONCETTA ANGELA DE MARTINI GABRIELLA DE MARTINI GIOVANNI DE MARTINI GRAZIELLA DE MARTINI ITALO DE MARTINI LUCILLA DE MARTINI MAURA LOSI MARIA PASTORE COSTA FRANCESCA	21	144		PRATO ARBOR	3		8	90	2,53	2,53	STRESA	11,42
645	FRITZ HANS-PETER	21	146		BOSCO CEDUO	1		2	50	0,15	0,06	STRESA	48,46
6105	FRITZ HANS-PETER	21	147		PRATO ARBOR	2		8	90	3,91	3,45	STRESA	0,25
Area di enti urbani e promiscui	ENTE URBANO	21	282		ENTE URBANO			23				STRESA	72,82
2836	CICCIONE GIUSEPPE CICCIONE PAOLO TIXI MARIA	21	191		PRATO ARBOR	3		23	70	6,73	6,73	STRESA	43,78

## 2.4. CONSIDERAZIONI INERENTI AREE INEDIFICABILI AI SENSI DEL RD 523/1904

Il regio decreto 523 del 25 luglio 1904, Testo Unico delle disposizioni regie intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie esprime chiaramente l'impossibilità di eseguire alcun tipo di intervento che non sia volto alla messa in sicurezza idraulica nei confronti dell'area posta a tergo della sponda. Ciò evidentemente esclude qualunque opera fissa che impedisca il regolare deflusso delle portate di piena. A maggior ragione pertanto sono da ritenersi non autorizzabili tutti quegli interventi che non siano contemplati dalla norma richiamata come eseguibili.

***Il divieto di costruzione ad una certa distanza dagli argini dei corsi d'acqua demaniali, imposto dall'art. 96 lett. f), R.D. 25 luglio 1904 n. 523, ha carattere assoluto ed inderogabile.***

*Il cosiddetto vincolo fluviale impone inedificabilità all'interno di esso e quindi assume carattere di vincolo assoluto. La norma è assai datata e aveva il preciso scopo di tutelare i corsi d'acqua, argini ed elementi ripariali, e fu introdotta dall'art. 96 lett. f del Regio Decreto 523/1904.*

***L'articolo 96 dispone il divieto assoluto sulle acque pubbliche, loro alvei, sponde e difese di molte tipologie di opere. Focalizzando il punto f) si legge della distanza «stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località» e in mancanza di queste, non «minore di metri quattro per le piantagioni e movimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi».***

*La norma [anche in base a quanto confermato dalla Cass. Civ. SS.UU. n. 17784 del 30 luglio 2009] aveva due principali scopi: tutelare la ragione pubblicistica dello sfruttamento delle acque demaniali; mantenere libero il deflusso delle acque scorrenti di fiumi, torrenti canali e scolatoi pubblici; Questa disposizione assume carattere legale e inderogabile, e quindi la prima conseguenza è che le opere costruite in violazione di questo divieto ricadono nella casistica dell'art. 33 della L. 47/85, e pertanto non sono ammesse ad ottenere la sanatoria [1].*

Detto ciò, risulta chiaro che non possono essere contemplate opere e interventi non pubblici di alcuna natura, in particolare se questi impediscono il regolare transito delle portate e dei deflussi, ovvero, il passaggio di mezzi atti alla manutenzione o altri che siano stati autorizzati.

Le opere previste dunque consentiranno, mediante quanto descritto negli allegati di progetto, di accedere all'alveo e, ove necessario (tratto 1) all'area preposta alla sedimentazione dei depositi montani, mentre al contempo difenderanno e proteggeranno la sponda arretrata in occasione di eventi meteorici e significativi.

I mappali interessati dall'occupazione durante i lavori ancorchè definitivi, sono riportati nell'elaborato (Piano Particolare Espropri) dove verranno chiariti gli estremi e le condizioni per la quantificazione delle superfici e dei redditi e identificati proprietari.

### **3. OPERE ESISTENTI**

Lungo il tratto di torrente oggetto di studio, i manufatti esistenti possono essere suddivisi in:

1. Opere di difesa longitudinale;
2. opere di protezione trasversale;
3. tratti incanalati e coperti.

Il loro stato di conservazione complessivamente necessita di importanti interventi di manutenzione e di ripristino.

A tale proposito, occorre sottolineare che, in linea generale l'alveo è piuttosto ostruito da vegetazione e depositi e non sempre è idoneo al corretto transito dei deflussi, mentre risultano ammalorate ed erose le opere longitudinali in alcuni tratti, corrispondenti a quelli individuati.

### **4. VALUTAZIONE DI PERICOLOSITA' E DI RISCHIO RELATIVE ALLE PROBLEMATICHE DISSESTIVE RILEVATE**

È piuttosto evidente come l'area in esame sia soggetta ad erosioni, in funzione delle velocità mediamente elevate ed in concomitanza di piene derivanti da precipitazioni intense e/o particolarmente prolungate.

La potenziale predisposizione a fenomeni erosivi derivanti dalle velocità elevate riguarda sia il fondo alveo sia il piede delle fasce spondali, che, come detto, necessitano di evidenti manutenzioni delle opere.

In termini di rischio, durante un evento dissestivo, essendo l'area antropizzata, ci potrebbero essere coinvolgimenti delle abitazioni limitrofe, e questo fenomeno potrebbe essere amplificato da trasporto solido nella porzione di monte.

## 5. DESCRIZIONE SINTETICA DEI DISSESTI E DELLE SITUAZIONI PIÙ GRAVI RILEVATE E NECESSITANTI INTERVENTI

Di seguito vengono sinteticamente descritte le problematiche delle opere di difesa rilevate in relazione ai fenomeni di dissesto più evidenti nei vari tratti analizzati e progetto di intervento (vd. anche Tavv. 4A, 4B e 4C).

Si ricorda per semplicità la corrispondenza tra i segmenti analizzati e le diciture utilizzate:

Tratto 1 = A

Tratto 2 = B

Tratto 3 = C

**Nota:** sia negli elaborati grafici che nelle elaborazioni effettuate, le sezioni sia nelle condizioni attuali che nelle condizioni di progetto sono state rappresentate con vista da monte verso valle.

### 5.1. DISSESTI PARTE ALTA – TAV.3C – TRATTO 3

#### 5.1.1. SEZ.19-22 - TRATTO A MONTE DI VIA RONCHETTO

L'area potrebbe costituire un bacino di deposizione naturale del materiale mobilizzabile, ma ora risulta piuttosto vegetata e colma e necessiterebbe di uno svuotamento e una manutenzione generale. Più a valle il rio risulta parzialmente intubato.

Si riscontrano in tale tratto le seguenti problematiche:

1. necessità di asportare materiali;
2. fondo alveo da sistemare e allargare in destra;
3. sezioni di deflusso da riassetare;
4. difesa in destra da realizzare.

#### 5.1.2. SEZ.19-18 - SEGMENTO A FIANCO DI VIA RONCHETTO

Si riscontrano in tale tratto le seguenti problematiche:

5. necessità di asportare detriti;
6. fondo alveo da sistemare;
7. sezioni di deflusso da riassetare;
8. difesa in sinistra da integrare.

Il successivo intubamento del rio transita nel tratto a valle della strada Via per Vedasco, e non pare avere mai dato problemi.

## **5.2. DISSESTI PARTE MEDIANA – TAV.3B – TRATTO 2**

Si evidenzia, nel caso, che l'area di passaggio a valle risulta costretta al di sotto di un edificio esistente, prima di uscire a cielo aperto a valle di via per Binda.

Si sono in tal caso evidenziate due situazioni, anche se poco differenti: sopra e sotto il passaggio pedonale che consente di attraversare il rio.

