



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

*CORSO DI LAUREA IN VALORIZZAZIONE E TUTELA
DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO MONTANO*

**"L'EVOLUZIONE DELLA VEGETAZIONE RIPARIALE:
IL CASO DI STUDIO DEL FIUME OGLIO SOPRALACUALE E
DEI SUOI AFFLUENTI"**

Relatore: Prof. Gian Battista Bischetti

Correlatore: Dott. Paolo Fogliata

Elaborato finale di: Stefany Bontempi

Matricola: 906525

Anno accademico 2019/2020

INDICE

RIASSUNTO.....	4
1. INTRODUZIONE	6
1.1. Concetto di manutenzione fluviale	6
1.2. Manutenzione degli alvei del reticolo idrico	9
1.3. La funzionalità dei corsi d'acqua naturali	13
2. LA VEGETAZIONE FLUVIALE	19
2.1. Caratteristiche della vegetazione fluviale.....	21
2.2. Funzioni della vegetazione fluviale.....	22
2.3. Le specie esotiche lungo i corridoi fluviali.....	26
3. OBIETTIVI	27
4. MATERIALI E METODI	27
4.1. Il caso di studio: il f. Oglio sopralacuale	27
4.1.1. Inquadramento geografico.....	27
4.1.2. Le specie esotiche lungo il f. Oglio sopralacuale	30
4.2. Raccolta dati vegetazionali.....	37
4.3. Indici ecologici di Landolt.....	38
4.4. Ecological Index of Maturity (EIM).....	40
5. RISULTATI	41
5.1. T. Ogliolo	41
5.2. T. Grigna.....	43
5.3. T. Dezzo	45
5.4. T. Re di Gratacasolo	47
6. DISCUSSIONE	47
6.1. Tratto indisturbato	48
6.2. Interventi di gestione	51
7. CONCLUSIONI	55
8. APPENDICE	56
8.1. Rilievi fitosociologici lungo il t. Ogliolo.....	56
8.2. Rilievi fitosociologici lungo il t. Grigna.....	59
8.3. Rilievi fitosociologici lungo il t. Dezzo.....	62
8.4. Rilievi fitosociologici lungo il t. Re di Gratacasolo	64
9. BIBLIOGRAFIA	66
10. SITOGRAFIA	67
RINGRAZIAMENTI	68

RIASSUNTO

Il presente elaborato affronta la tematica della manutenzione fluviale porgendo particolare attenzione alla gestione della vegetazione riparia.

Le tipologie e le modalità di intervento negli ambiti fluviali cercano di coniugare la conservazione della biodiversità presente, con i criteri di sicurezza idraulica e di gestione della risorsa idrica. Questo approccio sta alla base degli interventi di manutenzione ordinaria dei corsi d'acqua.

La vegetazione ripariale oltre a contribuire al consolidamento delle sponde, costituisce l'ambiente idoneo per l'alimentazione e la riproduzione di una diversificata fauna. La frammentazione degli spazi naturali rappresenta un problema per le dinamiche delle popolazioni animali, per cui il mantenimento di una certa continuità e diversità della comunità vegetale consente anche una più stabile affermazione della comunità animale. Il mantenimento di una fascia, anche ridotta, di vegetazione concorre a contenere i problemi di erosione delle sponde. Infatti, la vegetazione arbustiva ed arborea ripariale, consolida le stesse aumentando la scabrezza idraulica, ritardando la corrivazione delle acque e quindi, attenuando i picchi di piena. Di conseguenza, la vegetazione presente lungo le sponde dei corsi d'acqua va conservata, contenendone lo sviluppo solo nella misura necessaria ad evitare che costituisca un rischio dal punto di vista idraulico. Il taglio deve dunque essere limitato a quest'ultimo caso e quindi, essere adeguatamente motivato in quanto comporta una rilevante interferenza con i cicli e le dinamiche delle specie e degli habitat naturali presenti.

Il presente elaborato è stato realizzato a partire dallo svolgimento di rilievi fitosociologici, mediante metodo floristico-statistico di Braun-Blanquet, nei seguenti siti: Ogliolo, Dezzo, Grigna e Re di Gratacasolo, affluenti del fiume Oglio sopralacuale. L'elaborazione dei dati ha consentito la determinazione dell'Indice Ecologico di Maturità (EIM) e degli Indici di Landolt (umidità (F), nitrofilia (N) e luminosità (L)), i cui valori hanno supportato considerazioni relative alla gestione della vegetazione.

Le aree di saggio considerate sono situate principalmente in due contesti diversi:

- a) interessati da interventi di gestione (taglio raso e movimentazione del sedimento);
- b) indisturbati.

I risultati ottenuti hanno mostrato che dove non si è intervenuto la vegetazione appare indisturbata, viceversa nelle aree in cui sono stati realizzati interventi (taglio raso) la vegetazione è fortemente disturbata, si ha una scarsa biodiversità data dall'insediamento di specie esotiche che prendono il sopravvento a discapito delle specie che naturalmente popolano gli ambienti di ripa.

Quest'ultima modalità di gestione è generalmente sconsigliata, salvo i casi in cui la vegetazione occupa l'alveo attivo o si trova in prossimità di strutture permanenti e centri abitati.

Infatti, favorisce l'instaurarsi di specie aliene che, essendo eliofile, si comportano da pioniere e colonizzano per prime questi ambienti, sottraendo spazio alle specie autoctone. Pertanto, soprattutto sulle sponde, si consiglia di prediligere interventi selettivi, che consentano di coniugare il mantenimento della funzionalità idraulica di un corso d'acqua con la funzione ambientale e ecologica svolta dalla vegetazione.

1. INTRODUZIONE

1.1. Concetto di manutenzione fluviale

Il concetto di manutenzione indica il mantenimento in buono stato di una entità che deriva dall'operato dell'uomo (una costruzione, una macchina, ecc.). Tale concetto è meglio definito come un insieme di operazioni che vanno effettuate per mantenere sempre nella dovuta efficienza funzionale l'entità in oggetto. Più precisamente, la manutenzione è definita come la *“combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative e gestionali, durante il ciclo di vita di un'entità, volte a mantenerla o riportarla in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta”* (UNI EN 13306).

È opportuno distinguere la manutenzione ordinaria da quella straordinaria: la prima infatti viene definita come l'insieme delle operazioni manutentive programmate o programmabili, mentre la seconda come l'insieme delle operazioni imprevedute in quanto non programmate e non programmabili (UNI 11063). Per poter efficacemente svolgere la manutenzione ordinaria è necessario definire un piano di manutenzione, cioè una serie strutturata di impegni che comprendono le attività, le procedure, le risorse e il tempo necessario per eseguire la manutenzione, e che trova la sua concretizzazione in un programma di manutenzione, cioè un documento nel quale sono indicati gli specifici periodi temporali durante i quali un determinato lavoro di manutenzione deve essere eseguito (UNI EN 13306).

Il tema della manutenzione delle opere di difesa del suolo, degli alvei e del territorio è stato affrontato dalla Direttiva n.5 dell'Autorità di Bacino del fiume Po (AdBPo) approvata con deliberazione di Comitato Istituzionale n.1 in data 15 aprile 1998 *“Direttiva per la progettazione degli interventi e la formulazione di programmi di manutenzione”*. Tale Direttiva rimane su un piano generale e non è di immediata applicazione: *“Per manutenzione si deve intendere l'insieme delle operazioni necessarie per mantenere in buono stato ed in efficienza idraulico-ambientale gli alvei fluviali, in buone condizioni di equilibrio i versanti e in efficienza le opere idrauliche e quelle di sistemazione idrogeologica”*. L'AdBPo è successivamente intervenuta allargando ulteriormente il campo, ritenendo che debbano essere considerate attività di manutenzione *“tutte le azioni volte al mantenimento e al ripristino della funzionalità ecologica del territorio e idraulica di tutte le opere, manufatti e strutture necessarie per il perseguimento degli obiettivi del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Gli interventi di rinaturazione, se volti al ripristino della funzionalità ecologica di un ecosistema o parte di esso (es. i tratti fluviali) sono da considerarsi interventi di manutenzione del territorio. [...] L'attività di manutenzione non deve riguardare solo le opere ed i corsi d'acqua bensì l'intero territorio del bacino, assumendo la priorità della manutenzione dei corsi d'acqua in*

montagna, collina e pianura, delle loro pertinenze e del reticolo artificiale di pianura” (Comitato di Consultazione dell’AdBPo et al., 2001).

La Direttiva 5 dell’AdBPo, inoltre, indica che: “L’attività di manutenzione si divide in ordinaria e straordinaria a seconda che le operazioni vengano svolte periodicamente e ordinariamente al fine della conservazione e del mantenimento in efficienza delle opere, oppure siano rappresentate da un complesso di lavori di riparazione, ricostruzione e miglioramento delle stesse”. Le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PAI dell’AdBPo (art. 14, comma 1) indicano che affinché un intervento sia classificato di manutenzione ordinaria, esso debba avere le seguenti caratteristiche:

- 1) periodicità e continuità;
- 2) modeste dimensioni;
- 3) possibilità di affidamento a soggetti non istituzionali e con procedure semplificate.

Un tipico esempio di manutenzione ordinaria di un corso d’acqua consiste nella rimozione periodica di materiale vegetale e di sedimento per migliorare il deflusso delle portate riducendo la scabrezza ed aumentando l’area bagnata (Figura 1).



Figura 1- Fotografia risalente a gennaio 2019 che ritrae un tratto del t. Grigna prima che venisse effettuato il taglio. È possibile notare la presenza di materiale in alveo e di materiale vegetale vivo e morto lungo le sponde.

Un intervento di manutenzione straordinaria, invece, deve prevedere:

- 1) la riparazione, costruzione, ricostruzione e miglioramento delle parti deteriorate degli elementi di difesa, nonché per la loro trasformazione in opere anche diverse dalle originarie ma compatibili e funzionali ai compiti assegnati;
- 2) la non periodicità dovuta a eventi che ne abbiano compromesso l'efficienza;
- 3) l'affidamento dei lavori secondo procedure ordinarie.

Un esempio di manutenzione straordinaria di un corso d'acqua prevede la realizzazione ex novo di opere di difesa oppure di svolgere manutenzione periodica nei confronti di quelle presenti (Figura 2).



Figura 2- Fotografia risalente a novembre 2020 del t. Rabbia in seguito ad un evento di colata. Le conseguenze si manifestano con l'accumulo di materiale in alveo e con grossi danni alle opere di difesa spondale.

Non è considerata manutenzione la realizzazione di opere strutturali complesse con particolare riferimento alle opere di contenimento e di diversione delle piene (invasi, arginature e scolmatori), di controllo del trasporto solido e di stabilizzazione delle sponde e dei versanti che siano finalizzate alla specifica e puntuale difesa degli abitati e delle infrastrutture di interesse strategico da fenomeni di allagamento, avulsione, dissesto di versante nonché da fenomeni valanghivi.

Infine, la manutenzione di somma urgenza o manutenzione urgente definita e regolamentata ai sensi della D.G.R. n. 5407 del 18 luglio 2016 (“Opere di pronto intervento di cui alla L.R. n. 34/1973 sui

corsi d'acqua di competenza regionale - Disposizioni in materia di affidamenti in somma urgenza e di manutenzione urgente”) deve considerarsi manutenzione straordinaria.

