



PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO



INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E RINATURAZIONE DEL TRATTO FINALE DELLA ROGGIA CAVOLTO IN COMUNE DI MERONE

Interventi per il miglioramento delle acque e degli habitat nella Valle del Lambro (Lambro vivo)

– LIFE11 ENV/IT/004 – azione B7

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

RELAZIONE GENERALE



I progettisti

Ing. Stefano Minà

Ing. Maria Teresa Olmeo



Triuggio, Marzo 2015



**fondazione
cariplo**



INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. STATO DI FATTO	5
3. OBIETTIVI E CRITERI SEGUITI PER L'INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI	9
4. OPERE IN PROGETTO	10
4.1. INTERVENTO 1 - RINATURAZIONE E MASCHERAMENTO SPONDE E SOGLIE ESISTENTI	10
4.2. INTERVENTO 2 - FORMAZIONE DI UN RESTRINGIMENTO A MONTE DELLA SOGLIA ESISTENTE "S1"	13
4.3. INTERVENTO 3 - PULIZIA E ADEGUAMENTO SENTIERO ESISTENTE	13
5. STUDI SPECIALISTICI	15
5.1. RAMPE DI RISALITA	15
5.2. RELAZIONE IDROLOGICA	17
5.2.1. Pluviometria.....	17
5.2.2. Modello numerico HEC-HMS	18
5.1. RELAZIONE IDRAULICA	21
5.2. STUDIO DI PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE	22
5.3. PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO	22
6. QUADRO TECNICO ECONOMICO.....	24
7. ELENCO ELABORATI DEL PROGETTO	25



1. PREMESSA

La Roggia Cavolto, denominata Roggia di Fabbrica Durini nel suo tratto iniziale, è un corso d'acqua che ha origine in località Fabbrica Durini, nel Comune di Alzate Brianza e che attraversa i comuni di Alzate Brianza, Anzano al Parco, Lurago d'Erba e Monguzzo, immettendosi nel primo dei tre laghi di Baggero, da cui esce con il nome di Roggia Cavolto. La roggia attraversa poi i restanti due laghi ed i comuni di Lambrugo e Merone, prima di confluire nel Lambro presso il mulino in località Baggero di Merone.

In realtà il sistema Roggia Durini – Cavolto ha subito negli ultimi decenni pesanti modificazioni connesse alla riqualificazione delle miniere di marna di Baggero che prevedono negli anni 80 il riempimento delle aree di scavo con acqua proveniente dalla deviazione della Roggia Durini. Questa fu allo scopo deviata a quel tempo nei due bacini di estrazione e, al fine di consentire lo sfioro delle portate di supero, fu costruito un emissario verso il Lambro con caratteristiche più simili ad un canale artificiale che ad un corso d'acqua naturale.

Il sistema di alimentazione della Roggia Durini è quindi costituito innanzitutto dal drenaggio dell'area umida ai piedi dell'altura ove sorge Fabbrica Durini e di quelle in località Cavagnetta, per un'estensione longitudinale complessiva di circa 4,5 km, considerando anche il suo principale affluente, e copre un bacino di circa 6,8 km². Gli apporti provenienti da queste aree ne garantiscono un deflusso minimo anche durante la stagione estiva di circa 60 l/s.

Come si diceva particolare attenzione deve essere posta nel tratto compreso tra i laghi di Baggero e lo sbocco nel fiume Lambro: qui il torrente si presenta pesantemente artificializzato: a valle del ponte pedonale, situato a circa cinquanta metri dallo sbocco dal lago di Baggero ed all'interno dell'omonima oasi, la roggia è caratterizzata da una completa artificializzazione delle sponde, data dalla presenza di muri in calcestruzzo in destra e in sinistra idrografica, e del fondo alveo, per la presenza di soglie in calcestruzzo.

Le maggiori criticità presenti in questo tratto interessano principalmente, dal punto di vista ambientale, la forte frammentazione per la fauna ittica, impossibilitata a risalire da Lambro fino ai laghi, e un forte impatto paesaggistico dato dalla presenza di sponde interamente artificializzate lungo tutto lo sviluppo della Roggia.

Il presente progetto definitivo - esecutivo ha quindi come oggetto la realizzazione di opere di riqualificazione ambientale in corrispondenza della roggia Cavolto, in comune di Merone, nel tratto compreso tra l'uscita dai laghi di Baggero e l'attraversamento stradale di via Cesare Battisti, come indicato in Figura 1. Gli obiettivi del progetto sono perciò la rinaturalizzazione dell'habitat fluviale e perifluviale e la deframmentazione dell'ultimo tratto ai fini di una maggiore funzionalità per la fauna ittica.

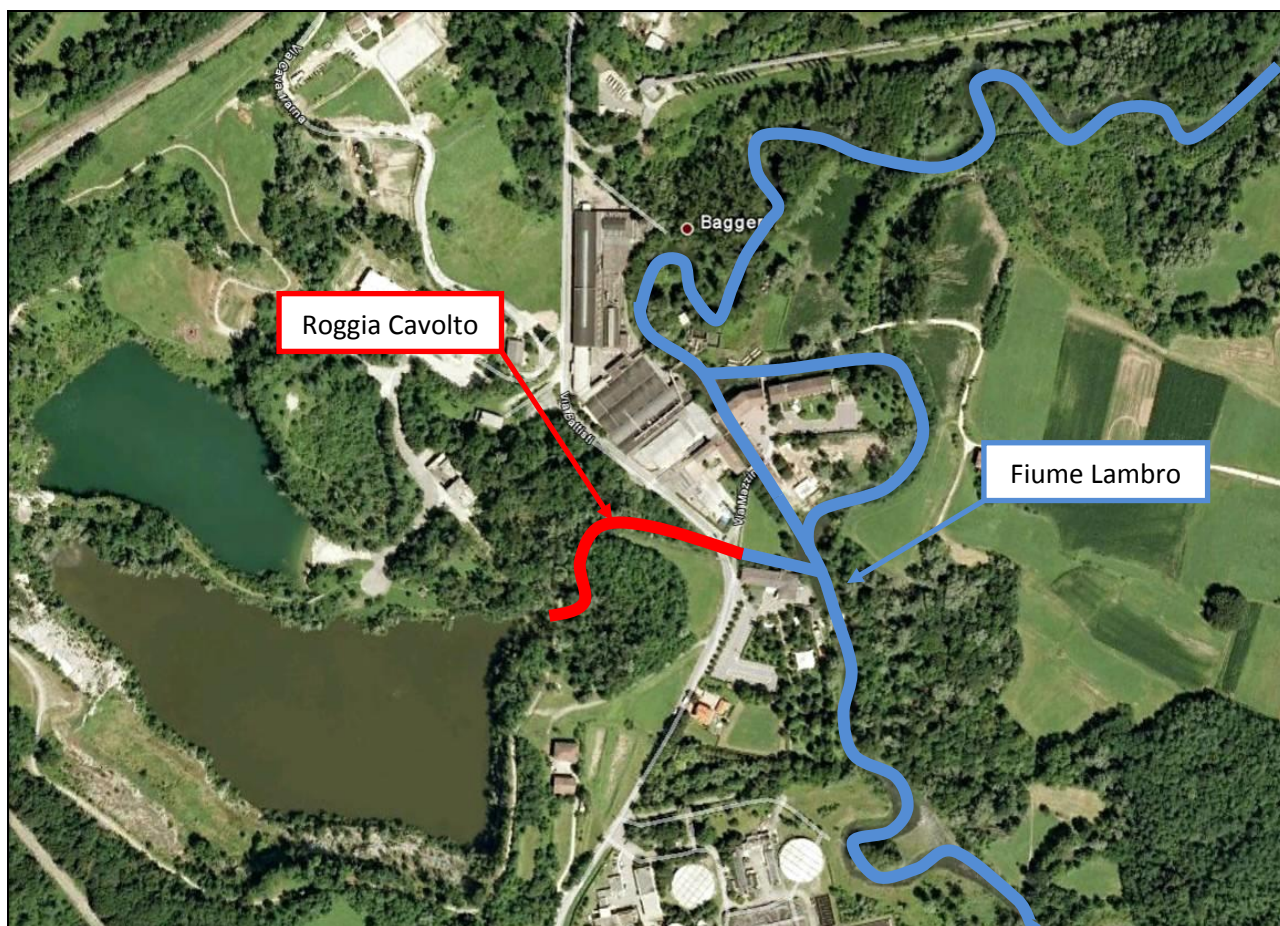


Figura 1 – Localizzazione intervento di progetto

2. STATO DI FATTO

La zona di intervento è interamente compresa in Comune di Merone; il tratto in questione ha uno sviluppo complessivo di circa 200 metri ed una larghezza in alveo costante di circa 6 metri. L'andamento planimetrico del Cavolto in questo tratto presenta una curva destrorsa a 45° posizionata nei primi 80 m, per poi continuare verso est con andamento rettilineo; oltre alla presenza dei muri in calcestruzzo, l'artificializzazione della roggia viene ulteriormente aggravata dalla presenza di quattro salti di fondo di cui tre di notevole altezza.