### **5.2.1. SEZ.7-10 - TRATTO DA MONTE VIA PER BINDA FINO ATTRAVERSAMENTO PEDONALE**

Per quanto le difese longitudinali siano parzialmente integre, si rileva in tale tratto, posto più a monte:

1. necessità di asportare materiale in alveo ostruente il regolare deflusso;
2. fondo alveo da sistemare e fissare nei piani di deflusso;
3. base dell'elevazione in destra idrografica da integrare nella connessione tra la fondazione in alveo per le evidenti erosioni;
4. necessità di difendere la sponda sinistra;
5. Necessità di impedire ostruzioni sotto l'edificio esistente.

### **5.2.2. SEZ.11-15 – SEGMENTO DA ATTRAVERSAMENTO PEDONALE A VIA PER VEDASCO**

Per quanto le difese longitudinali siano anche qua parzialmente integre, si rileva in tale tratto:

1. necessità di asportare materiale in alveo ostruente il regolare deflusso;
2. fondo alveo da sistemare e fissare nei piani di deflusso;
3. base dell'elevazione in sinistra da integrare nella connessione la fondazione in alveo per le evidenti erosioni;
4. necessità di difendere la sponda destra.

## **5.3. DISSESTI PARTE BASSA – TAV.3A – TRATTO 1**

### **5.3.1. SEZ.1-6 – TRATTO A VALLE DI VIA PER BINDA, A FIANCO DI VIA MANZONI**

Lungo tale tratto si riscontrano le seguenti esigenze:

1. necessità di asportare materiale in alveo e in particolare di effettuare pulizia dalla vegetazione infestante soprattutto in sinistra;
2. opere di contenimento laterale da impostare completamente, a causa delle cattive condizioni rilevate dalle sponde, che lasciano ritenere opportuno un loro inserimento.

## 6. FINALITA' E OBIETTIVI DEL PROGETTO

Il progetto è stato predisposto con le seguenti finalità:

- a) Dal punto di vista geologico e geomorfologico (vd. Relazione Geologica allegata), la definizione delle condizioni di stabilità dell'alveo, delle sponde e delle opere di difesa rilevate lungo l'area in esame, sia nelle condizioni naturali che in quelle modificate dalle opere, in relazione alle portate di piena del corso d'acqua.
- b) Dal punto di vista idrologico (vd. Relazione Geologica) e idraulico, la definizione degli afflussi del bacino imbrifero, delle portate di massima piena, del profilo della corrente, delle velocità della stessa, degli eventuali fenomeni di rigurgito in relazione alla presenza di ostacoli naturali ed artificiali.
- c) Dal punto di vista degli interventi proposti (descritti più approfonditamente nel seguito, la manutenzione e il miglioramento delle condizioni delle opere esistenti e il consolidamento delle sponde, oltre al loro completo rifacimento, laddove previsto e dei parametri idraulici del tratto in studio e la minimizzazione dei rischi di erosioni in alveo.

Gli interventi e le opere previste in progetto si propongono sostanzialmente di raggiungere gli obiettivi seguenti:

- 1) principalmente contenere l'energia e la capacità erosiva attraverso opere di manutenzione ritenute assolutamente necessarie, in grado di consentire ai deflussi di piena di percorrere l'asta con velocità importanti, ma caratterizzate da altezze di profilo permanente relativamente contenute, controllandone il passaggio nei tratti tombinati. A contenimento di eventuali mobilizzazioni di materiali in alveo, peraltro estremamente contenute (vd anche rel geologica), si prevedono infatti **la realizzazione di una briglia e annesso bacino a monte, oltre ad interventi da effettuarsi sul fondo del canale e della base delle elevazioni, o loro rifacimento o realizzazione ex novo.**
- 2) si vuole operare un **consolidamento delle sponde**, intervenendo laddove a rischio di crollo e, se possibile, ripristinando le sezioni di deflusso originarie, individuando e fissando il corretto piano di scorrimento dei volumi idrici transitabili, evitando alle eventuali piene la possibilità di seguire percorsi alternativi in caso di eventi eccezionali.

La logistica dell'areale, la diversificazione dei tratti e delle difese esistenti, oltre alle geometrie dell'area, non hanno consentito di intervenire mediante la realizzazione di un unico intervento tipologico. È pertanto stato ritenuto opportuno individuarne tratti funzionali ragionati in base alle criticità emerse ed alle urgenze di sistemazione ipotizzate pensati quindi come interventi principali prioritariamente in ragione anche delle somme a disposizione.

Si ritiene in ogni caso che le opere proposte siano assolutamente funzionali agli scopi citati.

## 7. PORTATE DI PROGETTO

Secondo il D.M 4 maggio 1990: “..Può ritenersi normale che il valore della portata massima del relativo tronco siano riferiti ad un tempo di ritorno non inferiore a 100 anni”. Secondo la Direttiva dell’Autorità di Bacino del PO dell’11 maggio 1999: “*La portata di piena di progetto per i corsi d’acqua non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali non deve essere inferiore a 100 ann*”.

Nel caso in questione, come detto, volendo essere più cautelativi, nelle elaborazioni sono state comunque inserite le portate  $Q_{200}$ . La **portata di progetto** effettiva risulta pari a **5.1 m<sup>3</sup>/s**, in quanto costituisce la massima portata trattabile, anche se ci si potrebbe rifare ad un tempo di ritorno inferiore per normativa anche ad un  $Tr = 100$ . Tuttavia, vengono riportati per completezza e confronto, i risultati dei calcoli di tutte le portate così come valutate dal consulente geologo Dott. Coretta, all’altezza della sezione di valle.

PORTATA DI MASSIMA PIENA (m <sup>3</sup> /s)				
10	50	100	200	500
3.2	4.2	4.7	5.1	5.7

## 8. ANALISI IDROGEOLOGICA

### 8.1. PARAMETRI MORFOLMETRICI E IDROGEOLOGICI

Alla sezione di chiusura, che cautelativamente si è assunta all'altezza della sezione 1, a valle, i parametri idrologici significativi del Rio Berta risultano essere i seguenti (vd. anche Relazione Geologica allegata):

PARAMETRI IDROLOGICI DEL BACINO IDROGRAFICO DEL RIO BERTA SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA	
Superficie totale (kmq)	0.22
Quota massima (m s.l.m.)	568
Quota media (m s.l.m.)	401
Quota della sezione di chiusura (m s.l.m.)	290
Lunghezza collettore principale (km)	1.08
Tempo di corrivazione (ore)	0.42

PORTATA DI MASSIMA PIENA (mc/s)				
10	50	100	200	500
32	4.2	4.7	5.1	5.7

### 8.2. ANALISI IDROLOGICA

Le portate di riferimento per svolgere l'analisi idraulica sono state definite nell'allegata relazione geologica. Le portate sono state calcolate per i tempi di ritorno di durata pari a 10, 50, 100, 200 e 500 anni e sono di seguito schematicamente riportate, con alcune precisazioni rispetto alle assunzioni di progetto.

### 8.3. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

Le portate calcolate dal Dott. Coretta in corrispondenza dell'ultima sezione idraulica di valle (la più gravosa e pertanto quella utilizzata), all'altezza di Via Manzoni e sono le seguenti.

<b>Q<sub>10</sub></b>	<b>Q<sub>50</sub></b>	<b>Q<sub>100</sub></b>	<b>Q<sub>200</sub></b>	<b>Q<sub>500</sub></b>
3.2	4.2	4.7	<b>5.1</b>	5.7

[m<sup>3</sup>/sec]

Nonostante alcuni elementi di aleatorietà nel calcolo delle portate attraverso modelli del tipo afflussi-deflussi, nonché le caratteristiche del corso d'acqua, è stato ritenuto opportuno utilizzare come portate di riferimento per le analisi, quelle a 200 anni di Tr. Pertanto, il valore di progetto della portata utilizzata nelle elaborazioni risulta il seguente:

<b>Q<sub>200</sub></b> <b>(Dott. Massimiliano Coretta)</b>
<b>5.1</b>

[m<sup>3</sup>/sec]

Per quanto attiene il trasporto solido, a seguito della previsione di progetto inerente il bacino di deposizione a monte della briglia in corrispondenza di Via Ronchetta, è stato considerato nullo, in quanto la volumetria disponibile >50/60 m<sup>3</sup> risulta in grado di assolvere alla funzione richiesta alla vasca di sedimentazione citata.