1.2. Manutenzione degli alvei del reticolo idrico

La legge regionale sulla difesa del suolo, prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e gestione dei corsi d'acqua (legge regionale n. 4 del 15 marzo 2016, da qui in poi: L.R. 04/2016) ha come scopo primario la tutela dei cittadini e delle attività economiche, attraverso iniziative capaci di mettere in sicurezza il territorio e di intervenire sull'attenuazione del livello di rischio idrogeologico. In particolare, la gestione dei corsi d'acqua disciplinata dalla L.R. 4/2016 si inserisce in un quadro complessivo che si pone una pluralità di obiettivi:

- a) il miglioramento dello stato ecologico ambientale dei corpi idrici e della qualità delle acque ai sensi della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000;
- b) la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni ai sensi della Direttiva 2007/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2007.

Tali obiettivi sono rafforzati dalla Direttiva Habitat della Commissione Europea (92/43/CEE), relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi-naturali e della flora e della fauna selvatica, e la Direttiva 2009/147/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009, concernente la conservazione degli uccelli selvatici, che costituiscono un ulteriore riferimento.

Tra le finalità che si pone la L.R. 4/2016 vi è quella di favorire il più possibile il raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dal Piano di Gestione del distretto idrografico del Po e dal Piano di Tutela delle Acque (PTA), senza tuttavia perdere di vista il principio di sicurezza che rimane prioritario, tenendo conto che il suo perseguimento avviene anche attraverso interventi di rinaturazione e misure win-win, ovvero interventi integrati in grado di garantire contestualmente la riduzione del rischio idrogeologico ed il miglioramento dello stato ecologico dei corsi d'acqua e la tutela degli ecosistemi e della biodiversità, previste dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del Po, finalizzate ad “assicurare maggiore spazio ai fiumi”, mediante:

- a) il miglioramento della qualità morfologica dei corsi d'acqua;
- b) il potenziamento delle capacità di laminazione delle piene;
- c) l'aumento della capacità di ritenzione delle acque e del rispetto dell'invarianza idraulica;
- d) la tutela delle aree perifluviali e la promozione della delocalizzazione di insediamenti e strutture.

**Misure win win suddivise per categoria di intervento
(categoria intervento; n° misure; % misure)**

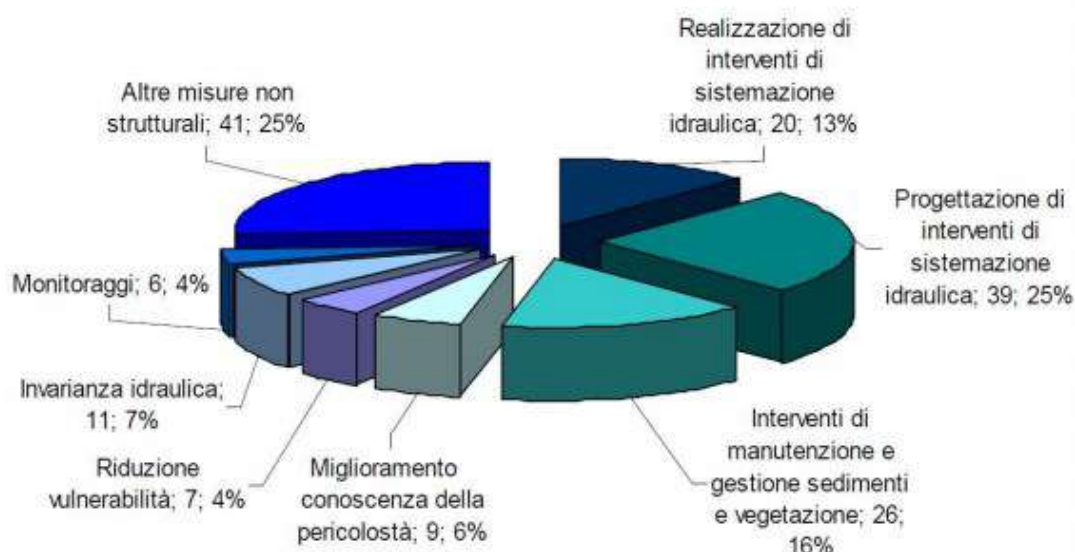


Figura 3- Suddivisione delle misure win-win per categoria di intervento. Fonte "Misure win-win e primi dati sull'evoluzione dell'assetto territoriale".

La L.R. 4/2016, infatti, recita (art. 20, comma 2) che *“gli interventi possono riguardare l’asportazione della vegetazione erbacea, arbustiva e arborea, quando ostacola il regolare deflusso delle acque, la pulizia e le riparazioni delle opere esistenti, nonché la demolizione di argini e difese spondali laddove l’opera non sia necessaria ai fini della sicurezza e ciò consenta di ripristinare condizioni più naturali di deviazione dell’alveo se vi sia adeguato spazio, l’asportazione dei sedimenti esclusivamente su tratti di corpo idrico dove l’accumulo costituisca un elemento di rischio per abitati, infrastrutture o impianti industriali”*.

Il tema della manutenzione deve quindi conciliare le istanze di sicurezza con quelle di carattere ambientale e paesaggistico, trovando il miglior compromesso tra queste esigenze, talvolta contrastanti (D.G.R. 18 giugno 2018 - n. XI/238).

Le possibili strategie di gestione e riqualificazione possono essere avere come obiettivo finale quello di preservare i rimanenti tratti d’alveo in condizioni relativamente naturali ed i processi che li rendono tali oppure migliorare i tratti molto degradati, nonostante i costi ed il modesto potenziale di miglioramento ambientale (Downs and Gregory, 2004). Tali obiettivi possono essere perseguiti mediante una procedura, sviluppata da alcuni enti pubblici statunitensi per la difesa del suolo, che consiste in uno schema di gerarchizzazione di alcuni principi generali (Tabella 1), in modo da preferire la preservazione prima della ricreazione, il ripristino dei processi prima delle forme, la ricreazione degli habitat prima della reintroduzione di specie.

Ad esempio, la ricreazione di una morfologia d'alveo 'naturalizzata' è improbabile che abbia successo senza un'appropriatezza attenzione ai regimi delle portate liquide e solide che guidano i processi geomorfologici. Viceversa, è da attendersi che una riqualificazione progettata in seguito ad un ripristino dei processi geomorfologici conduca nel tempo ad un miglioramento duraturo degli habitat per animali e piante acquatiche nativi.

La ricostruzione diretta di una morfologia d'alveo più naturale per ottenere una geometria simile a quella precedente all'alterazione può costituire la base per un recupero morfologico (Tabella 2). Tuttavia, la ricostruzione morfologica è generalmente meno preferibile rispetto all'approccio basato sul ripristino dei processi naturali perché si tratta di un approccio basato sulle forme piuttosto che sui processi. Inoltre, la ricostruzione morfologica disturba fortemente gli habitat e la fauna nel breve termine, e tali tipi di progetti hanno spesso portato alla creazione di una configurazione sinuosa a prescindere dalla tendenza naturale del corso d'acqua. Esiste pertanto il rischio che schemi di ricostruzione morfologica non portino ad un reale significativo miglioramento ambientale e che possano essere per loro natura instabili (Kondolf, 2000; Kondolf et al., 2001).

Tabella 1- Gerarchizzazione dei principi di gestione per preservare o riqualificare l'integrità fisica ed ecologica del sistema fluviale (sviluppato da National Research Council, 1992; Sacramento River Advisory Council, 2000, tratto da Downs & Gregory, 2004).

Principi di gestione	Descrizione
Preservare i processi naturali dove continuano a funzionare.	Proteggere la variabilità naturale dei regimi delle portate liquide e solide ed i processi geomorfologici associati con libere esondazioni attraverso soluzioni non strutturali progettate per permettere al corso d'acqua di continuare a funzionare dinamicamente.
Limitare cambiamenti nei processi.	Nei tratti in cui i processi naturali continuano a funzionare, ma dove esiste una minaccia di cambiamenti significativi, proteggere i processi naturali usando soluzioni non strutturali eventualmente in combinazione con misure designate a prevenire che instabilità a scala di sistema raggiungano i tratti da proteggere.
Ripristinare i processi dove possibile.	In fiumi regolati, riportare quanto più possibile i regimi di portate liquide e solide a scala di bacino verso condizioni non regolate (es. ripristinare la variabilità delle piene). In sistemi fluviali dove non è possibile intervenire sul regime delle portate liquide, perché è il risultato di variazioni di uso del suolo a scala di bacino o canalizzazioni estese, cercare di perseguire la riqualificazione modificando localmente i processi idraulici e di trasporto solido usando strutture a piccola scala.
Ripristinare la geometria naturale dell'alveo.	Effettuare riqualificazione a scala di tratto attraverso modificazioni morfologiche dirette in corsi d'acqua con basso potenziale di recupero naturale. Il processo avvierà variazioni idrauliche e di trasporto di sedimenti locali, le quali devono essere valutate ed adattate al contesto dei regimi delle portate

	liquide e solide affinché l'approccio possa essere sostenibile.
Ripristinare la vegetazione riparia.	Le comunità di piante ripariali possono diventare una parte dell'alveo e della pianta inondabile ma tale opzione ha poche probabilità di successo a meno che il ripristino di processi e/o morfologie non abbiano creato habitat adatti.
Reinserire animali e piante acquatiche nativi.	Può essere richiesto dove la flora e fauna nativi sono stati eliminati in passato, ma è improbabile che abbia successo a meno che altri interventi di riqualificazione non abbiano ricreato gli habitat richiesti dalle varie specie, ripristinato i processi critici per la sopravvivenza ed eliminato o spostato specie non native.

Tabella 2- Schema di possibili approcci di gestione di corsi d'acqua basati su condizioni esistenti e potenziale di recupero (Downs & Gregory, 2004).

Condizioni esistenti	Potenziale di recupero	Tipica posizione nel bacino	Principio	Tipici approcci di gestione
Prossimo a condizioni originarie/ intatto/ non danneggiato	Non applicabile	Zone montane, distanti da disturbi antropici	Preservare processi	Misure non strutturali
Prossimo a condizioni originarie, altamente suscettibile a disturbi/ sotto minaccia di instabilità	Non applicabile	Zone montane, vicine a disturbi antropici	Limitare variazioni processi	Misure non strutturali Rinforzi strutturali
Degradazione medio-moderata, connesso a corsi d'acqua di alto valore	Alto	Canalizzati in aree agricole (fondo in ciottoli, ghiaia, sabbia)	Ripristinare processi	Misure non strutturali Ripristinare portate e trasporto sedimenti Misure localizzate di recupero rapido
"Pietrificato" in un sistema regolato	Impedito	A valle di dighe in zone montane/pianura	Ripristinare processi	Migliorare connettività Misure localizzate di recupero rapido Ricostruzione morfologica
Degradazione medio-moderata, isolato da tratti di alto valore	Impedito/moderato	Canalizzati in aree agricole o urbane di pianura (fondo in ghiaia- sabbia)	Ripristinare processi	Misure non strutturali Ripristinare portate e trasporto sedimenti Misure localizzate di recupero rapido

Degradazione moderata-alta	Basso	Canalizzati in aree urbane (fondo in sabbia-limo)	Ripristinare geometria	Ripristinare portate e trasporto sedimenti Misure localizzate di recupero rapido Ricostruzione morfologica Rinforzi strutturali
“Moribondo” - altamente degradato	Basso/nessuno	Canalizzati in pianura (fondo argilloso)	Ripristinare geometria e vegetazione riparia	Misure localizzate di recupero rapido Ricostruzione morfologica Rinforzi strutturali

1.3. La funzionalità dei corsi d’acqua naturali

È ormai patrimonio comune della conoscenza tecnico-scientifica intervenire sui corsi d’acqua considerando in maniera integrata la sicurezza delle persone e dei beni, che possono essere messi a rischio da esondazioni, tenendo conto anche delle funzioni ecologiche e paesaggistiche. A queste va aggiunta la dinamica idromorfologica che lega tali funzioni, essendo la base fisica su cui esse si sviluppano.