Il primo di questi salti, partendo da monte, è costituito da una soglia, posizionata in corrispondenza del ponte pedonale, la quale crea un dislivello del fondo alveo di circa 2 metri. Proseguendo verso valle, ad una distanza di circa 45 m, il passaggio in alveo di un sottoservizio, costituito da due tubazioni di diametro di circa 15 cm, crea un secondo salto di fondo di altezza complessiva pari a circa 30 cm. Infine, lungo il tratto restante, sono presenti due ulteriori soglie poste a circa 55 m e 125 m dalla prima soglia e di altezza rispettivamente di 1,90 m e 1,00 m. Tutte le soglie si presentano quasi completamente interrate a monte e sono realizzate in calcestruzzo per una di lunghezza di circa 2 m.



Figura 2 – Soglia di monte “S1”

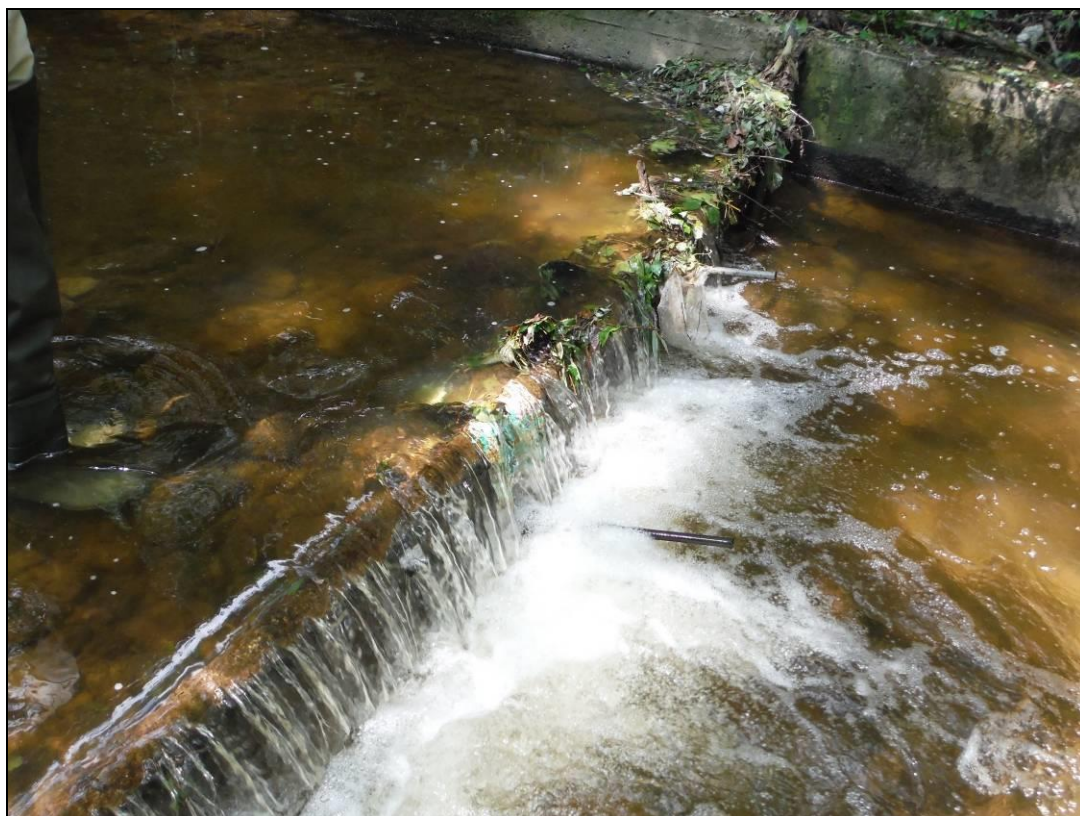


Figura 3 – Tubazione esistente



Figura 4 – Soglia "S2"



Figura 5 – Soglia di valle “S3”

Allo stato attuale l'alveo è caratterizzato dalla presenza, più o meno continua, di depositi lungo le sponde di larghezza variabile tra i 2 e i 3 m, alternativamente su entrambe le sponde nel tratto di monte e prevalentemente in sinistra idrografica nel tratto rettilineo di valle (vedi Figura 6). Tali depositi sono costituiti da materiale sedimentario accumulatosi e successivamente anche “popolato” da una vegetazione spondale erbosa e sporadicamente anche arbustiva.

Sono inoltre presenti numerosi tronchi e alberi caduti in alveo che costituiscono, soprattutto nel tratto di monte, considerevoli ostruzioni al deflusso libero della portata transitante. Tali ostruzioni hanno anche portato alla formazione di una vera e propria traversa poco a valle della prima soglia (vedi Figura 7) e costituiscono sicuramente un potenziale pericolo in caso di piena del torrente, soprattutto nell'eventualità che tale materiale, se trasportato a valle, vada ad ostruire il ponte stradale di via Cesare Battisti.