## 9. ASSETTO GEOMETRICO DELL'ALVEO

### 9.1. PROFILO E SEZIONI ATTUALI - CONDIZIONI DELLE DIFESE ESISTENTI

Il tratto in studio interessa circa 180 m di corso d'acqua (in riferimento all'alveo principale) suddiviso in tre tratti, in precedenza nelle tavole e di seguito indicati con **tratto 1**, **tratto 2** e **tratto 3**, con estensione rispettivamente di 50-100-25 m, situate principalmente a monte dell'abitato di Stresa, in alveo. Come detto, anche gli elaborati grafici riportano la medesima distribuzione: i tre tratti vengono infatti contraddistinti dalla A dalla B e dalla C della loro denominazione (Tavv. 4A-4B-4C, 5A-5B-5C).

Il rio, nei tratti in studio, risulta sempre piuttosto incanalato mediante sezioni con/senza opere di regimazione, in alcuni casi piuttosto datate e non più sempre in buone condizioni, a seconda dei tratti. Le geometrie delle sezioni risultano abbastanza regolari, ma non risultano identiche e si differenziano tra la parte alta e bassa, dove appaiono modeste e da rivedere nel complesso, e la parte mediana, dove necessitano manutenzioni importanti.

Nella parte alta, all'uscita del tratto montano e nel segmento a monte di Via Ronchetto, la sponda destra è caratterizzata da un'area fittamente vegetata, assolutamente inidonea a facilitare lo scorrimento dei deflussi. L'alveo appare estremamente ricco di elementi che ne impediscono lo scorrimento libero dei deflussi, a causa della ormai totale assenza del fondo originario. Si rilevano detriti di varia natura e pezzatura.

Le pendenze longitudinali non sono assolutamente significative (sez. 21), attestandosi intorno al 2/3%, aumentando poco più a valle (sez. 19).

Nella parte mediana, nel complesso, la geometria delle sezioni risulta costante lungo quasi tutto il tratto, con forma pressochè rettangolare, fino a dove, subito prima dell'ingresso sotto la casa, muta in forma e non risulta più a cielo aperto.

Ed è qui che occorre evidenziare che le condizioni a monte del tratto intubato (sez.7-8) risultano particolarmente precarie, a causa dell'età e degrado del calcestruzzo costituente l'elevazione. Il fondo naturale sembra avere già subito modifiche dovute ad eventi successivi.

Nella parte bassa, con pendenze longitudinali omogenee a quella alta, intorno al 2/3%, le sezioni risultano, come sopra, non regolari, ma a dire il vero le difese appaiono globalmente ammalorate e inidonee allo scopo. L'alveo si presenta parzialmente occluso. Ma soprattutto all'uscita prima di inserirsi nella proprietà Rosmini attraverso una griglia, non garantisce il pieno contenimento di deflussi intensi.

### 9.2. CARATTERISTICHE DELL'ALVEO

Nei tre tratti in studio, più o meno ovunque, l'alveo del fiume è costituito da substrato roccioso affiorante. La vegetazione in alcuni tratti insiste addirittura in alveo.

## 10. IDRAULICA

### 10.1. CRITERI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

La Direttiva dell'Autorità di Bacino del Po dell'11 Maggio 1999 - "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", nonché il D.M. 4 Maggio 1990 - "Norme Tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali" definiscono i criteri di compatibilità, le prescrizioni e gli indirizzi per la progettazione e la verifica idraulica di infrastrutture e ponti.

Tali prescrizioni sono volte a garantire:

- Che l'inserimento della struttura sia coerente con l'assetto idraulico del corso d'acqua e non comporti alterazioni delle condizioni di rischio idraulico;
- Che siano valutate in modo adeguato le sollecitazioni di natura idraulica cui è sottoposta l'opera, in rapporto alla sicurezza della stessa.

Di conseguenza, le succitate normative definiscono:

- I criteri di compatibilità idraulica da rispettare;
- Le procedure di verifica idraulica da attuare.

### 10.2. MODALITÀ DI DEFLUSSO IN PIENA

#### 10.2.1. METODO DI CALCOLO

Il metodo di calcolo utilizzato per il computo del profilo idrico nel tratto di corso d'acqua in studio è stato quello del moto uniforme, essendo ipotizzabile, data la relativa conformazione dell'alveo in fatto di sezioni trasversali e la loro evidente omogeneità in termini di geometria e parametri significativi.

Allo scopo sono state eseguite alcune battute di rilievo topografico ed è stato predisposto un numero adeguato di sezioni. La loro localizzazione è rappresentata in tutti gli elaborati di progetto allegati, 3-4, 4A-4B-4C, 5A-5B-5C, dove con A si intende parte bassa, con B si intende parte mediana e con C la parte alta.

### 10.2.2. CONDIZIONI FISICHE DI RIFERIMENTO

I calcoli idraulici per la definizione delle condizioni di deflusso sono stati condotti con riferimento alle seguenti condizioni del corso d'acqua:

- CASO I: situazione attuale allo *stato di fatto*;
- CASO II: situazione ad opere ed interventi effettuati nella loro configurazione definitiva relativa al *progetto*.

Sono state tralasciate le fasi significative di costruzione delle opere, in quanto non determinanti ai fini delle modificazioni del profilo idraulico del corso d'acqua.

Nel caso in esame tali criteri potrebbero ritenersi eccessivamente analitici in relazione alla tipologia di opere, tuttavia si è ritenuto comunque di rispettarli, per quanto possibile, perlomeno nei riguardi delle modalità delle verifiche.

Nelle pagine che seguono vengono illustrate le analisi eseguite per rispettare i criteri e le procedure sopra indicate.

### 10.2.3. IPOTESI E PARAMETRI ADOTTATI NELLE VERIFICHE IDRAULICHE

**I segmenti del torrente in studio nei tratti non tombinati sono caratterizzati da sezioni in prima approssimazione omogenee a pendenza costante e scabrezza invariata.**

**Pertanto possono essere adottate con discreta approssimazione le condizioni di moto uniforme, utilizzando le formule di Chezy per il calcolo della velocità, una volta noti i parametri idraulici fondamentali.**

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot J^{0.5}$$

Dove:

V = velocità della corrente in m/s

n = indice di scabrezza

R = raggio idraulico

J = pendenza dell'alveo (%)

Mentre pendenza (J) e raggio idraulico (R) sono direttamente valutabili dalla situazione reale e della geometria della sezione esaminata, il coefficiente di scabrezza (n) misura della resistenza al moto, è stato stimato concordemente con le valutazioni proposte dalle tabelle di "Open Channel Hydraulics"<sup>1</sup> e più in generale della letteratura specifica, secondo i criteri di Manning-Strickler, nel modo seguente.