Le funzionalità da preservare e/o ripristinare con le attività di manutenzione sono quindi molteplici e talvolta in contrasto tra loro poiché la naturale dinamica dei corsi d’acqua li porterebbe a modificare l’assetto planimetrico, altimetrico e trasversale. Preservare e, laddove possibile, riattivare o ripristinare la naturale dinamica fluviale per favorire una maggiore resilienza da parte degli ecosistemi fluviali è alla base dei nuovi orientamenti gestionali, ma è altrettanto evidente la necessità di intervenire quando queste dinamiche portano a situazioni di pericolo mettendo a rischio vita delle persone, beni e attività umane.

La manutenzione del reticolo idrico necessita di una visione complessiva, integrata e condivisa, che preveda specifici piani di settore, limitando a casi eccezionali azioni localizzate e fuori contesto. Questo aspetto risulta essere di particolare importanza in quanto il corso d’acqua e la sua fascia di rispetto vedono la sovrapposizione di diversi soggetti competenti per attività e spazi differenti. La pluralità di questi soggetti deve essere inquadrata in un’azione congiunta a tutela delle varie funzionalità del corso d’acqua, per prevenire interventi settoriali senza tenere conto della naturale complessità del sistema.

Per chiarire il concetto di manutenzione applicata ad un corso d’acqua è quindi necessario prendere in considerazione innanzitutto le sue funzioni: idromorfologica, idraulica, ecologica e paesaggistica (D.G.R. 18 giugno 2018 - n. XI/238).

Funzionalità idromorfologica. La dinamica idromorfologica dei corsi d'acqua determina le caratteristiche del substrato fisico su cui si sviluppano i processi ecologici e interagisce, in maniera più o meno intensa, con i processi idraulici. Tra gli elementi morfologici, è opportuno includere alcuni attributi che incorporano, almeno in parte, anche le tendenze evolutive dell'alveo. Pertanto tale approccio introduce il rispetto dell'equilibrio geomorfologico e dello spazio di libertà:

- a) l'equilibrio geomorfologico esprime quanto la dinamica geomorfologica dell'alveo si discosti da quella che avrebbe in condizioni non o scarsamente antropizzate
- b) lo spazio di libertà esprime quanto dello spazio che il corso d'acqua avrebbe naturalmente sia ancora a disposizione per la libera evoluzione morfologica dell'alveo (ovvero non sia limitato da difese spondali, pennelli, argini, ecc., né occupato da insediamenti). Riveste dunque un'importanza centrale, in quanto prerequisito per il libero esplicarsi (anche futuro) dei processi fluviali (in primis la divagazione dell'alveo). Si noti tuttavia che, più che misurare lo stato attuale, è un predittore dello stato futuro (Nardini et al., 2008). (Figura 4)

Tener conto dell'esistenza di una dinamica idromorfologica è quindi essenziale per qualsiasi intervento di manutenzione sui corsi d'acqua. Tali interventi, infatti, hanno delle inevitabili ripercussioni sull'assetto geomorfologico, sulla capacità idraulica di convogliare portate di piena senza danni, sul paesaggio e sui processi ecosistemici dei corsi d'acqua stessi. Gli interventi di manutenzione in un corso d'acqua devono considerare il mantenimento/ripristino della funzionalità idromorfologica, e devono mirare a mantenere/ripristinare la morfologia di riferimento dei tratti in esame, ed eventualmente a regolare le attività di prelievo del materiale litoide finalizzato alla gestione dei sedimenti in alveo. A proposito dell'estrazione di materiale litoide associato alle operazioni di manutenzione, occorre ricordare che le NTA del PAI dell'AdBPo (art. 14 comma 3) richiedono che queste ultime debbano essere conformi alla "Direttiva in materia di attività estrattive nelle aree fluviali del bacino del fiume Po" approvata con D.P.C.M. 24 luglio 1998, che indica che l'estrazione è consentita per il mantenimento della sezione di deflusso e l'efficienza delle opere e delle infrastrutture; inoltre essa fissa limiti massimi di asportazione di materiale nell'ambito di interventi di manutenzione.

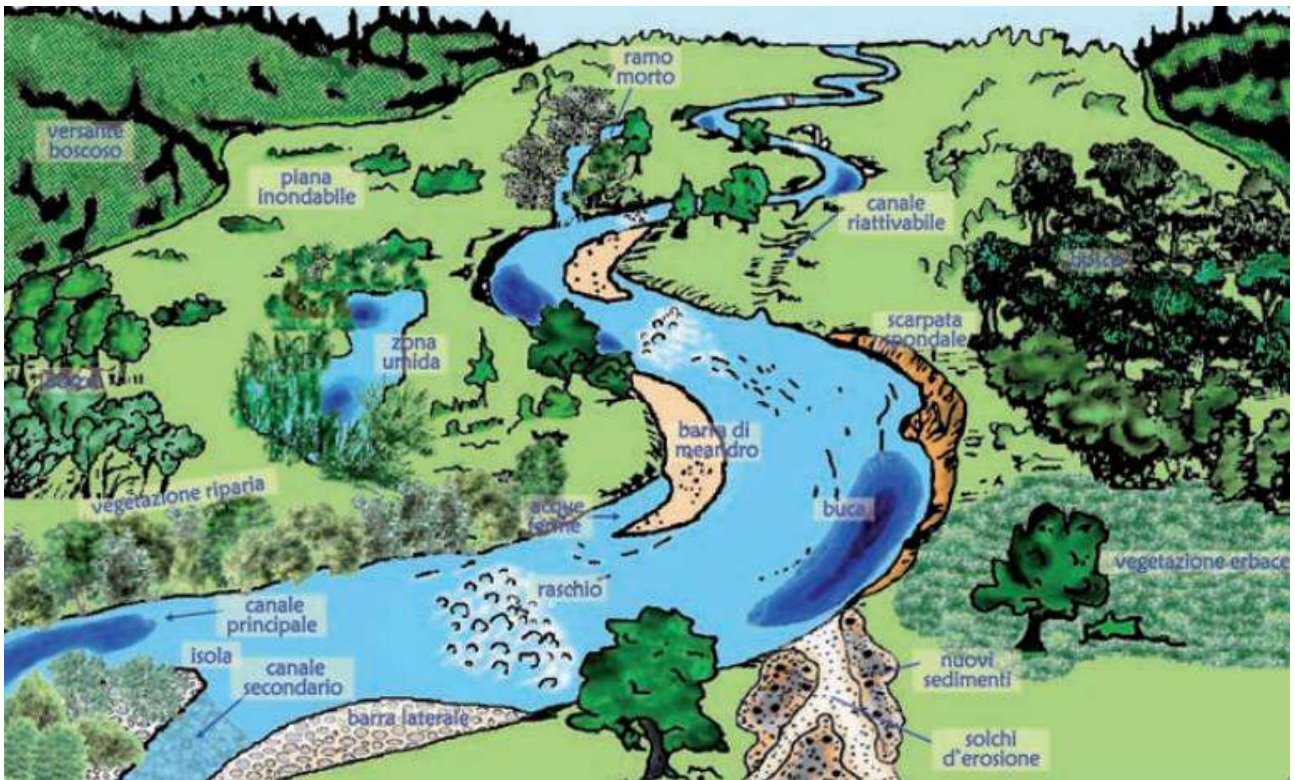


Figura 4- La diversità dell'ambiente fluviale. Fonte "Caratteristiche degli ambienti perifluviali: significato ecologico e valenze ambientali" M. R. Minciardi Centro Ricerche ENEA di Saluggia (VC).

Funzionalità idraulica. La funzionalità idraulica può essere definita come la capacità dei corsi d'acqua di convogliare la portata liquida e solida e il materiale legnoso fluitato provenienti da monte, eventualmente anche attraverso la loro laminazione, senza che vi sia pregiudizio degli insediamenti, delle infrastrutture e degli attraversamenti presenti nella sua area d'influenza. Essa può essere garantita lasciando al corso d'acqua un sufficiente spazio sgombro da attività e insediamenti antropici in modo che il corso d'acqua sia libero di trasportare quanto proviene da monte, eventualmente invadendo la piana alluvionale e aggiustando il proprio assetto plano-altimetrico assecondando la propria dinamica. In realtà, in un territorio densamente antropizzato (come la Lombardia), questo è difficilmente praticabile e spesso occorre mettere in atto interventi finalizzati a garantire la sufficienza idraulica dei tratti, a conservare la stabilità delle sponde, a provvedere al mantenimento della sezione di progetto, a garantire la certezza idraulica degli attraversamenti e dei manufatti, a rimuovere i potenziali ostacoli creatisi sia per cause naturali (eccessiva crescita della vegetazione, depositi di sedimenti), sia antropiche (costruzioni o interventi).

La sicurezza idraulica, infatti, non si persegue unicamente attraverso la regolarità delle sezioni e il principio di minima resistenza idraulica, ma considerando l'intero percorso fluviale e torrentizio in modo da sfruttare tutte le possibili occasioni di laminazione e di attivazione delle piane alluvionali dei tratti posti a monte del tratto in esame.

La funzionalità idraulica degli alvei naturali è influenzata dalla vegetazione presente in un dato areale. La vegetazione riparia è responsabile del controllo di molti processi fisici ed idraulici. Con il termine processi fisici si intende la componente di vegetazione viva e morta: la prima ha proprietà che cambiano in funzione delle stagioni, mentre la seconda costituisce i detriti che vengono trasportati dal corso d'acqua, che a loro volta possono costituire strutture resistenti o labili. Questi residui possono ostruire, deviare oppure agevolare il flusso d'acqua e quindi essi sono in grado di controllare la portata in prossimità delle zone ripariali, così come il collegamento idraulico. L'irregolarità rappresentata dalla vegetazione dipende dalla sua altezza e dal coefficiente di rigidità, da un insieme di parametri che includono la densità, l'elasticità, la forma e la flessibilità della vegetazione (Kouwen, 1988; Fathi-Maghadam and Kouwen, 1997). Thorne et al. (1997, 1998a, 1998b) evidenzia l'importanza di includere la forma e le caratteristiche biofisiche delle specie di piante e anche la stagionalità e la successione vegetale negli studi idraulici (Tabacchi et al., 2000).