Figura 6 – Tratto di valle

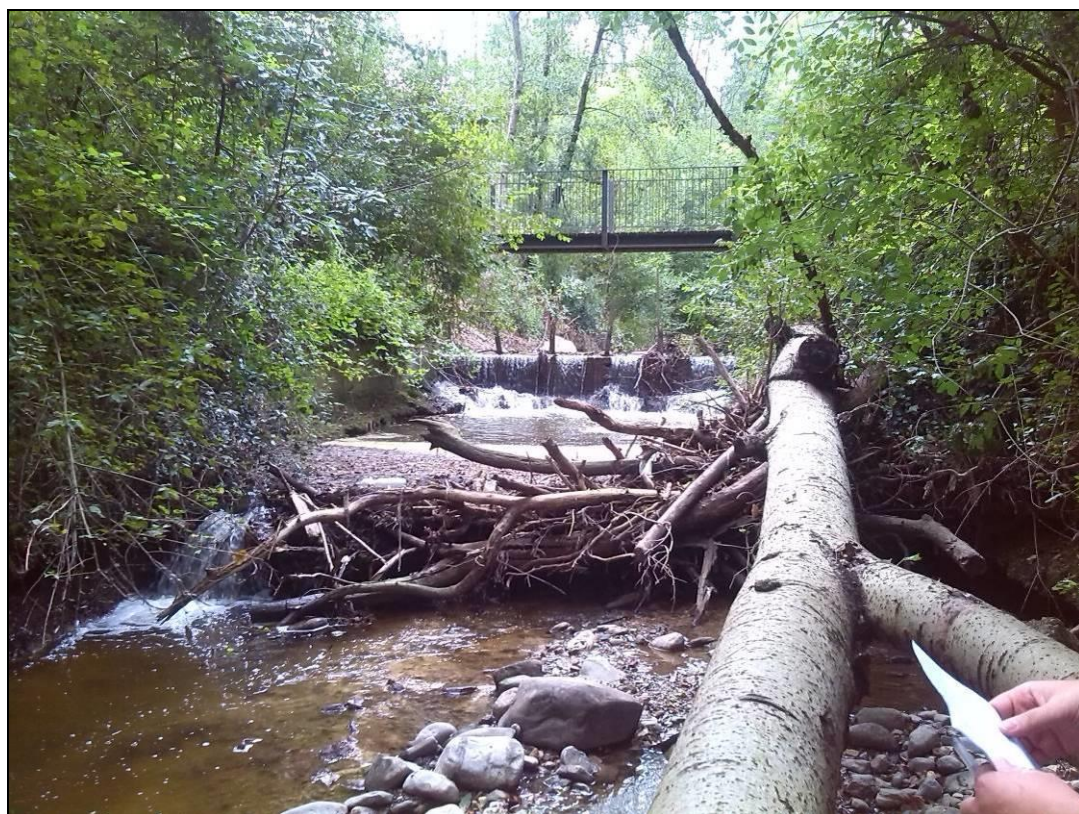


Figura 7 – Tratto di monte



3. OBIETTIVI E CRITERI SEGUITI PER L'INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli obiettivi adottati nella definizione degli interventi oggetto del presente progetto, come già accennato, sono stati individuati con l'intento primario di valorizzazione ambientale e miglioramento della qualità dell'habitat attraverso un processo di rinaturalizzazione delle sponde del corso d'acqua e di ripristino della continuità fluviale della Roggia.

Nell'ottica di miglioramento del valore paesaggistico dell'ambiente, in un quadro di incremento della complessità e della biodiversità dell'ecosistema, si sono scelte tecniche di ingegneria naturalistica per la formazione di nuove configurazioni spondali lungo il tratto in esame. Si è deciso, in tale contesto, di non rimuovere i muri di sponda attualmente presenti; la finalità del progetto, puramente naturalistica, prevede invece un semplice mascheramento dell'attuale assetto morfologico attraverso e la creazione di architetture spondali che ne permettano la rivegetazione e il potenziamento ecologico.

Sempre in un quadro di valorizzazione e salvaguardia dell'ecosistema lungo la Roggia, è necessario evidenziare come, allo stato attuale, i salti di fondo presenti lungo la roggia risultino essere ostacoli insormontabili per l'eventuale risalita dell'ittiofauna dal Lambro ai laghi di Baggero. Sebbene i laghi di Baggero siano popolati da una discreta varietà di specie ittiche (specie autoctone come il cavedano, la scardola, il persico reale, la tinca e l'alborella, e specie alloctone come il persico trota, il persico sole, la carpa e il carassio), le specie ritrovate nella roggia Cavolto, in maggior parte, scendono dal lago in occasione delle piene. Con la volontà quindi di ripristinare la percorribilità fluviale per la comunità ittica è stata individuata, come possibile soluzione, la creazione di scivoli in massi.

Una descrizione più dettagliata degli interventi in progetto verrà fornita al capitolo seguente.



4. OPERE IN PROGETTO

Le finalità ricercate nel presente progetto definitivo-esecutivo riguardano:

- la rinaturalizzare e il mascheramento delle sponde della roggia Cavolto mediante utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica;
- il superamento delle attuali soglie in cls da parte della fauna ittica;
- la pulizia dell'attuale sentiero in destra idraulica, adiacente alla roggia.

Le soluzioni progettuali adottate per raggiungere le predette finalità si possono riassumere in due tipi di interventi:

- **Intervento 1** - la rinaturalizzare e il mascheramento delle sponde e delle soglie in cls esistenti;
- **Intervento 2** – la formazione di un restringimento in massi ciclopici a monte della soglia “S1”;
- **Intervento 3** - la pulizia e l'adeguamento del sentiero esistente in destra idraulica.

In particolar modo l'**Intervento 1** è stato suddiviso nei seguenti sotto-interventi:

- **Intervento 1.A** - Rinaturazione di sponda con grata viva e palizzata di sostegno per mascheramento muri in cls esistenti, lunghezza di circa 30 m;
- **Intervento 1.B** - Rinaturazione di sponda con grata viva e palizzata di sostegno e rivestimento alveo in massi e/o materiale arido per mascheramento muri in cls esistenti, lunghezza di circa 25 m;
- **Intervento 1.C** - Rinaturazione di sponda con scogliera e rivestimento alveo in massi e/o materiale arido per mascheramento muri in cls esistenti, lunghezza di circa 125 m.

Per la realizzazione di ciascuno degli interventi in progetto, descritti in dettaglio nel seguito, sarà necessario innanzitutto rimuovere e ripulire il letto del corso d'acqua dal materiale arboreo schiantato.

Per ulteriori dettagli dell'intervento, si rimanda alle: Tav. 1 Corografia, Tav. 4.1 Planimetria di progetto, Tav. 4.2 Planimetria di progetto di dettaglio, Tav. 5 Sezioni di progetto, Tav. 6 Profilo longitudinale di progetto e Tav. 7 Particolari costruttivi.

4.1. INTERVENTO 1 - RINATURAZIONE E MASCHERAMENTO SPONDE E SOGLIE ESISTENTI

Al fine di effettuare interventi di riqualificazione e rinaturazione della roggia sono state usate tecniche di Ingegneria Naturalistica per modificarne l'attuale conformazione, avendo cura di non aggravare, anzi di migliorare, il regime idraulico della stessa. Tali tecniche prevedono l'utilizzo di materiali naturali inerti (come legno, pietrame e terreno) da soli o in combinazione con specie vegetali, quali piante vive (talee), e presentano numerosi vantaggi:



- ecologici. Gli interventi di ingegneria naturalistica presentano una elevata compatibilità ambientale ed una discreta biodiversità, creano habitat paraturali per la fauna (luoghi di alimentazione, riproduzione, rifugio) e consentono un ridotto impatto ambientale nella fase di cantiere;
- economici. I costi di realizzazione sono concorrenziali rispetto alle analoghe opere di ingegneria classica ed i costi per il ripristino ambientale del cantiere sono ridotti;
- funzionali. Le piante svolgono un'elevata funzione antierosiva, riducono la forza battente delle piogge, con le radici trattengono le particelle di terreno impedendo un loro dilavamento e aumentano la resistenza al taglio dei terreni.

In considerazione delle capacità stabilizzanti e protettive che l'impiego di tali materiali può avere in un contesto di copertura spondale, si è deciso di dividere il tratto in oggetto in 3 "sottotratti", differenziati in base alle soluzioni progettuali individuate.

La soluzione (**intervento 1.C**) individuata per il **tratto di monte**, compreso tra la prima e la terza soglia partendo da monte, di lunghezza di circa 125 m, prevede la posa in opera di massi ciclopici utili alla formazione di una protezione spondale a scogliera, adatta a contrastare la spinta erosiva della corrente, tipica del carattere torrentizio che assume il corso d'acqua in questo primo tratto. In questo caso, come anche negli altri, non si prevede lo smantellamento dei muri di sponda: tale soluzione è infatti stata scartata in quanto la loro presenza risulta utile al mantenimento della stabilità delle sponde; ad ogni modo, dato l'imponente scalzamento del terreno al piede dei muri di sponda, verranno realizzati dei rincalzi di fondazione al di sotto del piede attraverso la posa di massi ciclopici.

Il fondo verrà rimodellato e riempito, nella parte sottostante, con materiale arido sovrastato successivamente da massi e pietrame con funzione di corazzamento (vedi Tavv. 5, 6 e 7 – tratto tipologico "C1"), oppure solo con materiale arido (vedi Tavv. 5, 6 e 7 – tratto tipologico "C2"). La presenza di materiale arido dovrà garantire l'impermeabilizzazione del fondo per consentire il mantenimento di pozze d'acqua costanti con battenti accettabili per il transito della fauna ittica. Per impedire che il materiale arido di riempimento venga dilavato dalla corrente, si è previsto di posizionare, lungo questo tratto, tre nuove soglie in massi, ammorsate ed ancorate sul fondo attuale della Roggia (vedi Tavv. 6 e 7 – particolare costruttivo "Z-Z"). Nei tratti tipologici "C1", per consentire il passaggio della specie ittica anche in condizioni di magra, si avrà cura di posizionare i massi in modo tale da formare una gaveta in asse all'alveo.