---

<sup>1</sup> Ven te Chow, Mc Graw Hill International edition

#### 10.2.4. SCABREZZA

Il coefficiente di scabrezza, misura della resistenza al moto, è stato stimato concordemente con le valutazioni proposte dalle tabelle di "Open Channel Hydraulics"<sup>2</sup> e della letteratura, secondo i criteri di Manning-Strickler, nel modo seguente:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5$$

dove:

- $n_0$  : materiale costituente l'alveo
- $n_1$  : irregolarità della superficie della sezione
- $n_2$  : variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale
- $n_3$  : effetto relativo di ostruzioni
- $n_4$  : effetto della vegetazione
- $m_5$  : grado di sinuosità dell'alveo

Verificati i valori ottenuti confrontandoli con altri tarati sulla base della letteratura, si è giunti alle seguenti valutazioni:

- $n=0,035$ : canale centrale ed eventuali aree golenali lungo tutta la lunghezza del tratto analizzato, sul cui fondo alveo e sponde sono stati rilevati vegetazione e ciottoli o massi per i quali la letteratura suggerirebbe valori intorno allo 0.033; si è ipotizzato un valore anche più cautelativo. In alcuni punti si è rilevata la presenza di evidenti asperità e le sezioni, per quanto attiene la geometria, non sono sempre risultate regolari.
- $n=0,025$ : muri di difesa in cls o rivestiti in pietra in modo regolare lungo il tratto compreso tra gli attraversamenti: per le sponde, costituite da un conglomerato cementizio, la letteratura suggerirebbe valori intorno a 0,02 e 0,022; si è ipotizzato un valore più cautelativo per la presenza di asperità delle pareti e per le condizioni del fondo, non sempre perfettamente regolare;
- $n=0,033$ : gaveta di magra e fasce spondali lungo quasi tutto il profilo longitudinale dove è stata rilevata la presenza di ciottoli;
- $n=0,020$ : tratti tombinati in cls esistenti;

Di seguito vengono analizzati e discussi i risultati relativi a ciascuna situazione.

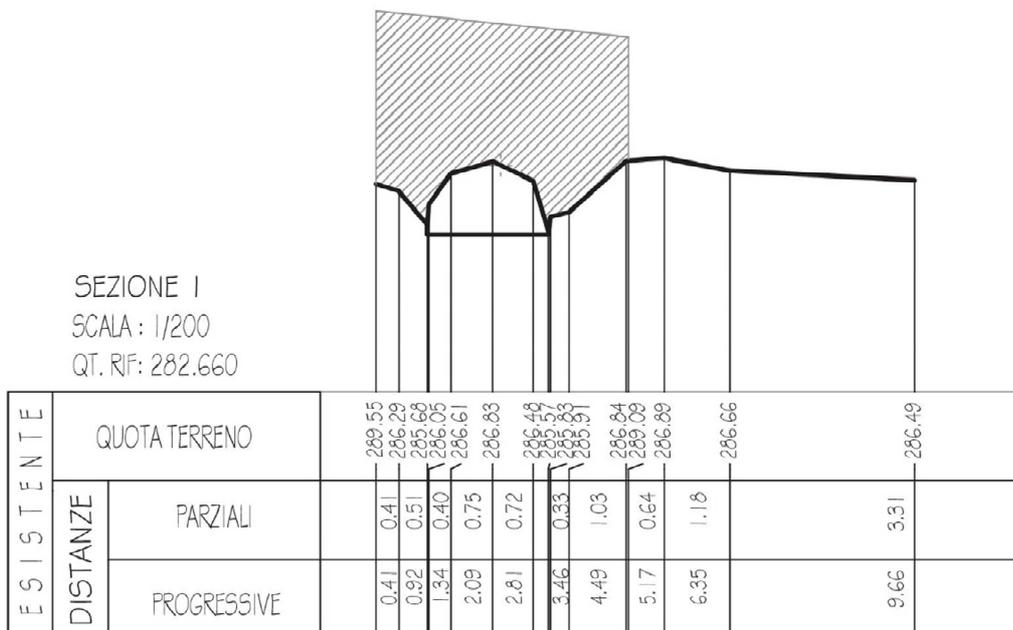
---

<sup>2</sup> Ven te Chow, Mc Graw Hill International edition

### 10.2.5. ANALISI DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO ATTUALI

#### **TRATTO 1**

Viene di seguito analizzato il tratto a monte del muro, sotto al quale i deflussi vengono convogliati mediante un'apertura con griglia (sez.1).



**VERIFICA IN MOTO UNIFORME TRATTO 1**

Si utilizza il calcolo della portata defluibile sulla sezione di progetto (sez. 1), con la formula di Chezy:

$$V = K_s \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Con:

	Stato di fatto	Progetto
K = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Manning	1/0,033	1/0,25-0,028
Ab = Area bagnata	2,98	6,34
Pb = Perimetro bagnato	2,99	6
R = raggio idraulico	0,72	1,06
I (%) = pendenza	≅15%	≅15%
V (m/s) =	≅9	≅12-15
Q (m <sup>3</sup> /s) =	≅18	≅60

Ovviamente, la capacità di smaltimento apparente data dalle nuove sezioni di progetto non è realistica, perché i deflussi risultano contenuti dalle pareti trasversali, in prossimità dell'imbocco di valle, però innanzitutto è consentito un passaggio di portata superiore, con franco adeguato, e in secondo luogo, in corrispondenza della strettoia, di area pari a circa 3,14 m<sup>2</sup>, si assiste al passaggio di un deflusso minimo pari a circa 25/30 m<sup>3</sup>/s quindi più che mai sufficiente.

Risulta chiaramente necessario prevedere costante pulizia dell'ultimo segmento, con cadenza regolare.





### VERIFICA IN MOTO UNIFORME TRATTO 2

Si utilizza il calcolo della portata defluibile sulla sezione di progetto (sez. 7), con la formula di Chezy:

$$V = K_s \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Con:

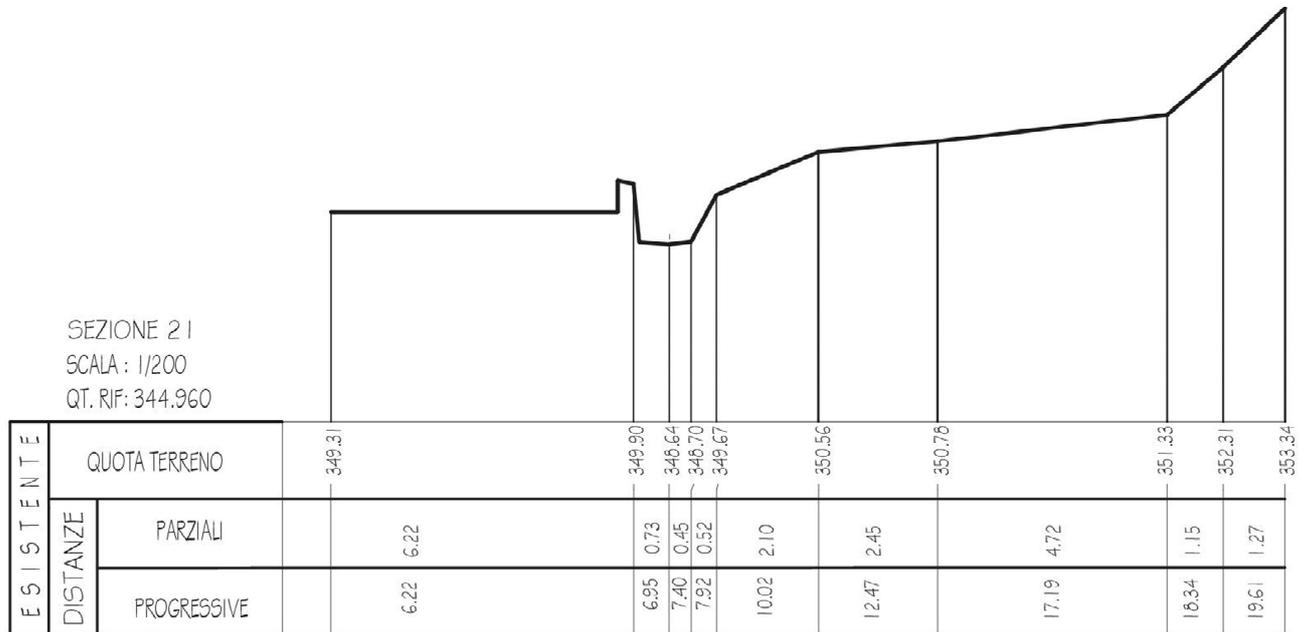
	Stato di fatto	Progetto
K = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Manning	0,030	1/0,25-0,028
Ab = Area bagnata	≅11,3	≅11,40
Pb = Perimetro bagnato	8,80	8,80
R = raggio idraulico	1,29	1,29
I (%) = pendenza	≅12%	≅12%
V (m/s) =	13	≅15-16
Q (m <sup>3</sup> /s) =	100	100