Funzionalità ecologica. I corsi d'acqua hanno l'importante funzione di **“corridoio ecologico”** permettendo un collegamento fra aree a diversa funzionalità ecologica (ad esempio aree di rifugio e aree di alimentazione), ma anche uno scambio genetico fra le popolazioni più lontane di una specie, la colonizzazione di nuovi territori e il ripopolamento di quelli dove la fauna è scomparsa per un eccessivo disturbo antropico; inoltre hanno una fascia di pertinenza intimamente legata alla dinamica idromorfologica che ne determina, oltre alla morfologia, le caratteristiche del substrato e le condizioni di saturazione in relazione alla frequenza di inondazione. In tale fascia si vengono a formare ambienti ripariali caratterizzati da una grande ricchezza ecosistemica e sono una fonte di biodiversità.

Ad oggi si predilige una gestione “gentile” dei corsi d'acqua, che cerca di soddisfare contemporaneamente la ricerca della sicurezza idraulica e la funzionalità ecologica e ambientale, utilizzando la presenza della vegetazione d'alveo e riparia. La manutenzione della vegetazione lungo i corsi d'acqua viene eseguita nel rispetto del ruolo della vegetazione in alveo, per il suo contributo nei processi depurativi, nel consolidamento delle sponde, nella regolazione del deflusso delle portate di piena nonché nella preservazione della diversità ambientale e biologica lungo i sistemi fluviali.

Il ruolo di ecotono è ormai riconosciuto e tutelato dalle normative europee, nazionali ed è recepito dalle Direttive Tecniche dell'AdBPo. Lungo i corsi d'acqua vi sono numerosi habitat d'interesse comunitario che sono tutelati in particolare dalla Direttiva “Habitat” (92/43/CEE del 21 maggio 1992) e dalla Direttiva “Uccelli” (147/2009/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009).

Il D.P.R. 357/1997 prevede l'adozione da parte delle Regioni delle "misure di conservazione necessarie che implicano all'occorrenza appropriati piani di gestione conformi alle esigenze ecologiche dei tipi di habitat naturali di cui all'allegato A e delle specie di cui all'allegato B" del citato decreto, presenti nei siti e sulla base di linee guida ministeriali per la gestione delle aree della Rete Natura 2000.

In tali aree occorre prestare particolare attenzione nelle operazioni di manutenzione in quanto, ai sensi dell'art. 6, comma 3 della Direttiva 92/43/CEE, gli interventi non direttamente connessi alla gestione del sito (cioè non direttamente connessi e necessari al mantenimento in uno stato di conservazione soddisfacente delle specie e degli habitat presenti nel sito Natura 2000) ma che possono avere incidenze significative su tale sito devono essere sottoposti a Valutazione di Incidenza Ambientale (VIncA).

Accanto agli strumenti previsti dalla Rete Natura 2000, la funzionalità ecologica è garantita anche dalla Rete Ecologica Regionale (RER). La RER, definita con la D.G.R. n. 10962 del 30 dicembre 2009, è riconosciuta come infrastruttura prioritaria del Piano Territoriale Regionale e costituisce lo strumento per il raggiungimento delle finalità previste in materia di biodiversità e servizi ecosistemici, a partire dalla Strategia di Sviluppo Sostenibile Europea (2006). La caratteristica di linearità dei corsi d'acqua e della vegetazione lì presente, più o meno ricca, fanno sì che i corsi d'acqua siano un elemento di naturale connessione delle aree a forte valenza ecologica. Si deve tenere presente che per i piani o gli interventi che interessano i corridoi primari o gli elementi di primo livello della RER può essere necessaria la Valutazione di Incidenza (D.G.R. n. 6420 del 27/12/2007 e successivi aggiornamenti). Per qualsiasi corso d'acqua sia che faccia parte o meno della Rete Natura 2000, la manutenzione non deve peggiorarne lo stato ecologico, di cui alla Direttiva 2000/60/CE.

Funzionalità paesaggistica. In accordo con la Convenzione europea del paesaggio, i corsi d'acqua costituiscono una delle componenti fondamentali dello stesso, in grado di legare grazie alla loro geometria lineare, tessere differenti, nonché di qualificare gli ambienti meno pregiati. In particolare, le aree caratterizzate da una forte urbanizzazione o da un'agricoltura intensiva (spesso considerate povere dal punto di vista paesaggistico) traggono un grande beneficio dalla presenza dei corsi d'acqua, purché questi mantengano quelle caratteristiche che ne fanno un elemento di pregio. Tali caratteristiche sono una struttura sufficientemente complessa e dinamica con processi ecosistemici più o meno attivi e la connessione con gli altri elementi del paesaggio circostante, tra cui la vegetazione. Questo tipo di funzionalità può essere compromessa da interventi che mirano solamente alla massimizzazione della funzionalità idraulica.

Le attività di manutenzione della sezione incisa degli alvei, delle fasce di rispetto lungo le sponde dei corsi d'acqua e delle relative opere idrauliche sul reticolo idrico principale, minore e consortile, anche se consistenti in taglio della vegetazione, in quanto rivolte alla conservazione del paesaggio tradizionale e al rafforzamento dell'assetto idrogeologico del territorio e sempre che non comportino alterazione permanente dello stato dei luoghi con costruzioni edilizie e altre opere civili, non richiedono né l'autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'articolo 149, comma 1, lettera b), del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137), né l'autorizzazione alla trasformazione d'uso del suolo di cui all'articolo 44 della L.R. 31/2008 relativo al vincolo idrogeologico (R.D. 3267/1923).

Alcuni corsi d'acqua possono inoltre essere tutelati con specifico provvedimento motivato ai sensi dell'art. 136 "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico" del medesimo D.Lgs. I corsi d'acqua e le relative fasce di pertinenza sono anche considerati nell'ambito del Piano Paesistico Regionale, che contiene i relativi criteri e indirizzi di tutela che mirano al contenimento dei fenomeni di degrado e all'inversione dei processi che ne stanno alla base, sia a scala locale che più vasta. L'assoggettamento a tutela paesaggistica dei corsi d'acqua e delle fasce di rispetto delle sponde prescrive che qualora l'opera o l'intervento proposto comporti la distruzione o modificazioni che rechino pregiudizio ai valori paesaggistici oggetto di protezione deve essere preventivamente autorizzato ai sensi dell'art. 146.

Tale autorizzazione non è richiesta per gli interventi previsti all'art.149, ossia:

- a) "di manutenzione ordinaria, straordinaria, di consolidamento statico e di restauro conservativo che non alterino lo stato dei luoghi e l'aspetto esteriore degli edifici";
- b) "inerenti l'esercizio dell'attività agro-silvo-pastorale che non comportino alterazione permanente dello stato dei luoghi con costruzioni edilizie ed altre opere civili, e sempre che si tratti di attività ed opere che non alterino l'assetto idrogeologico del territorio";
- c) "per il taglio colturale, la forestazione, la riforestazione, le opere di bonifica, antincendio e di conservazione da eseguirsi nei boschi e nelle foreste indicati dall'articolo 142, comma 1, lettera g), purché previsti ed autorizzati in base alla normativa in materia".

I corsi d'acqua integri in tutte le loro componenti rivestono un ruolo importante in termini di offerta di servizi ecosistemici. Tra le principali funzioni assolte da un ecosistema fluviale "sano", si possono, infatti, ricordare le seguenti che presentano anche vantaggi evidenti per l'uomo:

- a) l'approvvigionamento di acqua diretto e indiretto, attraverso la ricarica delle falde, per gli usi umani (potabile, irriguo e industriale);

- b) la depurazione delle acque dagli inquinanti attraverso il mantenimento di habitat per le comunità che depurano (autodepurazione);
- c) l'omeostasi idraulica che si esplica: sia attraverso l'attenuazione delle piene, in quanto la vegetazione perifluviale rallenta la corrente e le aree umide laterali contribuiscono a trattenere parte dell'acqua di piena, sia attraverso l'attenuazione delle magre tramite il passaggio di acqua dalle zone di accumulo naturali dell'ecosistema fluviale al corso d'acqua stesso;
- d) la mitigazione degli effetti dei gas serra (mediante assorbimento di biossido di carbonio da parte delle specie vegetali riparie e acquatiche);
- e) la conservazione del paesaggio;
- f) il mantenimento della biodiversità;
- g) l'offerta di servizi ricreativi e sportivi (itinerari pedonali, balneazione, canoeing, pesca, ...).

2. LA VEGETAZIONE FLUVIALE

La vegetazione riparia è quella che popola *“l'ambiente contiguo ai corsi d'acqua che è interessato dalle piene oppure dall'acqua freatica di provenienza fluviale”*. La definizione sottolinea l'effetto determinante del fattore idrico, ma rende difficile la delimitazione del sistema, soprattutto in aree pianeggianti dove la vegetazione riparia si confonde con quella planiziarica a determinismo freatico indipendente (Pedrotti et al.,1996).

Il sistema fluviale non comprende solo l'ambiente contiguo di sponda (ripario) ma anche quello dell'alveo di scorrimento; è quindi per sua natura un sistema più o meno lineare, complesso, mutevole nello spazio e nel tempo che richiede qualche preliminare definizione della diversità ambientale e vegetazionale.

Per distinguere le diverse condizioni trasversali di un corso d'acqua si può ricorrere alle cosiddette *“forme fluviali”* dell'alveo, inteso come area di prevalente scorrimento idrico, e della riva, intesa come area più o meno inondabile o freaticamente influenzata dal corpo idrico.

Di seguito si possono individuare le seguenti condizioni geomorfologiche (Figura 5) (Canuti e Rinaldi,1997):

- a) Canale o “alveo di magra”: parte dell'alveo che risulta totalmente o parzialmente sommersa dalla maggior parte (in termini temporali) delle portate del fiume. Il canale può presentare vegetazione idrofita o in fase di magra elfitica, ma anche popolamenti effimeri di alveo in secca.
- b) Barra: forma che sta topograficamente ai margini e sopra il canale. La sua superficie è definita da un'altezza idrometrica che rappresenta il 40% della curva di durata delle portate. Si

possono distinguere “barre alte” e “barre basse”. La barra presenta in genere vegetazione elofitica o popolamenti igrofitici tolleranti sommersioni temporanee.

- c) Sponda arbustata (channel shelf): forma riparia compresa tra la barra e la vegetazione arborea. Compare lungo i corsi d’acqua acclivi e risulta inondata per il 5-25 % della curva di durata delle portate. Come dice il nome presenta una vegetazione prevalentemente arbustiva e igrofila.
- d) Pianura inondabile: forma caratteristica di sistemi fluviali più o meno planiziari corrispondente alla portata di alveo pieno, con frequenza di inondazione mediamente di 2-2,5 anni.
- e) Terrazzo: rilevato dell’alveo rispetto alla piana inondabile che viene invaso solo da piene eccezionali con tempi di ritorno maggiori di 3 anni. Deriva da pregresse piane inondabili in conseguenza di erosioni del fondo del corso d’acqua. La vegetazione potenziale è in genere quella arborea planiziarica tollerante temporanee sommersioni.
- f) Sponde: scarpate o pendici che separano due delle precedenti forme. Le sponde artificiali elevate sul piano di campagna sono dette “argini”. La parte inferiore interna dell’argine può rientrare nella sponda arbustata.
- g) Alveo attivo o “alveo di piena”: superficie comprensiva delle forme più basse della piana inondabile (a e b).

Abbiamo quindi la vegetazione dell’alveo attivo e quella riparia comprendente le sponde, mentre la vegetazione arborea verrebbe a ricadere nella pianura inondabile. Da queste forme fluviali restano quindi escluse le formazioni planiziarie influenzate dal corso d’acqua.