La soluzione (**intervento 1.A**) individuata per il **tratto di valle**, esteso per circa 30 m a monte dell'attraversamento stradale di via Cesare Battisti, presenta invece caratteristiche simili ai corsi d'acqua



di pianura; qui la corrente è lenta e risente maggiormente delle condizioni imposte dai livelli nel Lambro. In questo tratto, a ridosso delle sponde artificiali presenti, verranno infissi dei pali pilota in legno di circa 3,00 – 5,00 m di lunghezza; questi permetteranno il mascheramento dei muri perimetrali esistenti con la conseguente posa in opera di una copertura spondale realizzata in grata viva (vedi Tavv. 5, 6 e 7 – tratto tipologico “A”). La grata viva consiste in una struttura di rivestimento addossata alla sponda ottenuta mediante la posa di tronchi verticali e orizzontali disposti perpendicolarmente tra loro. I tronchi orizzontali sono sovrapposti a quelli verticali e vengono chiodati ad essi in corrispondenza degli incroci. Questa disposizione di tronchi individua delle camere rettangolari all’interno delle quali vengono poste, in corso d’opera, talee di salice; il tutto viene poi ricoperto con inerte terroso. La presenza del tondame consente alla struttura di esercitare una protezione immediata nei confronti della sponda che si consoliderà nel tempo con lo sviluppo delle piante.

Per il **tratto intermedio**, compreso tra i due precedentemente descritti, di lunghezza di circa 25 m, è stata individuata una soluzione mista (**intervento 1.B**) tra quella del tratto di monte (**(intervento 1.C)** e quella del tratto di valle (**intervento 1.A**).

In particolare il mascheramento dei muri perimetrali esistenti verrà realizzato, per tutto lo sviluppo del tratto, mediante l’infissione di pali pilota in legno di circa 3,00 – 5,00 m di lunghezza e la conseguente posa in opera di una copertura spondale realizzata in grata viva (vedi Tavv. 5, 6 e 7 – tratto tipologico “B1 e B2”).

Il fondo verrà poi rimodellato e riempito, nella parte sottostante, con materiale arido sovrastato successivamente da massi e pietrame con funzione di corazzamento (vedi Tavv. 5, 6 e 7 – tratto tipologico “B1”), oppure solo con materiale arido (vedi Tavv. 5, 6 e 7 – tratto tipologico “B2”). La presenza di materiale arido dovrà garantire l’impermeabilizzazione del fondo per consentire il mantenimento di pozze d’acqua costanti con battenti accettabili per il transito della fauna ittica. Per impedire che il materiale arido di riempimento venga dilavato dalla corrente si è previsto di posizionare, lungo questo tratto, una nuova soglia in massi, ammassata ed ancorata sul fondo attuale della Roggia (vedi Tavv. 6 e 7 – particolare costruttivo “Z-Z”). Nel tratto tipologico “B1”, al fine poi di consentire il passaggio della specie ittica anche in condizioni di magra, si avrà cura di posizionare i massi in modo da formare una gaveta in asse all’alveo.

Sempre con la finalità di rinaturalizzare l’intera asta della Roggia si è scelto di mascherare le attuali soglie in cls con dei massi ciclopici, di volume non inferiore a 1 m³, ancorati sul ciglio delle soglie, avendo cura di lasciare una gaveta in asse all’alveo per garantire anche in condizioni di magra il passaggio della fauna ittica (vedi Tavv. 5 e 7 – particolare costruttivo “Y-Y”).



Infine è prevista, lungo la fascia perfluviale della Roggia, la piantumazione di nuove specie arboree e arbustive con lo scopo di ripristinare e valorizzare la vegetazione ripariale oggi assente o ammalorata. L'area boscata presente lungo la Roggia verrà riqualificata tramite la piantumazione di specie arboree autoctone; in particolare:

- *Alnus glutinosa* (ontano nero) – specie dominante
- *Salix alba* (salice bianco)
- *Ulmus minor* (olmo)
- *Fraxinus* (Frassino).

Si prevede inoltre di migliorare la vegetazione ripariale attraverso la messa a dimora di specie arbustive quali il *Corylus avellana* (nocciolo), il *Cornus sanguinea* (sanguinello), il *Sambucus* (sambuco) il *Salix caprea* (salicone) e il *Salix viminalis* (salice viminale).

L'intervento di piantumazione, nel complesso, ha come effetto il recupero della naturalità della fascia perfluviale, che si traduce in un impatto positivo ed un migliore utilizzo da parte della fauna presente, in particolar modo anfibi e piccoli mammiferi. Inoltre, l'ombreggiamento fornito dalla vegetazione spondale, determinerà un effetto positivo anche per la fauna ittica.

L'intervento 1 ha così il duplice obiettivo di rinaturalizzare e mascherare le attuali sponde della roggia Cavolto, mediante utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica, oltre che di garantire il superamento delle attuali soglie in cls da parte della fauna ittica. Il riempimento dell'alveo mediante massi e materiale arido, permette infatti di superare tutti i dislivelli presenti a valle delle tre soglie esistenti.

4.2. INTERVENTO 2 - FORMAZIONE DI UN RESTRINGIMENTO A MONTE DELLA SOGLIA ESISTENTE "S1"

La soluzione individuata per il **tratto a monte della prima soglia (soglia "S1")** prevede la posa in opera di massi ciclopici per la formazione di un restringimento parziale della sezione d'alveo. Tale soluzione permetterà l'innalzamento locale del livello dei laghi, con la conseguente riduzione delle portate transitanti a valle lungo la roggia. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica allegata al presente progetto.

4.3. INTERVENTO 3 - PULIZIA E ADEGUAMENTO SENTIERO ESISTENTE

Il sentiero che corre adiacente al corso d'acqua lungo la sponda destra della roggia verrà ripulito dalle ramaglie e dai tronchi schiantati per uno sviluppo complessivo di circa 172 m.

Il tracciato, riportato in Figura 8, seguirà il profilo del rilevato arginale esistente; sarà necessario, soprattutto nelle vicinanze del tratto di monte, ripulire e liberare l'area in oggetto dalla presenza di rovi, ramaglie e tronchi caduti che ad oggi impediscono il passaggio.