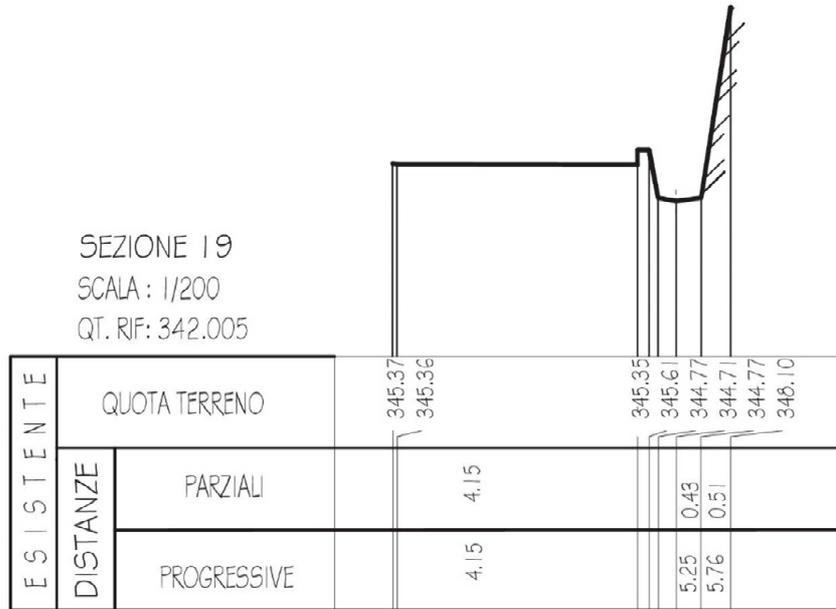
Ovviamente la capacità di smaltimento apparente data dalle nuove sezioni di progetto non è realistica perché i deflussi risultano contenuti dalle pareti trasversali, in prossimità del “cunicolo” di valle, però innanzitutto è consentito un passaggio di portata superiore, con franco adeguato, e in secondo luogo, in corrispondenza della strettoia, di area pari a circa 2,00 m<sup>2</sup>, si assiste al passaggio di un deflusso minimo pari a circa 25/30 m<sup>3</sup>/s quindi più che mai sufficiente. Altrettanto si può dire per le sponde dei segmenti antecedenti, assai più capienti, in termini di area bagnata.

Risulta chiaramente necessario anche in tal caso prevedere costante pulizia dell'ultimo segmento, con cadenza regolare.

### TRATTO 3

Di seguito viene analizzato il tratto a monte della briglia in progetto (sez.21) e successivamente quello poco più a valle (sez.19).





**VERIFICA IN MOTO UNIFORME TRATTO 3**

Si utilizza il calcolo della portata defluibile sulla sezione di progetto (sez 19), con la formula di Chezy:

$$V = K_s \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Con:

	Stato di fatto	Progetto
K = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Manning	1/0,033	1/0,025-0,028
Ab = Area bagnata	≅1,2	≅2,8
Pb = Perimetro bagnato	3,7	5,2
R = raggio idraulico	0,32	0,54
I (%) = pendenza	15%	15%
V (m/s) =	6,0	≅10
Q (m <sup>3</sup> /s) =	≅9	≅25/30

Come in precedenza, risulta chiaramente necessario prevedere costante pulizia dell'ultimo segmento, con cadenza regolare.

**10.3. NECESSITÀ EVIDENZIATE DALLO STUDIO IDRAULICO**

A seguito delle analisi effettuate nell'area, sono emerse le seguenti problematiche a livello di criticità localizzate.

**10.4. ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI**

Le valutazioni ottenute dai calcoli sulla base delle ipotesi dichiarate mettono in evidenza come le portate utilizzate risultino in un certo qual modo, eccetto che in presenza di ostruzioni, sempre contenute all'interno dell'alveo, e, anche se non sempre appaiono in grado di garantire un sufficiente margine di sicurezza. Seppure la geometria delle sezioni sia nel complesso omogenea, alcune differenze di pendenze longitudinali fanno sì che le velocità assumano valori differenti in entrambi i tratti e in alcuni casi, in particolare in concomitanza con potenziali ostruzioni, costituiscono motivo di esondazione. Ciò nonostante, l'azione erosiva specialmente laddove le velocità siano più consistenti, va contenuta, per evitare conseguenze peggiori sulle opere di elevazione, che, come detto, risultano piuttosto malconce. Intervenire migliorandole e rinforzandole, risulta pertanto molto importante.

#### 10.4.1. CASO I: STATO DI FATTO – OPERE E ALVEO ALLO STATO ATTUALE – CRITICITA'

Nelle condizioni ipotizzate, si rileva che il massimo innalzamento del pelo libero, nel caso di progetto, consente sempre di rispettare i franchi necessari previsti dalla normativa rispetto agli estradossi delle opere.

Come meglio esplicitato nelle conclusioni, si possono individuare le seguenti **situazioni più critiche**:

TRATTO 3 - a seguito adeguamento altezza sponda sinistra e realizzazione bacino di deposizione, risulta assolutamente necessario operare costante manutenzione della vasca costituenda, a causa dell'intubamento del torrente a valle di Via Ronchetto.

TRATTO 2 - al termine del segmento analizzato, come anticipato, si assiste all'intubamento del rio sotto ad un edificio; per garantire con continuità il passaggio dei deflussi, peraltro ampiamente contenuti, occorre far sì che non ci siano le condizioni per il crearsi di ostruzioni.

TRATTO 1 - l'unica criticità, a seguito degli interventi di previsione è data dalla griglia di passaggio nel tratto di valle, che come gli altri due punti non potrà ne dovrà mai essere ostruita ma lo scopo sarà raggiunto con le opere di monte.

#### 10.4.2. CASO II: PROGETTO - OPERE ESEGUITE

Per poter affinare la migliore soluzione progettuale, sono state testate diverse configurazioni nell'intento di individuarne le migliori tra quelle realizzabili e il miglior compromesso con l'area circostante. L'innalzamento della sponda, laddove previsto, il suo consolidamento, la posizione delle soglie a raso, insieme alla mantellata e al cordolo laterale al piede della sponda, garantiranno più che una riduzione delle velocità il fissaggio del piano di scorrimento ed impediranno franamenti laddove impostate in particolare le difese longitudinali. L'effetto delle opere in progetto sarà positivo proprio per questo fine.

I FRANCHI di piena risultano sempre verificati ai sensi della normativa.