La diversità longitudinale dipende dalla diversa dimensione e portata del corso d’acqua dalle sorgenti alla foce, dall’inclinazione dell’alveo, dalla diversa natura geomorfologica dei substrati attraversati, dalla quota e quindi dalla diversità climatica del contesto circostante. Nel suo percorso un sistema fluviale attraversa in genere diverse fasce climatiche e conseguentemente muta il contesto floristico che forma la vegetazione.

In definitiva la maggiore o minore complessità del mosaico vegetazionale di un sistema fluviale nasce dall’espressione congiunta dei fattori che determinano la variabilità trasversale e la diversità longitudinale.

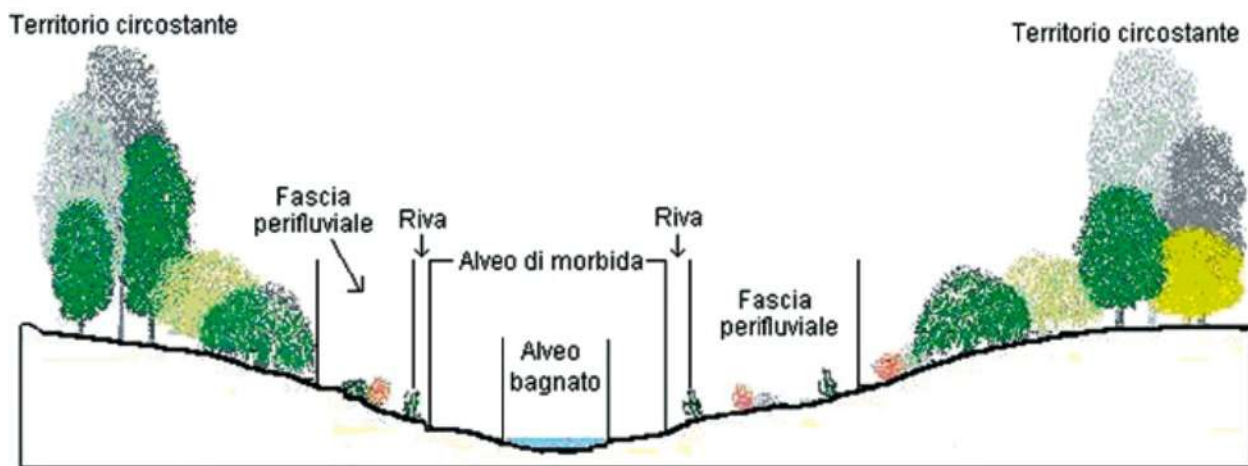


Figura 5- Forme geomorfologiche di un sistema fluviale. Fonte "L'Indice di Funzionalità Fluviale come strumento didattico nell'educazione ambientale: una proposta", R. Sconfietti Dipartimento di Ecologia del Territorio, Università di Pavia.

2.1. Caratteristiche della vegetazione fluviale

I boschi ripariali costituiscono degli habitat di notevole importanza per l'equilibrio idrogeologico del bacino idrografico che li comprende. Questi ambienti per poter funzionare in modo equilibrato, evitando pericolose esondazioni e dissesti sui terreni adiacenti, devono avere una dimensione proporzionata alla funzione di accumulo temporaneo almeno delle acque di piena normale. Posizionati tra terra e acque, rappresentano una prima barriera difensiva di sinergie di comunità biotiche (ricca di specie animali e vegetali specializzate) selezionate dai fattori morfologici, climatici ed edafici locali.

La vegetazione riparia è costituita, a partire dall'alveo di magra, da erbacee pioniere di greto, formazioni arbustive riparie, formazioni arboree riparie. Va sottolineato che il termine "riparia" si riferisce alla composizione delle comunità vegetali che sono costituite da specie riparie, cioè adattate ad insediarsi nel corridoio fluviale (specie in grado di sopportare la corrente, il deposito di sedimento, l'abrasione e la rottura dei fusti; specie dotate di semi e talee che sopravvivono in condizioni in cui il suolo è costituito prevalentemente da ghiaia; specie pioniere in grado di attecchire su suoli nudi; specie in grado di colonizzare ambienti periodicamente sommersi); il termine perifluviale ha, invece, un significato topografico e prescinde dalla composizione in specie.

La fascia caratterizzata dalla presenza di vegetazione riparia ("fascia riparia") rappresenta una zona di transizione (in ecologia "ecotono") tra due sistemi adiacenti. Le zone di transizione, o gli ecotoni, sono zone dinamiche caratterizzate da un'elevata biodiversità (IFF, 2007).

L'ambiente rivierasco, sia per composizione che per struttura e funzionalità, risulta dunque tipicamente "azonale", vale a dire che è del tutto svincolato dal resto delle biocenosi contigue e, come ricorda Querini (1989), dipende in primo luogo dal regime delle acque e da un insieme di fattori quali:

- a) la posizione geografica, che nel caso delle Alpi, influisce sul clima generale del territorio con caratteristiche di continentalismo (zone alpine interne) o oceanicità (avanterra o zone marginali);
- b) l'orografia che, se posta a breve distanza dal mare con barriere elevate, provoca un notevole movimento delle masse d'aria umida verso terra e viceversa;
- c) l'altimetria e l'ampiezza della sezione montuosa, con conseguente "effetto di massa" sull'andamento termico e quindi sulla posizione altimetrica di flora e fauna;
- d) la geologia ed i tipi di substrato: alla geologia, a seconda della morfologia e dei litotipi, si devono i vari fenomeni erosivi ed i movimenti franosi lungo i versanti; mentre le caratteristiche tessiturali e strutturali del substrato (grossolani, fini, compatti...) influiscono sulla capacità di ritenuta idrica, permeabilità, scorrimento superficiale e sulla pedogenesi medesima;
- e) aggressività delle acque e la relativa circolazione superficiale e sotterranea;
- f) la tipologia vegetazionale, le linee evolutive dei soprassuoli, che risultano più o meno efficienti nei riguardi della protezione del suolo.

I boschi di ripa risultano dei soprassuoli relativamente indipendenti dal clima locale, dato che le loro componenti dipendono dalla presenza e dal regime delle acque, che condizionano la genesi del suolo delle rive, la disponibilità idrica ed il rifornimento di sostanze nutritive.

Tuttavia anche i boschi ripariali, come accade per il resto della vegetazione terrestre, presentano fisionomie e composizioni diverse in relazione alle condizioni climatiche delle stazioni da essi occupate.

2.2. Funzioni della vegetazione fluviale

La vegetazione riparia, all'interno dell'ecosistema fluviale, svolge importanti funzioni sia dal punto di vista ecologico che dal punto di vista idraulico. Dal punto di vista ecologico i servizi ecosistemici in cui la vegetazione è coinvolta sono:

- a) la presenza di vegetazione e di suoli maturi nelle aree inondabili favorisce l'infiltrazione nel terreno dell'acqua, che può così andare ad alimentare la falda o tornare al reticolo idrografico in tempi prolungati;
- b) apporto di materia organica al corso d'acqua (sottoforma di detriti vegetali);
- c) contributo alla regolazione del clima. Ha funzione di regolazione idrologica, regolazione morfologica, cicli biogeochimici, fotosintesi/produzione primaria, costruzione di habitat. Notoriamente la presenza di superfici boscate ha benefici effetti regolatori sul microclima;

- d) regolazione termica delle acque (l'ombreggiamento impedisce che l'acqua raggiunga temperature elevate);
- e) corridoio ecologico per le specie animali (soprattutto nei contesti territoriali antropizzati i corsi d'acqua spesso costituiscono uno dei pochi elementi naturali rimasti in grado di offrire cibo e rifugio);
- f) funzione filtro nei confronti degli inquinanti dilavati dai territori circostanti (tale funzione è particolarmente significativa quando il corso d'acqua attraversa aree agricole).

Dal punto di vista idraulico la presenza di vegetazione in alveo o più frequentemente sulle sponde, interagisce con il movimento stesso dell'acqua all'interno delle sezioni e con i processi d'erosione e d'instabilità delle sponde. Tali interazioni hanno diverse conseguenze sia positive, che negative, nei riguardi della stabilità delle sponde e del deflusso. Sotto il profilo idraulico, la vegetazione interagisce con la corrente fondamentalmente attraverso tre meccanismi:

- 1) le piante aumentano le resistenze esercitate dal contorno bagnato nei confronti del deflusso, con conseguente riduzione della velocità dell'acqua, aumento dei tiranti idrici e riduzione della portata massima che la sezione è in grado di convogliare a parità di geometria;
- 2) la riduzione della velocità e della conseguente capacità di trasporto della corrente determina un aumento della possibilità di deposizione di materiale solido che può così ridurre la sezione utile, con conseguente aumento della quota del pelo libero;
- 3) la vegetazione occupa una parte della sezione riducendone la porzione disponibile per il deflusso.

Dal punto di vista della stabilità delle sponde, invece, la vegetazione agisce attraverso quattro meccanismi:

- 1) la trattenuta delle particelle superficiali del terreno ostacolando l'asportazione da parte della corrente che esercita una tensione di trascinamento sul contorno bagnato;
- 2) la riduzione della velocità della corrente, in particolare sul contorno bagnato, riduce le tensioni che il terreno subisce;
- 3) la presenza di radici genera un rinforzo meccanico assimilabile ad un aumento di coesione che si aggiunge a quella del terreno eventualmente presente in relazione alla sua composizione mineralogica e granulometrica;

- 4) l'evapotraspirazione delle piante determina una riduzione del contenuto idrico del terreno e la conseguente diminuzione delle pressioni interstiziali legate appunto alla presenza di acqua tra le particelle di terreno.

In generale, quindi, non è possibile stabilire a priori l'effetto complessivo che la vegetazione ha nei confronti della funzionalità idraulica di un corso d'acqua ma occorre valutare ciascun caso specifico utilizzando procedure adeguate (Figura 6). L'effetto complessivo, infatti, dipenderà oltre che dalle caratteristiche idrauliche della sezione e dalla portata che perviene dal bacino di monte, anche dalle caratteristiche meccaniche e morfologiche della vegetazione presente (o da insediare), che possono essere differenti in funzione della specie, dello stadio fenologico, dell'età e dell'eventuale manutenzione effettuata.