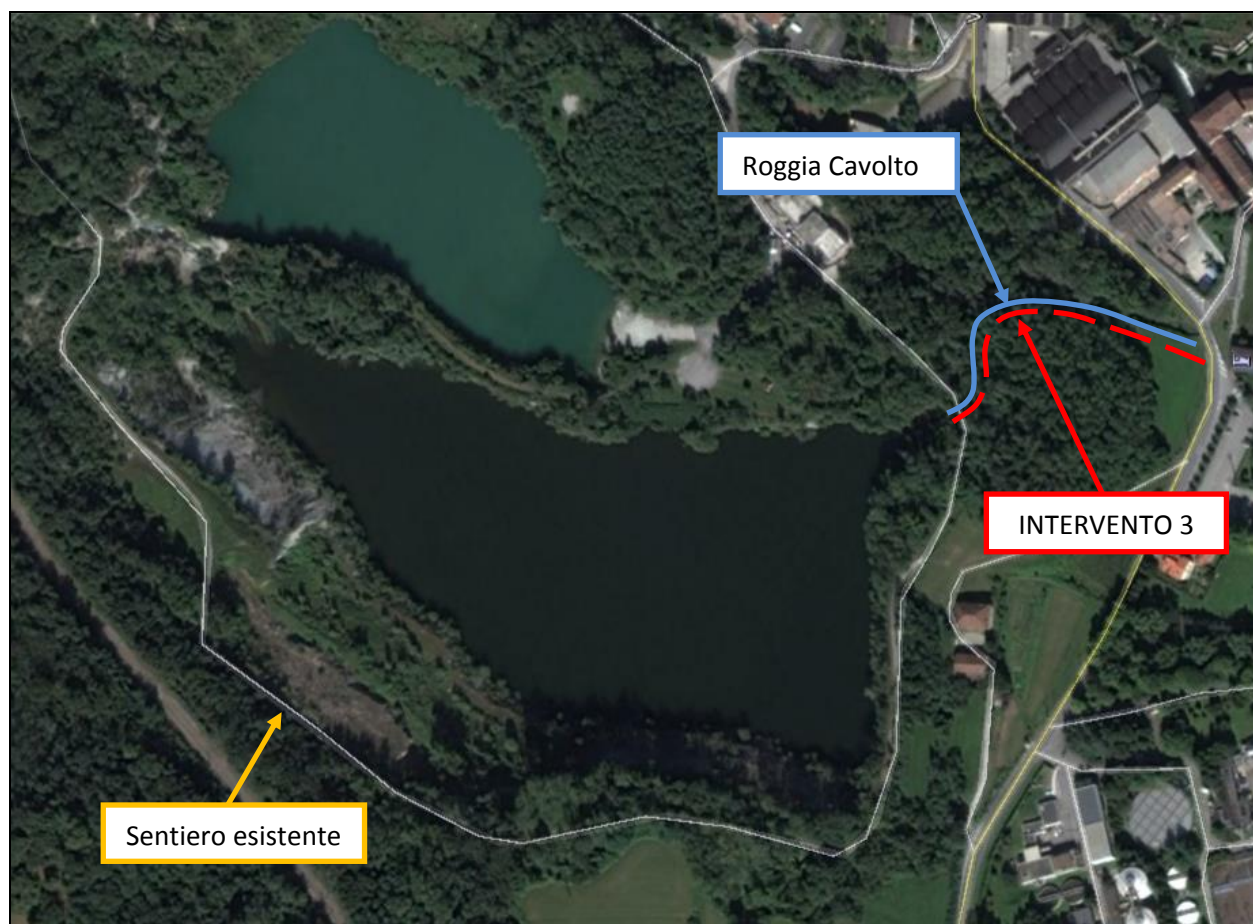


Figura 8 – Tracciato dell'intervento 3



5. STUDI SPECIALISTICI

Di seguito è riportata una sintesi degli studi specialistici effettuati per il presente progetto. Sono state realizzate: indagini della fauna ittica con relative analisi di stabilità per il dimensionamento delle rampe di risalita dei pesci; un'analisi idrologica, su aspetti riguardanti il clima e l'idrologia dei territori; un'analisi idraulica per studiare gli effetti indotti dalla realizzazione degli interventi sulla Roggia e uno studio della geologia della zona, secondo quanto rinvenuto nella documentazione del Piano di Governo vigente. Inoltre è stato svolto uno studio di fattibilità ambientale per l'inserimento paesaggistico delle opere in progetto. Tali studi specialistici sono riportati in maniera più dettagliata nella Relazione Tecnica e nello Studio di Fattibilità Ambientale allegati al progetto.

5.1. RAMPE DI RISALITA

Allo scopo di ripristinare la percorribilità fluviale per le specie ittiche presenti in questa zona si è deciso di realizzare tre rampe in pietrame a valle delle tre soglie esistenti. Per la progettazione di questo tipo di strutture risulta necessario conoscere la composizione specifica della comunità ittica presente, poiché non solo le diverse specie ittiche possono essere più o meno interessate agli spostamenti in dipendenza del proprio ciclo vitale, ma la capacità natatoria e la capacità di salto è diversa e caratteristica delle singole specie. Le specie ittiche ritrovate nella roggia Cavolto, in maggior parte, scendono con le piene dai laghi di Baggero.

In Tabella 1 sono riportate le specie autoctone e alloctone ritrovate nei laghi di Baggero e le massime velocità di nuoto ricavate dalla formula di Videler. Si tratta essenzialmente di specie appartenenti alle famiglie dei ciprinidi e dei centrarchidi, caratteristici di acque meso-eutrofiche.

	Lunghezza [cm]	Velocità massima [m/s]
Specie autoctone		
cavedano	40	3.4
scardola	40	3.4
persico reale	20-60	1.9 - 4.8
tinca	25-60	2.3 - 4.8
alborella	10-12	1.1 - 1.3
Specie alloctone		
persico trota	40-60	3.4 - 4.8
persico sole	8-15	1 - 1.5
carpa	30-60	2.6 - 4.8
carassio	45	3.7

Tabella 1 – Specie ittiche autoctone e alloctone ritrovate nei laghi di Baggero

Per garantire la funzionalità della rampa e permettere quindi la risalita delle specie ittiche con capacità natatorie ridotte, la pendenza deve essere contenuta: questa non deve essere superiore a 1:10 – 1:15, equivalenti a pendenze, espresse in percentuale, del 10% e 6,7%.

Per dare uniformità all'intervento di rinaturazione spondale e riprofilatura del fondo alveo, migliorando così l'inserimento paesaggistico di queste opere, si è preferito scegliere una soluzione che prevedesse un addolcimento delle massime pendenze ammissibili, attraverso un riempimento del fondo alveo in massi e materiale arido per un tratto di estensione maggiore rispetto al necessario.

In Tabella 2 sono quindi riportate le pendenze impiegate per la realizzazione delle tre rampe in progetto.

	Lunghezza L [m]	Dislivello Δh [m]	pendenza i [%]
Rampa a valle della soglia "S1"	25.0	1.00	4.00%
Rampa a valle della soglia "S2"	11.0	0.57	5.18%
Rampa a valle della soglia "S3"	9.1	0.25	2.75%

Tabella 2 – caratteristiche geometriche rampe in pietrame

La funzionalità di una rampa non può però prescindere dalla sua resistenza strutturale e dalla sua capacità di resistere alle sollecitazioni. La scelta delle caratteristiche dei massi deve quindi rispondere a determinate esigenze di stabilità nelle condizioni più sfavorevoli. A questo scopo è stata effettuata un'analisi di stabilità dei massi scelti attraverso l'equazione di *Stevens et al.* (1976), dalla quale è emerso

che i massi scelti, del volume minimo di $0,8 \text{ m}^3$ e del peso di circa 2400 Kg/cad , garantiscono sufficiente margine di sicurezza ai fini della loro stabilità lungo il tratto.

5.2. RELAZIONE IDROLOGICA

Nella Relazione Tecnica, allegata al presente progetto, viene descritto il modello idrologico del bacino imbrifero del Cavolto attraverso l'utilizzo del software di calcolo HEC-HMS, fornito dal U.S. Army Corps of Engineers, creato per individuare i valori di portata di piena transitabili sul Cavolto a partire dall'uscita dei laghi di Baggero.

5.2.1. Pluviometria

Partendo dalle curve di possibilità pluviometrica disponibili nello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona" del 2003 effettuato dall'Autorità di Bacino si sono ricavati gli ietogrammi per tempi di ritorno decennali e duecentennali.