## 11. INTERVENTI PREVISTI

### 11.1. INTERVENTI PARTE ALTA – TAV.4C – TRATTO 3

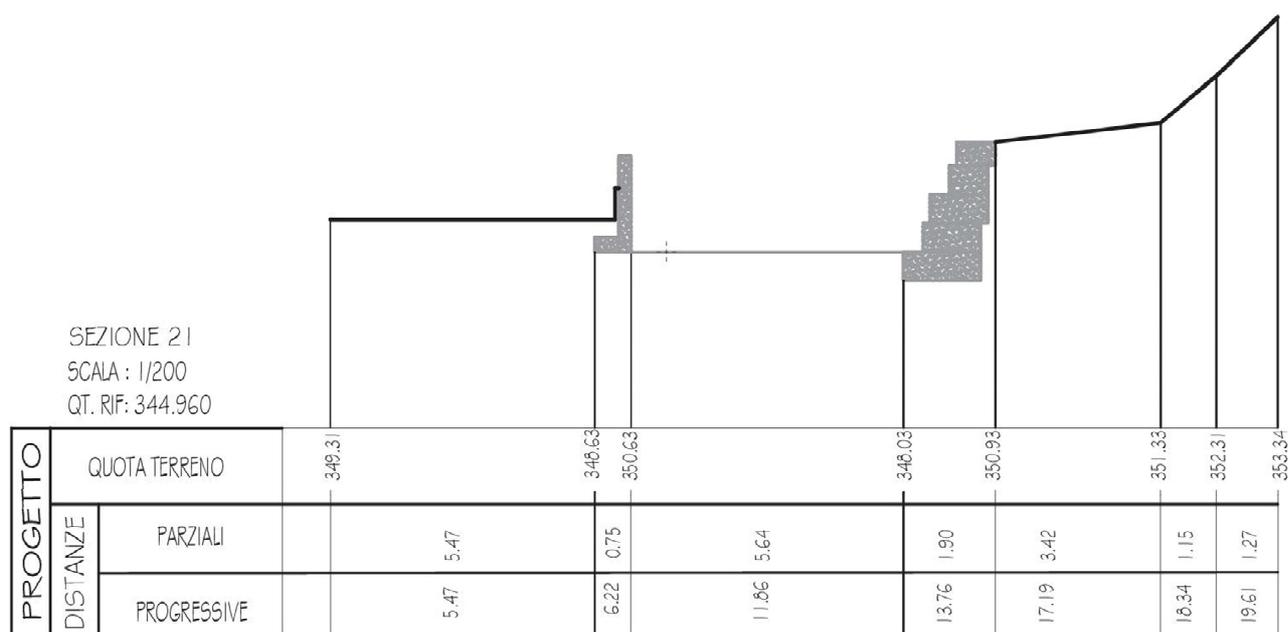
#### 11.1.1. SEZ.19-21 - TRATTO A MONTE DI VIA RONCHETTO

Dai sopralluoghi e dalle verifiche eseguite, come anticipato, si è ritenuto opportuno realizzare una bacino di sedimentazione tramite la costituzione di un'opera di protezione trasversale, effettuando preventivamente lo svuotamento dell'area per adeguarla alle funzionalità richieste. Ciò permetterà di invasare in futuro circa 50/60 metri cubi (vd. Rel. Geol. a riguardo, anche per la stima di invaso possibile) e soprattutto di annullare, se adeguatamente mantenuta, il trasporto solido futuro.

Si prevede pertanto di costituire una briglia in c.a., con spalle in blocchi da cava, tramite la riconfigurazione generale dell'area e la costituzione, appunto, di una vasca di deposizione materiale.

In sintesi, si prevedono pertanto:

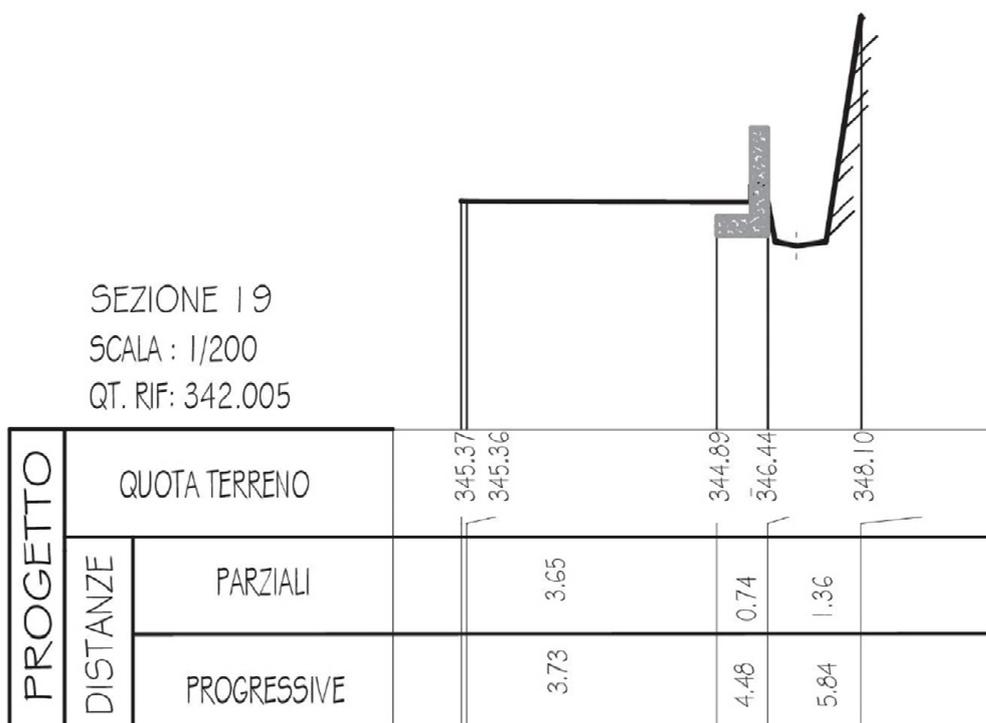
1. pulizia vegetazionale generale;
2. scavo e svuotamento area (circa 50 m<sup>3</sup>);
3. realizzazione di scogliera in destra atta a sostenere la scarpata.



### 11.1.2. SEZ.19-18 - SEGMENTO A FIANCO DI VIA RONCHETTO

In tale tratto si è previsto di:

1. asportare detriti in destra, dove l'alveo ha sostanzialmente lasciato il suo percorso originale, prendendo nuova superficie di deflusso in sinistra;
2. sistemare il fondo alveo;
3. migliorare le sezioni di deflusso;
4. innalzare la difesa in sinistra tramite prolungamento del muretto esistente lato strada.



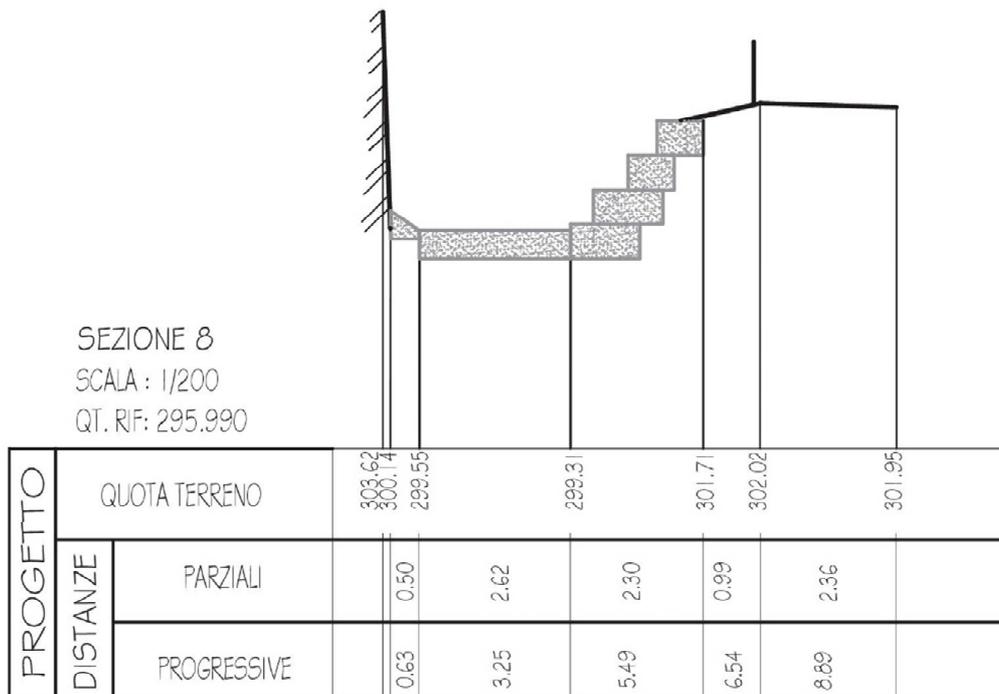
## 11.2. INTERVENTI PARTE MEDIANA – TAV.4B – TRATTO 2

In funzione di quanto precedentemente descritto, nell'ambito della suddivisione già segnalata, si prevede quanto segue.