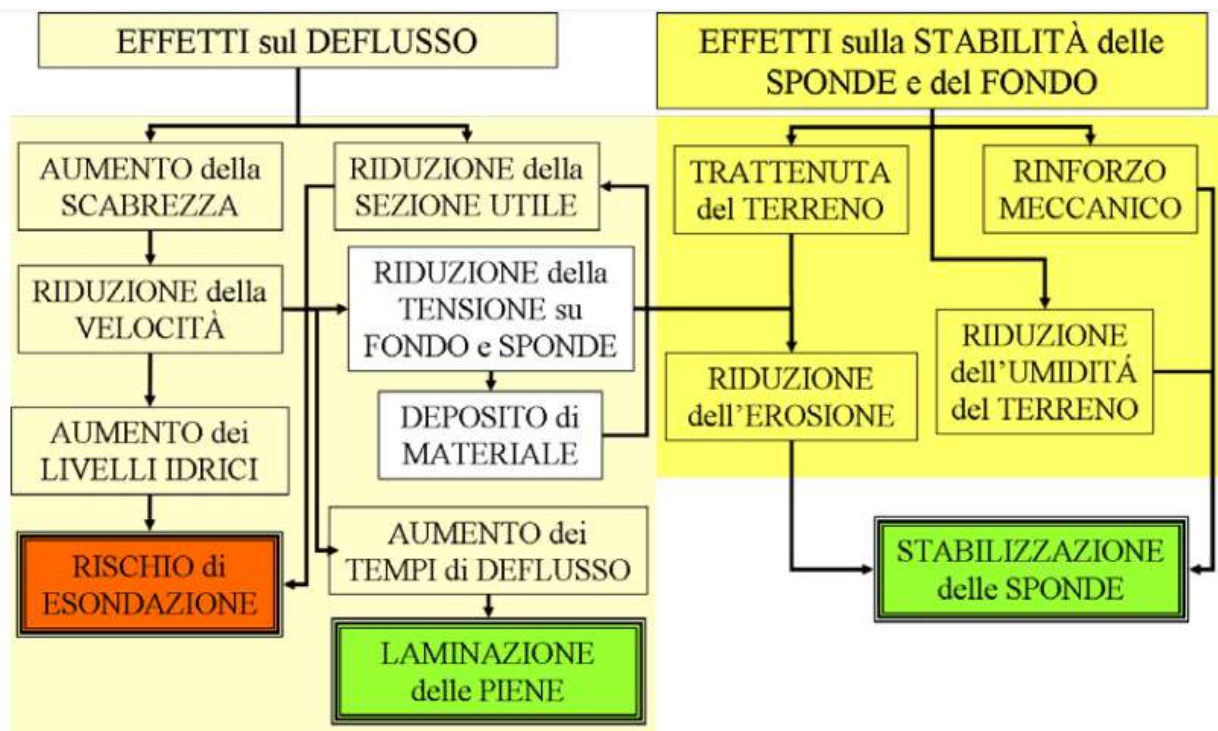


Figura 6- Processi di interazione tra vegetazione, deflusso, condizioni idrauliche, stabilità delle sponde. Fonte D.G.R. 18 giugno 2018 - n. XI/238.

Ricapitolando, dal punto di vista idraulico le funzioni in cui la vegetazione è coinvolta sono:

- a) Il controllo dell'erosione. Ha funzione di regolazione idrologica, regolazione morfologica, fotosintesi/produzione primaria. Gli apparati radicali notoriamente svolgono una forte azione stabilizzante sia nei confronti di fenomeni gravitativi che delle sollecitazioni idrodinamiche; la protezione dalle sollecitazioni idrodinamiche è svolta anche dalla vegetazione erbacea e dalle chiome flessibili dello strato arbustivo.

- b) La regolazione degli eventi di piena. Ha funzione di regolazione idrologica, regolazione morfologica, fotosintesi/produzione primaria. La laminazione delle piene avviene attraverso l'espansione delle acque in aree inondabili prive di insediamenti e infrastrutture, delle quali la vegetazione aumenta la scabrezza e, quindi, i livelli idrometrici e la capacità di invaso.
- c) La regolazione della disponibilità di acqua. Ha funzione di regolazione idrologica, regolazione morfologica, cicli biogeochimici, ciclizzazione dei nutrienti, fotosintesi/produzione primaria.
- d) La produzione e il trasporto di sedimenti. Ha funzione di regolazione idrologica, regolazione morfologica, fotosintesi/produzione primaria. La vegetazione viva sulle sponde e materiale legnoso morto in alveo, rispettivamente rallentano l'erosione delle sponde e favoriscono il temporaneo accumulo di sedimenti in alveo, con ciò regolando i flussi di sedimenti e rendendo più stabile l'assetto morfologico degli alvei.
- e) Il controllo dei nutrienti e la depurazione. Ha funzione di regolazione idrologica, regolazione morfologica, formazione del suolo, cicli biogeochimici, ciclizzazione dei nutrienti, fotosintesi/produzione primaria, costruzione di habitat, costituzione delle catene alimentari. La maggior parte dei processi biologici, chimici e fisici responsabili della rimozione dalle acque di nutrienti ed altri contaminanti sono incardinati sulla presenza di fasce boscate lungo i corsi d'acqua.

La vegetazione riparia quindi può rappresentare un naturale strumento di difesa del territorio, limitando gli effetti di eventi alluvionali (Figura 7).



Figura 7- Funzioni idraulico-meccaniche svolte dalla vegetazione riparia. Fonte "Buone pratiche di gestione del corso d'acqua - Linee guida". Progetto PELLIDRAC, 2011.

2.3. Le specie esotiche lungo i corridoi fluviali

Identificare le comunità originali di piante in qualunque territorio civilizzato è ormai una sfida che vede impegnate, oltre all'esperienza botanica, le differenti competenze disciplinari invocate soprattutto nella ricostruzione del passato. Il degrado della vegetazione autoctona è portato dall'esotismo che deriva dall'insediamento stabile, paesaggisticamente determinante, di piante provenienti da terre lontane, estranee alla primordialità del territorio. A un'avanguardia di vegetazione autoctona ormai disorganizzata, indebolita e compromessa, le aliene rispondono espandendosi e conquistando passo a passo il territorio. Oggi la comparsa e l'affermazione di nuove aliene è un fatto sempre più frequente in ordine ai movimenti umani; molte di esse vengono deliberatamente introdotte, ma una gran parte, opportuniste e clandestine, agisce inattesa e incontrollata. I guai di queste comparse sono molteplici, spesso di pesante rilevanza economica e sanitaria; in altri casi non si registrano effetti negativi diretti di una presenza vegetale aliena, ma bisogna ricordare che essa è un sintomo di malattia del territorio, privato delle sue difese naturali. In ogni area geografica conoscere le specie aliene e distinguerle dalla base autoctona della sua flora è preliminare sia al monitoraggio della biodiversità sia a qualunque pianificazione ecosostenibile d'uso del suolo e di governo del territorio. Dal punto di vista ambientale i danni rappresentati dalle specie esotiche possono essere notevoli. Comportano la competizione con le specie autoctone con la

conseguente riduzione di biodiversità, l'inquinamento genetico e le modificazioni delle caratteristiche fisico-chimiche dei suoli e dei corpi d'acqua.

La Lombardia, sul terreno nazionale, detiene il primato di alienazione floristica con 619 specie esotiche, tra invasive, naturalizzate e casuali. Le zone ripariali sono caratterizzate dalla presenza di flora esotica e le specie più problematiche nel territorio lombardo sono: *Robinia pseudoacacia*, *Buddleja davidii*, *Reynoutria japonica*, *Alianthus altissima* ed *Impatiens glandulifera* (Banfi e Galasso, 2010).

3. OBIETTIVI

L'obiettivo principale che ci si propone di perseguire mira ad una gestione sostenibile della vegetazione fluviale, al fine di mantenere la biodiversità, produttività, capacità di rigenerazione, vitalità e il potenziale per svolgere le funzioni ecologiche, economiche e sociali. In questo elaborato, gli obiettivi secondari sono:

- a) valutazione dello stato floristico di alcuni tratti fluviali rappresentativi del f. Oglio sopralacuale;
- b) applicazione di indicatori ecologici nelle condizioni attuali dei tratti investigati;
- c) valutazione delle variazioni di questi indicatori ecologici in seguito ad interventi di manutenzione ordinaria.

4. MATERIALI E METODI

4.1. Il caso di studio: il f. Oglio sopralacuale

4.1.1. Inquadramento geografico

Il bacino ha una superficie complessiva di circa 6.360 km², il 54% dei quali in ambito montano e si estende dal Gavia e Tonale alla confluenza del fiume Po.

Il f. Oglio si origina a Ponte di Legno alla confluenza dei torrenti Frigidolfo, proveniente dal Gavia, e Norcanello, proveniente dalla Val Sozzine. Esso percorre la Val Camonica alternando tratti ripidi ad altri pianeggianti, immettendosi quindi nel Lago d'Iseo. Esce poi dal Lago in località Sarnico e confluisce nel fiume Po dopo aver percorso complessivamente 280 km.

Nel tratto sopralacuale l'Oglio riceve numerosi affluenti, fra i quali i più importanti sulla sinistra idrografica sono i torrenti: Val Paghera, Val Moranda, Val Finale e Val Foppa, Val D'Avio, Grigna, Inferno, Rovinazza, Re di Gianico, Re di Artogne, Re di Gratacasolo e Val Palot; alla destra idrografica invece troviamo i torrenti: Val Grande, Ogliolo di Monno della Val Dorena, Fiumicello, Ogliolo di Corteno, Dezzo, Ogne e Supine.

Al bacino è assegnabile una suddivisione in tre ambiti:

- 1) la Bassa Valle, dall'orlo superiore del Sebino fino alla soglia di Breno;
- 2) la Media, da Breno a Edolo;
- 3) l'Alta, oltre Edolo sino al Tonale.

Ampi depositi alluvionali, conoidi, isolate o compatte emergenze di arenarie rosse, strati calcarei sono l'articolata compagine degli elementi geologici della parte bassa, che acquistano vigore di forme e struttura nell'incedere, oltre Breno, di strutture metamorfiche (dioriti, tonaliti) appartenenti al massiccio dell'Adamello. Dopo Edolo il ripiegamento della valle verso oriente riprende l'andamento della faglia dinarica, indicativo limite tra le formazioni cristalline alpine e quelle calcaree prealpine. Nel manto vegetale, a seconda della quota e dell'esposizione, si rinvengono tutti i vari orizzonti botanici dai quali occorre rimarcare la predominanza del castagno, delle resinose e dei paesaggi agrari composti sui conoidi, terrazzate, sui versanti adagiati sui dossi e sulle conche moreniche, ritagliati dai boschi o ripresi dai pascoli nelle quote più alte.

All'interno del bacino della Val Camonica il f. Oglio attraversa, in subordine, modesti affioramenti di litoidi metamorfici massivi, litoidi ignei con frequenti discontinuità per stratificazione o scistosità, depositi derivanti dall'alterazione di rocce e terreni e in prossimità della foce nel lago, alternanze di litoidi eterogenei a diverso comportamento meccanico. In tutta l'area del sottobacino affiorano depositi glaciali e fluvioglaciali e depositi eterogenei e di versante e di trasporto torrentizio.

Il bacino in questione è caratterizzato da un regime pluviometrico di tipo continentale, con massimi estivi e minimi invernali e il clima si identifica col tipo alpino e può essere così caratterizzato:

- a) radiazione solare intensa;
- b) temperature invernali meno rigide di quelle di fondovalle in quanto l'aria fredda, più pesante, si raccoglie in basso;
- c) temperature estive poco elevate;
- d) elevata frequenza di condizioni di cielo sereno, specialmente in inverno;
- e) venti di incanalamento lungo le valli; fra questi può essere fatto rientrare il Fohn, vento discendente che diviene man mano più secco e caldo con la sua discesa verso quote più basse;
- f) piogge piuttosto abbondanti, con valori più elevati nella fascia altimetrica dai 500 ai 2000 metri.