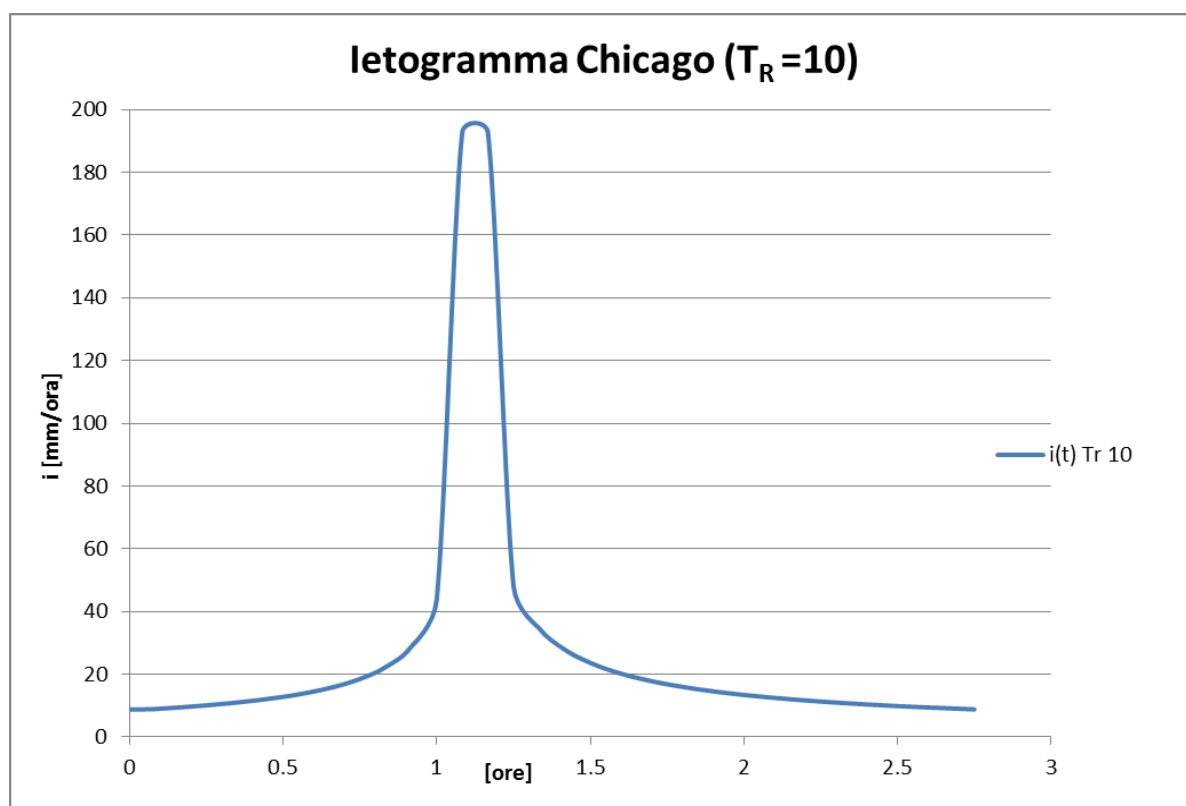


Figura 9 – Ietogramma Chicago relativo ad un tempo di ritorno di 10 anni

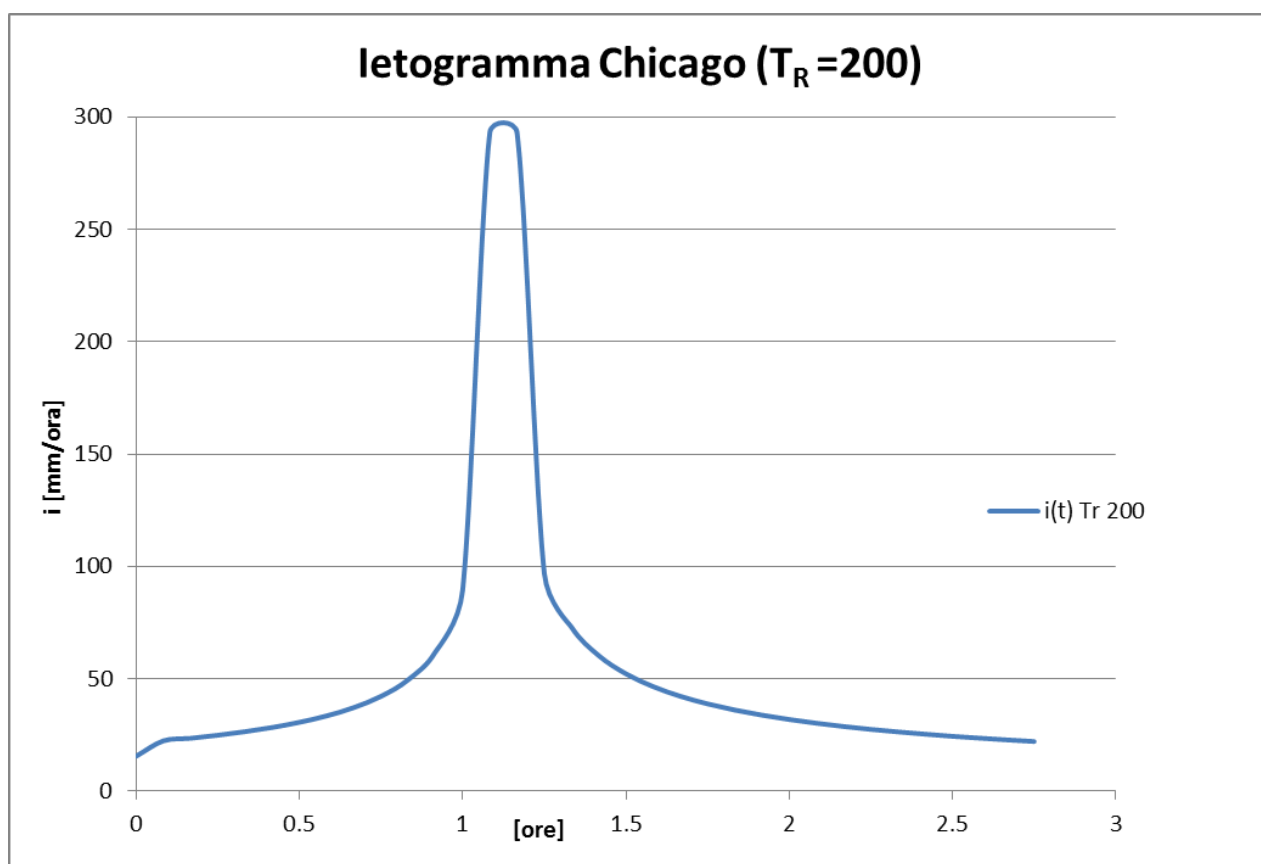


Figura 10 - Ietogramma Chicago relativo ad un tempo di ritorno di 200 anni

5.2.2. Modello numerico HEC-HMS

Il bacino del Cavolto è stato quindi schematizzato, nel modello idrologico, attraverso l'impiego di 4 sottobacini, 3 confluenze che collegano altrettanti tratti del torrente e un serbatoio per la modellazione del volume di invaso dato dai laghi di Baggero (Figura 11).