### 11.2.1. SEZ.7-10 - TRATTO DA MONTE VIA PER BINDA FINO ATTRAVERSAMENTO PEDONALE

Per quanto le difese longitudinali sono parzialmente integre, si rileva in tale tratto:

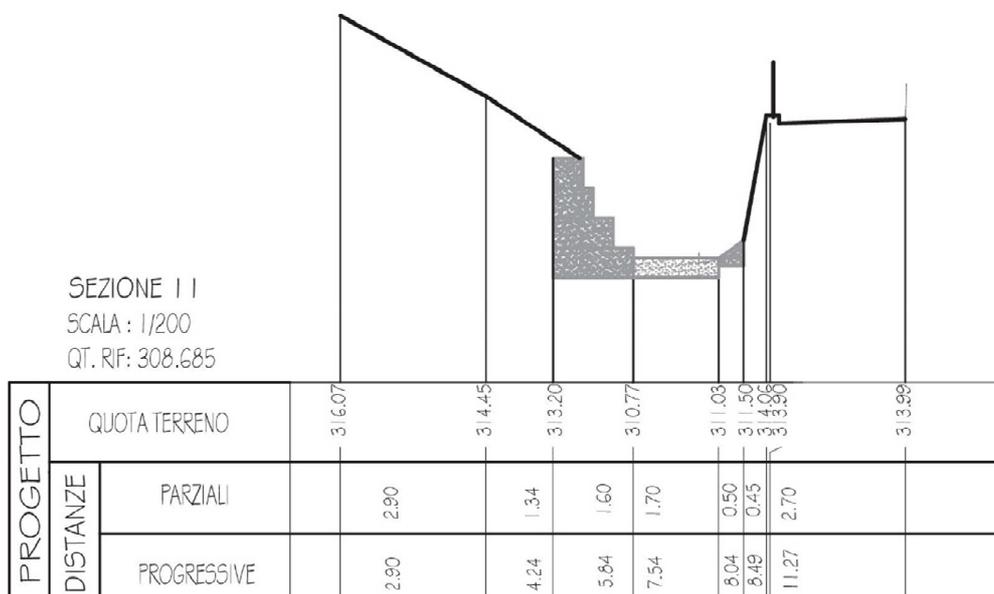
1. pulizia materiale in alveo;
2. regolarizzazione sezioni tramite scavo laddove necessario, a fissaggio dei piani di deflusso; realizzazione soglie a raso in massi cementati;
3. alla base dell'elevazione esistente in sinistra, da integrare nella connessione la fondazione in alveo per le evidenti erosioni, realizzazione di mantellata tramite lastricatura in pietra e malta adeguatamente chiodata;
4. realizzazione di scogliera in massi cementati in destra.



## 11.2.2. SEZ.11-15 – SEGMENTO DA ATTRAVERSAMENTO PEDONALE A VIA PER VEDASCO

Per quanto le difese longitudinali siano parzialmente integre, si rileva in tale tratto:

1. pulizia materiale in alveo;
2. regolarizzazione sezioni tramite scavo laddove necessario, a fissaggio dei piani di deflusso; realizzazione soglie a raso in massi cementati;
3. alla base dell'elevazione esistente in destra, da integrare nella connessione la fondazione in alveo per le evidenti erosioni, realizzazione di mantellata tramite lastricatura in pietra e malta adeguatamente chiodata;
4. realizzazione di scogliera in massi cementati in sinistra.

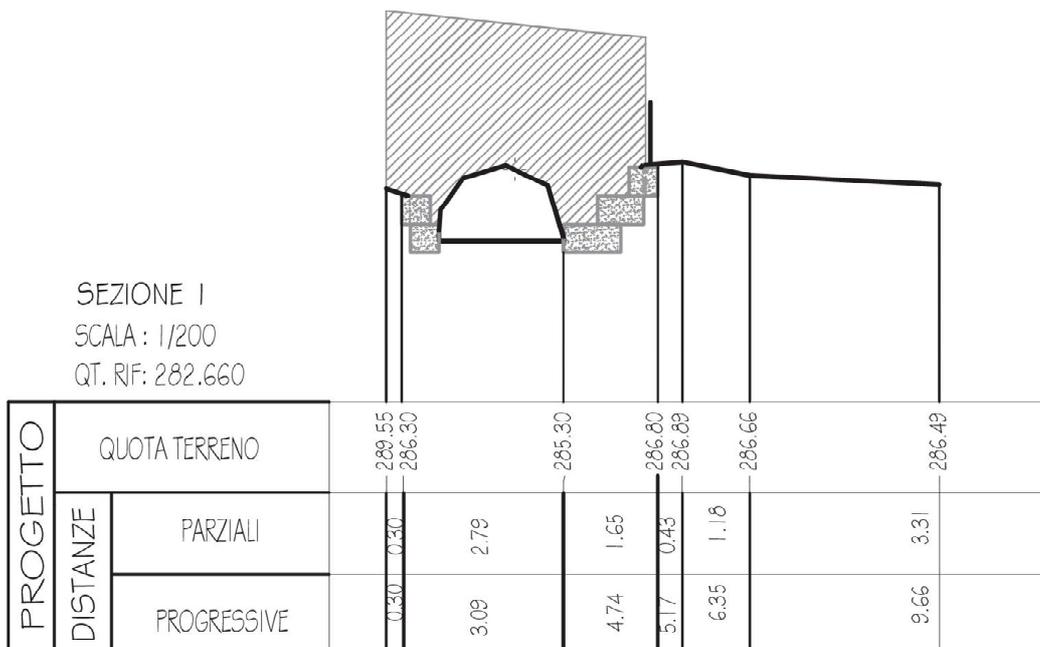
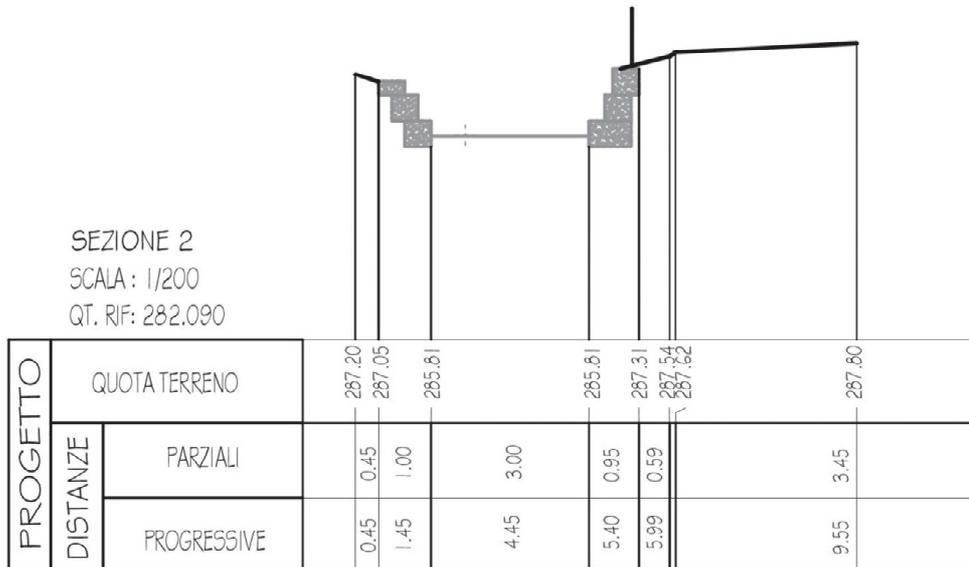


### 11.3. INTERVENTI PARTE BASSA – TAV.4A – TRATTO 1

#### 11.3.1. SEZ.1-6 – TRATTO A VALLE DI VIA PER BINDA, A FIANCO DI VIA MANZONI

Lungo tale tratto si prevede di realizzare:

1. Pulizia generale;
2. Asportazione materiale attualmente costituente ostruzione in alveo;
3. Scavo e modesto abbassamento fondo;
4. Esecuzione di soglie a raso in massi cementati sul fondo alveo con sagoma a corda molla;
5. Realizzazione scogliera intasata di calcestruzzo in destra alla stessa quota della difesa in sinistra e posizionata sul limite del confine catastalmente rilevato.