Secondo l'assetto morfologico e idraulico fino a Malonno, il f. Oglio scorre con andamento nord est-sud ovest, in un fondovalle relativamente ampio. Da Malonno a Cedegolo forma una grande ansa e

quindi riprende con andamento prevalente nord-sud fino a Breno, dove il corso principale devia decisamente verso sud-ovest. A valle di Edolo il fondovalle è contraddistinto da sezioni relativamente ampie, come nel tratto tra Malonno e Sonico e tra Capo di Ponte e Ceto, e da sezioni piuttosto strette e incassate, come nei pressi di Forno Allione. Sono visibili, inoltre, gradini morfologici determinati dagli affioramenti calcarei e dolomitici. Il f. Oglio sopralacuale, da Civate Camuno all'immissione nel Lago d'Iseo, scorre con andamento sinuoso e struttura d'alveo monocursale in un fondovalle densamente urbanizzato e generalmente pianeggiante, morfologicamente diviso in due tronconi dal rilievo roccioso posto immediatamente a monte di Boario Terme in prossimità delle confluenze dei torrenti Grigna e Dezzo; il corso d'acqua attraversa centri abitati con fabbricati molto vicini all'alveo (addirittura a filo di sponda in alcuni casi), incontrando sul percorso numerosi attraversamenti viari e varie opere di derivazione ("Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi bacino dell'Oglio", Autorità di bacino del fiume Po).

Nello studio in questione l'attenzione è focalizzata sui seguenti affluenti: Ogliolo, Grigna, Dezzo e Re di Gratacasolo (Figura 8).

Il t. Ogliolo è un affluente di sponda destra dell'Oglio sopralacuale; l'estensione del bacino è di 11 km² e la lunghezza del corso d'acqua è di 13,5 km. Il territorio è compreso per un 76% nel comune di Corteno Golgi e per il resto nel comune di Edolo, entrambi in provincia di Brescia.

L'88,3% dell'area del bacino si estende tra gli 800 e i 2400 m di quota e per il 42,8% è compresa tra i 1200 e i 1800 m s.l.m. I rilievi svolti in questo studio sono stati effettuati ad un'altitudine di 720 m s.l.m.

Il t. Grigna è uno dei più importanti torrenti della Valle Camonica, lungo circa 10 km, nasce in Val Gabbia ed ha come affluenti i torrenti Travagnolo, Val delle Valli, Prestello e confluisce dalla sinistra idrografica nel fiume Oglio all'altezza del comune di Esine. Il bacino imbrifero della Val Grigna, che comprende i comuni di Bienno, Prestine, Berzo Inferiore e Esine, sottende una superficie di circa 75 km² e presenta una distanza che di circa 13 km. Il torrente si origina ad una quota di circa 1400 m s.l.m. e sfocia nel fiume Oglio ad un'altitudine di circa 260 m s.l.m. I rilievi svolti su questo corso d'acqua sono stati effettuati ad una quota di 280 m s.l.m.

Il t. Dezzo nasce dalle Alpi Orobie a 1508 metri, nel territorio del comune di Schilpario, in Provincia di Bergamo e confluisce da destra nell'Oglio a Darfo Boario Terme, in Provincia di Brescia. È lungo 36 km e ha una larghezza che varia dai 5 ai 25 metri, la profondità media è di 0,5 metri. Lungo questo torrente i rilievi sono stati svolti ad una quota di 333 m e 220 m s.l.m.

Il t. Re di Gratacasolo è un affluente di sinistra del Fiume Oglio nel tratto inferiore prelacuale. Il bacino idrografico sotteso ha una superficie di circa 21 km², compresa quasi interamente nel territorio

comunale di Pisogne. Nello studio in questione i rilievi su questo corso d'acqua sono stati realizzati ad un'altitudine di 190 m s.l.m.

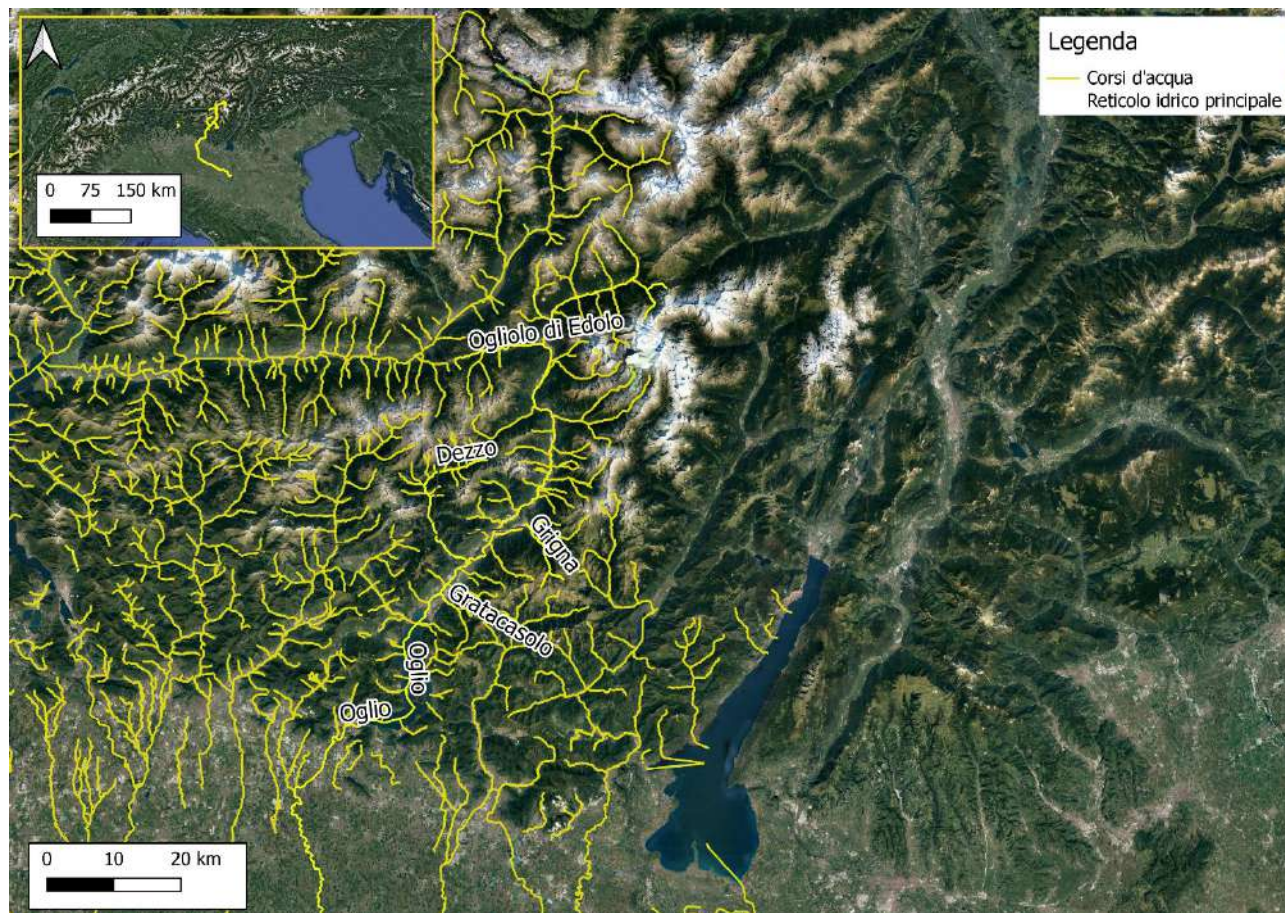


Figura 8- Mappa ritraente le aree interessate dallo studio in questione.

4.1.2. Le specie esotiche lungo il f. Oglio sopralacuale

Le specie esotiche sono presenti nell'intero bacino del f. Oglio; lo studio condotto ha individuato, lungo i siti presi in considerazione, le seguenti specie: *Robinia pseudoacacia*, *Buddleja davidii*, *Reynoutria japonica*, *Alianthus altissima* ed *Impatiens glandulifera*.

***Robinia pseudoacacia* L.**

È una specie appartenente alla famiglia delle Fabaceae, è originaria del Nordamerica orientale.

Nella seconda metà dell'Ottocento veniva impiegata in modo estensivo per consolidare gli argini delle prime linee ferroviarie in costruzione. In Italia è stata introdotta nel 1662 e nello specifico in Lombardia è coltivata almeno dal 1785 all'Orto Botanico di Pavia e naturalizzata almeno dal 1855.

È un albero deciduo alto 2-25 m, con sistema radicale molto esteso in superficie. Il periodo di fioritura è tra aprile e giugno. I semi racchiusi nel legume, sono dispersi dal vento (Figura 9).

La riproduzione può essere anche vegetativa, in questo caso si ha la produzione di polloni che crescono anche a notevole distanza dalla pianta madre. Si sviluppa in boschi planiziali e collinari, scarpate, habitat incolti e siepi.

Nei boschi causa perdita di biodiversità in quanto soppianta le specie legnose autoctone. Il contenuto di azoto delle sue foglie è di 1.5-2.5 volte maggiore che nelle altre latifoglie (Ziegler, 1958), grazie alla simbiosi con batteri del genere *Rhizobium* che fissano l'azoto atmosferico. La caduta delle foglie determina quindi un aumento dell'azoto nel suolo e la comparsa di molte specie ammoniacali. A differenza di altre vegetazioni eutrofiche, è la presenza della robinia che crea le condizioni per un insediamento della flora nitrofila. È specie inclusa nella lista nera delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione, allegata alla L.R. 10/2008 della Lombardia. La diffusione di questa specie è generalmente indice di una scarsa qualità degli ecosistemi forestali, non già di una condizione naturale dei boschi stessi, talvolta dovuta alle attività selvicolturali che hanno favorito questa specie a rapido accrescimento rispetto a quelle autoctone più lente. In Valle Camonica ormai fa parte del paesaggio fluviale sia del fiume Oglio che dei suoi affluenti, ha sostituito salici e ontani lungo le sponde spingendosi fino a quote superiori ai 1500 m (Figura 10).



Figura 9- Fotografia di *Robinia pseudoacacia*. Fonte "La flora esotica lombarda" Banfi e Galasso, 2010.

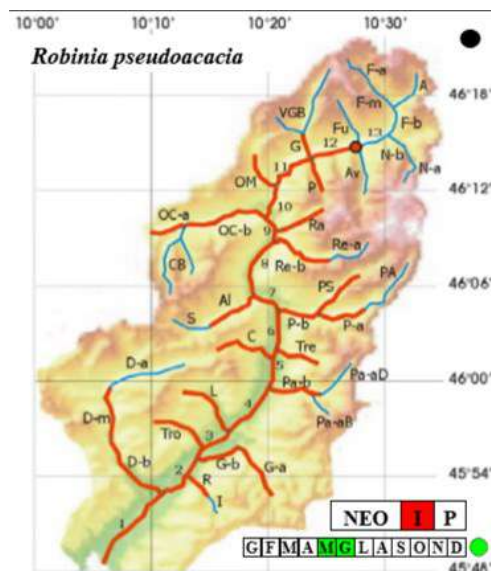


Figura 10- Carta relativa alla distribuzione di *Robinia pseudoacacia* in Valle Camonica. Fonte "Flora esotica del fiume Oglio e dei suoi principali affluenti a nord del Sebino" E. Bona, 2015.

***Buddleja davidii* Franch.**

È una specie appartenente alla famiglia delle Buddlejaceae, è originaria della Cina.