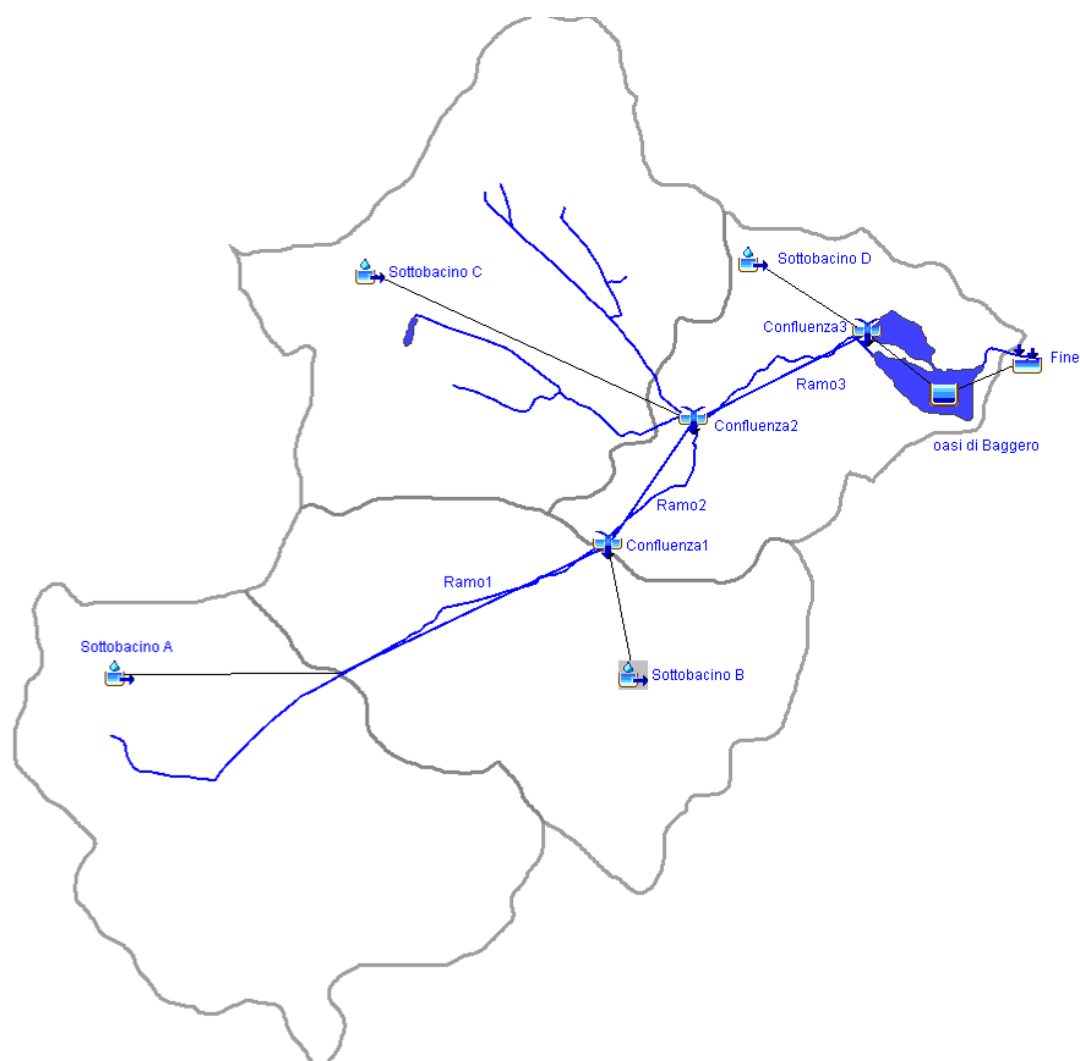


Figura 11 - Schematizzazione bacino della Roggia Durini-Cavolto (modello HEC-HMS).

Una volta definite tutte le componenti del modello numerico, a cui si rimanda alla relazione tecnica allegata al presente progetto, sono state effettuate quattro simulazioni da cui è stato possibile ricavare gli idrogrammi di piena (riportati in Figura 12) conseguenti al verificarsi di eventi meteorici con tempo di ritorno pari a 10 e 200 anni, sia nella configurazione attuale della sezione di uscita dai laghi che in quella di progetto, considerando quindi il restringimento della sezione di uscita dai laghi che comporta inevitabilmente una modifica alla curva di svuotamento.

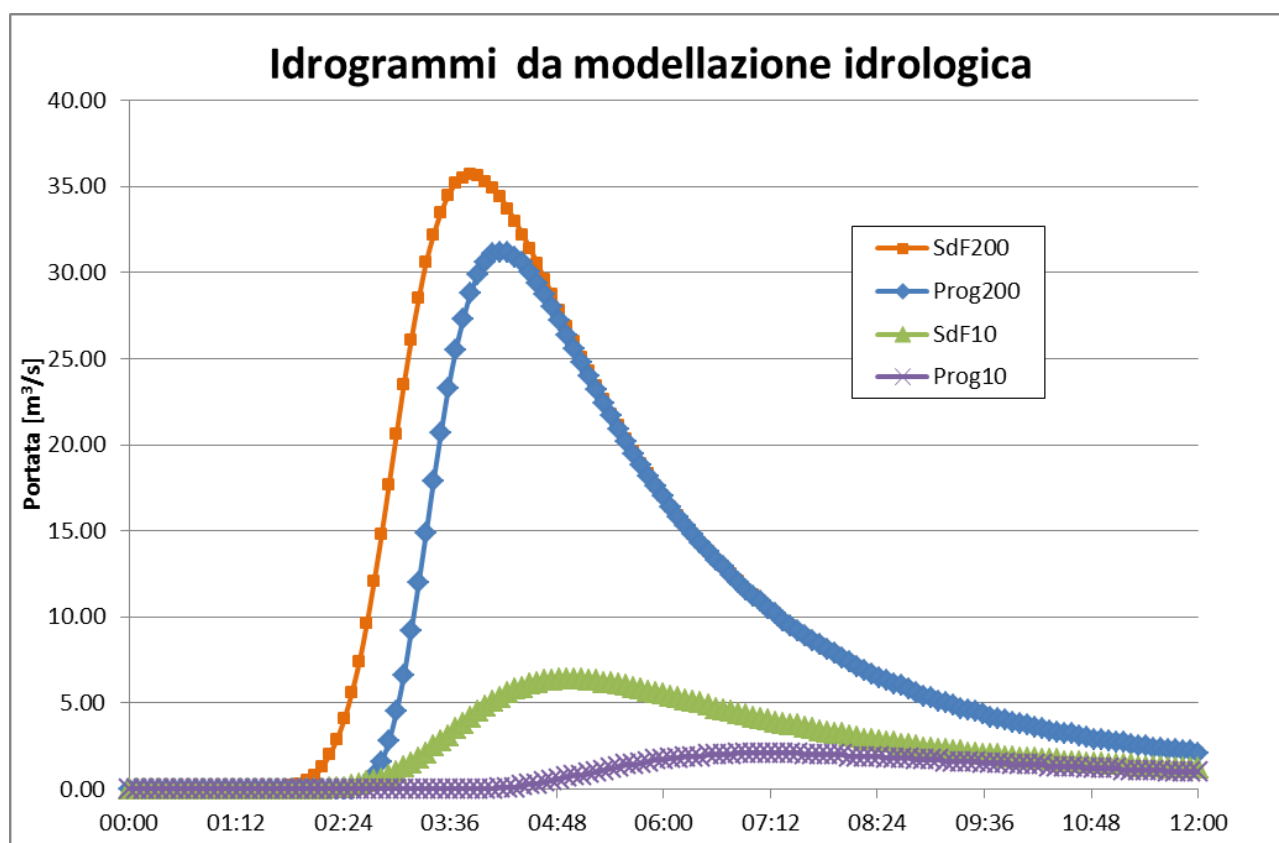


Figura 12 – Idrogrammi risultanti dalle simulazioni in HEC-HMS

In Tabella 3 sono riportati valori di picco degli idrogrammi e le massime altezze raggiunte in corrispondenza della sezione di uscita dei laghi (coincidente con l'altezza del tirante idrico rispetto alla quota del ciglio di sfioro definito per lo stato di fatto pari a 246,38 m s.l.m.).

	<i>Picco di portata [m³/s]</i>	<i>altezza massima raggiunta H [m]</i>
Simulazione 1 (SdF10)	6,40	1.1
Simulazione 2 (Prog10)	2,10	1.7
Simulazione 3 (Sdf200)	35,70	1.9
Simulazione 4 (Prog200)	31,20	2.9

Tabella 3 – Valori di picco degli idrogrammi risultanti dalle quattro simulazioni

Tali valori sono stati successivamente posti come condizioni al contorno di monte delle modellazioni idrauliche. Caso particolare è quello relativo alla modellazione di un evento di piena decennale nella configurazione geometrica di progetto. Si è preferito considerare, cautelativamente, un valore di portata, per la simulazione del modello rappresentativo del Cavolto nella configurazione di progetto con piena decennale, pari a quello che si verifica allo stato di fatto: di 6,40 m³/s. Per considerazioni più approfondite in merito si rimanda alla lettura del Cap. 4 della Relazione Tecnica allegata.



5.1. RELAZIONE IDRAULICA

Sono state poi effettuate le prime verifiche del comportamento idraulico della roggia, nel nuovo assetto di progetto, in caso di eventi di piena, successivamente messe a confronto con il comportamento idraulico del Cavolto nella configurazione attuale.

Nell'allegato alla Relazione Tecnica sono riportati i profili idraulici risultanti dalle simulazioni idrauliche effettuate.