## 12. FRANCO DI PIENA SECONDO LE PRESCRIZIONI

Secondo la normativa vigente il franco di piena, pari alla differenza tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso dei ponti o di estradosso dei manufatti, dovrebbe essere assunto pari al più cautelativo dei seguenti casi: 1,00 metro, oppure metà dell'altezza cinetica.

Nel caso in studio si ha un'altezza cinetica variabile tra 1,00 m e 1,90÷2,05 m, date le velocità stimate, quindi piuttosto elevata.

Grazie all'esiguità dei volumi transitati, il franco di piena risulta sempre verificato, tuttavia la briglia e il bacino di monte consentono di ritenere pressochè nullo il trasporto solido di materiale flottante, e il franco sulle arginature laterali ha sostanzialmente questa ragion d'essere, in termini di sicurezza, solo se adeguatamente mantenuti e controllati.

## 13. VERIFICHE ULTERIORI: EROSIONE E SIFONAMENTO

Non si ritiene debbano esserci rischi di sorta relativamente a erosione e sifonamento, per le seguenti motivazioni.

### *Erosione*

Per quanto attiene i rischi rispetto a fenomeni erosivi, data la tipologia di opere in progetto (difese longitudinali corredate da opere di protezione trasversale), cementate e posizionate su un substrato piuttosto impermeabile, non si ritiene che gli interventi previsti consentano la produzione delle pressioni, riducendo in modo significativo le possibilità di verifica del fenomeno.

### *Sifonamenti*

Per quanto attiene i rischi rispetto al fenomeno di sifonamento, data la tipologia di opere in progetto, cementate e posizionate su un substrato piuttosto impermeabile, non si ritiene che gli interventi previsti consentano la produzione delle pressioni, riducendo in modo significativo le possibilità di verifica del fenomeno. In particolare, oltre a ciò, non prevedendo dislivelli di quota degni di essere considerati, non si ravvisa la necessità di controllo delle sottopressioni idrauliche significative.

## 14. CONCLUSIONI

A chiosa dello studio idraulico sul Rio Berta si può sintetizzare quanto segue:

- a) Le analisi hanno messo in evidenza come, allo stato di fatto, le portate relative ad eventi particolarmente significativi (Qtr 200 di progetto) sono sempre contenute all'interno dell'alveo.
- b) Il rischio derivante da imprevisti sbarramenti pericolosi a seguito di crolli imprevisti di sponde vanificherebbe quanto già eseguito e potrebbe produrre danni ingenti.
- c) Il bacino a monte della briglia in progetto, se adeguatamente mantenuto, consentirà di trattenere il trasporto solido e consentirà di ridurre il rischio di mobilizzazione di materiale in occasione di eventi a Qtr 200 di progetto e, conseguentemente, di ridurre i rischi di ostruzioni in alveo (vd. sopra).
- d) Gli attraversamenti (anche se intubati) appaiono adeguati a sostenere deflussi di piena derivanti da eventi meteorici elevati quali Qtr 200 di progetto.
- e) Sempre dalle analisi e dalle verifiche, è emersa una discreta capacità erosiva lungo alveo e sponde. Ciò avviene nel tratto alto ma anche nel medio e nel tratto basso, dove le difese appaiono in precario stato di conservazione. Tale capacità erosiva deriva dalle alte velocità, ma assume un'importanza elevata grazie alla vetustà delle opere.
- f) La situazione allo stato di fatto ha permesso di riscontrare inoltre alcune criticità localizzate nella parte alta in corrispondenza delle potenziali occlusioni nel segmento in studio, che a seguito di crollo e successivo asporto consistente di materiale detritico dalle sponde e rischio di mobilizzazione a valle porterebbero a potenziali rischi di danneggiamenti. Per tale motivo risulta assolutamente necessario un intervento mirato nei tre tratti. Ciò sarà ottenuto tramite realizzazione di scogliera in blocchi cementati.
- g) La protezione idraulica è decisamente necessaria anche sul fondo del torrente, in particolare nel tratto medio, dove soglie cementate in alveo impediranno il ripetersi di franamenti e consentiranno al contempo di proteggere da tali rischi.  
La disposizione lungo i tratti analizzati di nuove soglie e nuova pavimentazione con lastricatura annegata nel cls sarà in grado di contenere l'azione erosiva sulle sponde e fortificare l'alveo contro eventi di piena ordinari e straordinari, impedendo l'instabilizzazione delle limitrofe opere longitudinali.
- h) A valle della soglia nel tratto alto, dove si osserva la riduzione del cambio a sezione obbligata, si rende necessario l'integrazione dell'attuale difesa. Sarà infatti opportuno operare un innalzamento dalle stesse opere di contenimento laterali, in calcestruzzo.

- i) Con gli interventi previsti si otterrà altresì un altro miglioramento, caratterizzato da un pur modesto abbassamento dei profili idrici cui però, in linea generale, corrisponde un aumento delle velocità, anche se in modesta entità. Gli interventi in questione fisseranno anche il piano di scorrimento dei deflussi contro eventuali erosioni e sottoescavazioni. Per contenere l'aumentata celerità e per completare le opere previste, si rende necessario fortificare la base delle fondazioni su substrato tramite lastricatura cementata (tratto medio).
- j) Da ultimo, non va tralasciato di ricordare che la manutenzione degli interventi eseguiti e il controllo preventivo delle aree limitrofe e delle fasce spondali costituisce il miglior approccio per risolvere le problematiche affrontate ed evitarne di nuove in futuro. Infatti, a tale ragione, si evidenzia che risulta opportuno monitorare in continuo le fasce spondali, in particolare anche in futuro, con estrema regolarità e anche una volta effettuate le corrette manutenzioni alla vasca di sedimentazione, tramite suo svuotamento;

Pare corretto ribadire che con la realizzazione di quanto previsto, cioè un'importante serie di interventi manutentivi e di messa in sicurezza sulle opere esistenti e di nuove opere, oltre al consolidamento di alcune, ci si prefigge di raggiungere una riduzione delle problematiche di rischio idraulico/idrogeologico connesse alla loro vetustà ed al loro cattivo stato di conservazione e contestualmente un aumento della resistenza delle stesse rispetto alla capacità erosiva del torrente, con conseguente minimizzazione del rischio idraulico dell'area in occasione di eventi significativi.

Gli interventi previsti consentiranno di migliorare le condizioni di sicurezza e minimizzare le problematiche più impellenti del segmento in studio.

Per queste ragioni, andrà sempre eseguita una più costante verifica ed eventuale ordinaria manutenzione, fatto salvo l'assolutamente necessaria regolare pulizia della briglia, da effettuarsi con maggior frequenza cadenzata, al fine anche di non vanificare interventi di valle e per poter mantenere pressoché nullo il trasporto solido.

NOTA: Per quanto già espresso riguardo alle scelte di intervento esposte ed al passaggio pur temporaneo nelle fasi esecutive di cantiere su terreni privati, si ribadisce, in forza dell'articolo 96 del Regio Decreto n 523/1904, concernente l'imposizione di inedificabilità relativa alla fascia di rispetto di 4 m dalla sponda, la necessità di lasciare libero e percorribile il tratto di monte a valle della briglia in sponda, prevedendone pertanto l'asportazione di eventuali opere ivi presenti. Con ciò, sarà pertanto compito dell'amministrazione valutare l'opportunità di apporre, nella corrispondente fascia di 4 m, sui fondi privati interessati una "servitù di passo" o altro accordo che convenzioni e confermi la realizzabilità di quanto previsto.

Verbania, agosto 2019

Dott. Ing. Andrea Isoli