Dal confronto dei profili relativi al passaggio della portata di piena decennale allo stato di fatto e nella configurazione di progetto, risulta evidente come gli interventi di rinaturazione del tratto abbiano influenze solo locali sul profilo. Il tratto di monte, maggiormente soggetto a puntuali innalzamenti del pelo libero, dovuti principalmente al rinterro dei salti di fondo a valle delle soglie, presenta una conformazione dell'alveo incavata tra sponde di notevole altezza che permette il transito dell'onda di piena decennale in totale sicurezza. Il tratto di valle, invece, risulta influenzato dalla sola condizione imposta alla sua sezione di chiusura; è quindi il Lambro ed il suo rigurgito a determinarne i livelli.

Considerando ora il passaggio della portata di piena di tempo di ritorno di 200 anni è possibile notare come il profilo idraulico nella configurazione progettuale si abbassi rispetto a quello che si verificherebbe nella condizione attuale lungo tutto il tratto a monte dell'attraversamento carrabile di via Cesare Battisti. Il passaggio di una piena duecentennale risulta essere, ad ogni modo, un evento straordinario che, sia nelle condizioni attuali che in quelle di progetto, metterebbe in crisi il sistema; si verificherebbero infatti allagamenti diffusi lungo tutto il tratto di valle: a partire dal tratto a monte della soglia esistente "S3" (tra la sezione "8" e la sezione "9"), prima solo in sinistra idraulica, poi (tra la sezione "10" e la sezione "12") anche in destra, i livelli idrici supererebbero le quote dei cigli di sponda, il ponte di via Cesare Battisti vedrebbe il passaggio della portata di piena in pressione sotto il suo impalcato, allagando successivamente anche l'area di valle. Lungo il tratto terminale, infine, risulta essere sempre la condizione al contorno imposta dal livello nel Lambro a determinarne il profilo.

Ricordando gli obiettivi prettamente naturalistici posti alla base di questo progetto risulta quindi evidente come gli interventi previsti, guardati in un quadro di indagine prettamente idraulico, non vadano ad alterare in modo significativo le condizioni attuali del corso d'acqua, lasciando pressoché inalterata la sua dinamica fluviale.



5.2. STUDIO DI PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE

Nello Studio di fattibilità ambientale, anch'esso allegato al presente progetto, sono stati analizzati gli impatti generati sulle componenti ambientali sia a lungo che a breve termine (fase di cantiere).

Le alterazioni più impattanti si avranno prevalentemente nella fase di cantiere, legate alla produzione di rumori e al possibile intorbidimento delle acque. Per minimizzare il disturbo della fauna terrestre e dell'avifauna le lavorazioni si concentreranno nel periodo tardo autunnale e invernale, evitando i periodi riproduttivi della maggior parte delle specie. Per quanto riguarda l'ittiofauna si procederà con il recupero della fauna ittica presente, che verrà reimpressa nei laghi di Baggero, e le lavorazioni verranno eseguite evitando i periodi di deposizione delle uova.

Al termine delle lavorazioni invece, il nuovo assetto fluviale risulterà pienamente inserito nel contesto territoriale; l'intervento nel complesso andrà a valorizzare un tratto di Roggia oggi notevolmente ammalorato, apportando un rilevante miglioramento all'impatto paesaggistico e ambientale. Con l'intervento spondale di copertura a grata viva si contribuirà positivamente alla creazione di nuovi habitat più favorevoli per l'erpetofauna, l'avifauna e in particolare l'ittiofauna. La realizzazione del rivestimento del fondo in massi e materiale arido permetterà il potenziamento della biodiversità dell'area in oggetto, consentendone la percorribilità e quindi la creazione di un corridoio biologico tra il fiume Lambro e i laghi di Baggero.

Considerato che gli interventi proposti si configurano come opere di riqualificazione fluviale ed ambientale e verificata l'assenza di impatti durevoli sull'ambiente ed anzi la valenza di riqualificazione delle opere, non si ritengono necessarie forme di compensazione ambientale.

5.3. PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO

Tutti gli interventi in progetto ricadono all'interno del Comune di Merone. Le lavorazioni previste dall'Intervento 1" e dall'Intervento 2" ricadono interamente in aree demaniali e per tale motivo non sono previste espropriazioni.

Le lavorazioni dell'Intervento 3", ovvero la pulizia e l'adeguamento del sentiero esistente, ricadono invece in aree private: trattandosi però di un intervento che servirà per le attività di cantiere e nel futuro solo per attività di manutenzione del corso d'acqua, anche per queste aree non è stato previsto l'esproprio. È stata invece calcolata, per le suddette aree, l'indennità per occupazione temporanea come



disposto dagli art. 49 e 50 del *Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità* (D.Lgs 8 giugno 2011, n. 328 e s.m.i.).

Pertanto, non essendo previsti espropri, per gli interventi in progetto, per il seguente progetto definitivo – esecutivo non è stato redatto il Piano Particellare di Esproprio.



6. QUADRO TECNICO ECONOMICO

		Costo [Euro]
<i>Opere a base d'appalto</i>		
<u>A) OPERE CIVILI</u>		
A1) Lavorazioni preliminari		2.400,62
A2) Rinaturazione di sponda con grata viva e palizzata di sostegno: sezione tipologica "A"		1.350,62
A3) Rinaturazione di sponda con grata viva e palizzata di sostegno e rivestimento alveo in massi e/o con materiale arido: sezioni tipologiche "B1 e B2"		10.516,76
A4) Rinaturazione di sponda con scogliera e con rivestimento alveo in materiale arido e/o in massi: sezioni tipologiche "C1 e C2"		111.502,80
A5) Pulizia e adeguamento sentiero in destra		2.524,49
<u>B) OPERE A VERDE</u>		
B1) Rinaturazione di sponda con grata viva e palizzata di sostegno: sezione tipologica "A"		34.487,70
B2) Rinaturazione di sponda con grata viva e palizzata di sostegno e rivestimento alveo in massi: sezioni tipologiche "B1 e B2"		28.739,75
B3) Piantumazione di nuove specie arboree e arbustive		6.168,32
Oneri per la sicurezza (A+B)		5.930,73
	Totale opere	203.621,80
<i>Somme a disposizione dell'Ente</i>		
Imprevisti		4.813,31
Spese tecniche di progettazione		22.490,13
Spese tecniche per l'esecuzione di indagini topografiche		2.000,00
Espropri e spese connesse		338,67
Spese RUP incentivo legge Merloni (2% somme a base d'asta)		4.072,44
IVA sui lavori		43.492,03
IVA sulla sicurezza		1.304,76
IVA sugli imprevisti		1.058,93
IVA su spese tecniche		5.603,34
Oneri previdenziali su spese tecniche		979,61
Spese per procedure di gara		225
	Totale somme a disposizione	86.378,20
	Totale complessivo	290.000,00



7. ELENCO ELABORATI DEL PROGETTO

Il presente progetto definitivo - esecutivo "Interventi di riqualificazione e rinaturazione del tratto finale della Roggia Cavolto in Comune di Merone" è composto dai seguenti elaborati:

Elaborati di testo:

1. Relazione generale
2. Relazione tecnica
3. Studio di fattibilità ambientale
4. Elenco dei prezzi unitari
5. Computo metrico estimativo e quadro economico
6. Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti
7. Cronoprogramma
8. Schema di contratto
9. Capitolato speciale di appalto
10. Piano di sicurezza e di coordinamento e quadro di incidenza della manodopera

Elaborati grafici:

- Tav. 1 Corografia - scala 1:5.000
Tav. 2 Planimetria di stato di fatto - scala 1:500
Tav. 3 Sezioni stato di fatto - scala 1:100
Tav. 4.1 Planimetria di progetto - scala 1:500
Tav. 4.2 Planimetria di progetto di dettaglio - scala 1:200
Tav. 5 Sezioni di progetto - scala 1:100
Tav. 6 Profilo longitudinale di progetto - scala 1:100/500
Tav. 7 Particolari costruttivi
Tav. 8 Planimetria di cantiere - scala 1:200



I progettisti
Ing. Stefano Minà
Ing. Maria Teresa Olmeo



Triuggio, Marzo 2015