È stata introdotta alla fine del XIX come pianta ornamentale in Europa, è attualmente naturalizzata in gran parte degli stati dell'Europa centrale. In Lombardia è presente ovunque (invasiva), dalla fascia pianiziale a quella submontana (0-1100 m s.l.m.).

È un arbusto di 1-5 m di altezza, dotato di fusti ramosi, ha fiori numerosissimi, piccoli, tubulosi, lilla o porpora, molto profumati e riuniti in appariscenti grappoli terminali ai rami. Il periodo di fioritura è compreso tra maggio e settembre (Figura 11).

È una pianta pioniera, rustica, che si adatta molto bene a ogni tipo di suolo e non teme il gelo. Ha un accrescimento rapido e produce un'abbondante quantità di semi che vengono trasportati dal vento per lunghe distanze e che possono inoltre venire dispersi dall'acqua.

È inclusa nella lista nera delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione, della L.R. 10/2008 della Lombardia, ed inserita tra le specie esotiche a carattere infestante e dannose per la conservazione della biodiversità riportate nel R.R. 5/2007.

La migliore modalità di controllo è la prevenzione, astenendosi dalla messa a dimora a scopo ornamentale, anche negli ambienti gestiti (es. parchi pubblici); per prevenire la sua dispersione, si può evitare di lasciare terreno nudo nelle vicinanze delle popolazioni ed è utile effettuare un taglio selettivo, ripetuto per alcuni anni e/o coadiuvato dall'impiego di erbicidi, delle infiorescenze prima della fruttificazione. Se le caratteristiche ambientali e conservazionistiche lo consentono, è possibile piantare arbusti ombreggianti e seminare erbacee competitive.

Sul territorio della Valle Camonica sostituisce spesso il sambuco e il salice, occupandone lo spazio vitale lungo il fiume Oglio, ma si insedia in qualsiasi ambiente degradato (Figura 12).



Figura 11- Fotografia di *Buddleja davidii*. Fonte "La flora esotica lombarda" Banfi e Galasso, 2010.



Figura 12- Carta relativa alla distribuzione di *Buddleja davidii* in Valle Camonica. Fonte "Flora esotica del fiume Oglio e dei suoi principali affluenti a nord del Sebino" E. Bona, 2015.

***Reynoutria japonica* Houtt. (*Fallopia japonica* Houtt.)**

È una specie appartenente alla famiglia delle Polygonaceae, ed è originaria dell'Asia Orientale (Cina, Giappone). È stata importata in Europa per la coltivazione a scopo ornamentale nel XIX secolo e successivamente si è diffusa allo stato spontaneo diventando invasiva e ora si trova nella maggior parte dei Paesi europei. In Italia la presenza allo stato spontaneo è documentata dal 1875, e da allora la specie ha iniziato a espandersi in modo allarmante; oggi è stata segnalata per tutte le regioni dell'Italia settentrionale, anche a quote elevate sulle Alpi.

È una pianta erbacea perenne, rizomatosa, alta 0.7-2.5 m ed è caratterizzata da fusti eretti e ramificati. Il periodo di fioritura è compreso tra luglio e settembre (Figura 13).

La pianta si espande preferenzialmente in ambienti ruderali, presso le vie e lungo i corsi d'acqua, propagandosi rapidamente lungo gli argini grazie alla corrente che trasporta frammenti dei rizomi.

Nel territorio considerato compare sporadicamente seguendo il corso del Fiume, ma a volte si può rinvenire anche in individui isolati lontano dalle sponde (Figura 14).

È inclusa nella lista nera delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione, allegata alla L.R. 10/2008 della Lombardia.

La prevenzione è diretta contro i rizomi e contro la dispersione dei frammenti: per questo motivo è indispensabile evitare di abbandonare sul terreno resti di pianta, evitare il compostaggio e distruggere i residui dello sfalcio, del taglio e dell'estirpazione.



Figura 13- Fotografia di *Reynoutria japonica*. Fonte "La flora esotica lombarda" Banfi e Galasso, 2010.

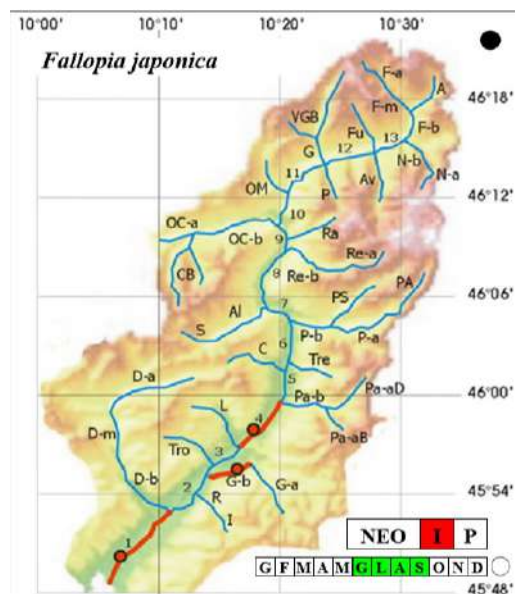


Figura 14- Carta relativa alla distribuzione di *Reynoutria japonica* in Valle Camonica. Fonte "Flora esotica del fiume Oglio e dei suoi principali affluenti a nord del Sebino" E. Bona, 2015.

***Ailanthus altissima* Mill.**

È una specie appartenente alla famiglia delle Simaroubaceae ed è originaria della Cina. Venne introdotto in Europa nella seconda metà del 1700 per alimentare *Samia cynthia*, un baco da seta resistente alle malattie che avevano colpito *Bombyx mori*. La sperimentazione non ebbe successo, ma l'albero si dimostrò invasivo.

Lungo i fiumi è particolarmente vivace a scapito di altre piante autoctone quali salici, pioppi, ontani e sambuchi.

È un albero caducifoglio dell'altezza massima di 20 m, le cui radici possono propagarsi e dare polloni anche a 30 metri dalla pianta madre. Le grandi foglie pennate, come pure tutta la pianta, emanano al contatto un cattivo odore (Figura 15). Il periodo di fioritura è compreso tra giugno e luglio.

È inclusa nella lista nera delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione, allegata alla L.R. 10/2008 della Lombardia (Figura 16).

L'eliminazione è molto difficile: si possono estirpare solo le giovani piantine e impedire la fruttificazione nelle piante femmine. Il taglio invece si rivela controproducente perché stimola a ricacciare.



Figura 15- Fotografia di *Ailanthus altissima*. Fonte "La flora esotica lombarda" Banfi e Galasso, 2010.

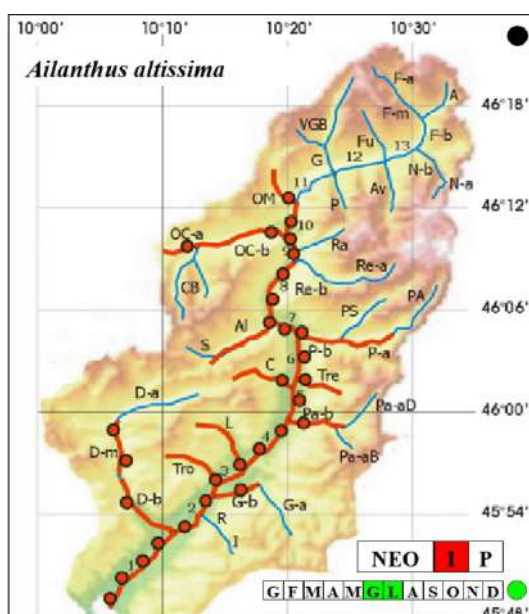


Figura 16- Carta relativa alla distribuzione di *Ailanthus altissima* in Valle Camonica. Fonte "Flora esotica del fiume Oglio e dei suoi principali affluenti a nord del Sebino" E. Bona, 2015.

***Impatiens glandulifera* Royle**

È una specie appartenente alla famiglia delle Balsaminaceae ed è originaria dell'Asia orientale.

È stata introdotta in Europa a scopo ornamentale nella prima metà del XIX secolo e si sviluppa preferenzialmente in zone ruderali o lungo i fiumi e i bordi di fossi e canali, generalmente in zone dai 200 ai 700 metri di quota con buona disponibilità idrica.

È una pianta erbacea alta fino a 2 metri, ha fiori penduli grandi di colore dal porpora al rosa e frutti che assomigliano a una clava. Il periodo di fioritura è compreso tra giugno e agosto (Figura 17).

L'invasività è dovuta alla particolare modalità di dispersione dei semi: i frutti, che contengono fino a 2500 semi, giunti a maturità esplodono lanciando i semi a notevole distanza (fino a 7 metri). I semi

normalmente germinano la primavera successiva (ma possono rimanere vitali nel suolo per oltre 18 mesi) e possono germinare anche nell'acqua.

Forma dense popolazioni che provocano l'impoverimento della vegetazione indigena soprattutto lungo i corsi d'acqua, dove prendo facilmente il posto della vegetazione naturale lungo le sponde, nelle zone di greto e sul margine dei boschi.

In Valle Camonica la sua presenza lungo il Fiume è recente, soprattutto tra gli ontani e i salici. Per ora non risale gli affluenti fino a quote elevate limitandosi alla confluenza con il corso principale del Fiume (Figura 18).

Per limitarne la diffusione, come azione preventiva è indispensabile evitare di metterla nuovamente a dimora; come azione di contenimento nei giardini è possibile estirparla manualmente visto che l'apparato radicale è debole: l'estirpazione va fatta prima della fioritura per evitare che i semi vengano dispersi nei dintorni.



Figura 17- Fotografia di *Impatiens glandulifera*. Fonte "La flora esotica lombarda" Banfi e Galasso, 2010.

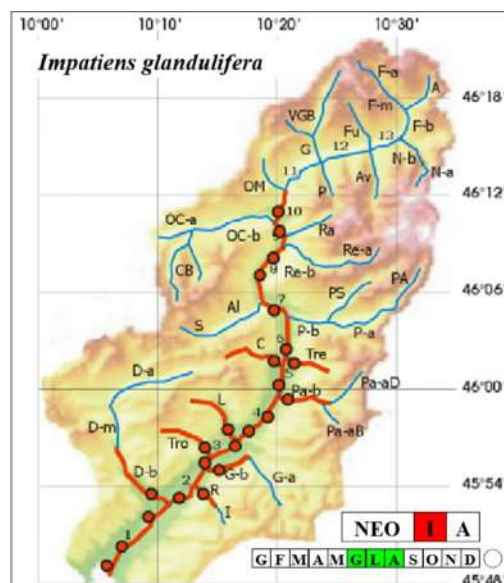


Figura 18- Carta relativa alla distribuzione di *Impatiens glandulifera* in Valle Camonica. Fonte "Flora esotica del fiume Oglio e dei suoi principali affluenti a nord del Sebino" E. Bona, 2015.

4.2. Raccolta dati vegetazionali

Le analisi sono state svolte realizzando ventuno rilievi fitosociologici sulle aree ripariali dei corsi d'acqua Ogliolo, Grigna, Dezzo e Re di Gratacasolo, affluenti del fiume Oglio.

La disciplina che esamina la componente vegetale secondo un approccio di tipo quali-quantitativo, cioè all'informazione qualitativa (flora) unisce il dato quantitativo relativo ad ogni singola specie censita, è chiamata fitosociologia. Il tassello base nell'analisi della vegetazione è rappresentato dall'associazione vegetale, ovvero un'unità bio-ecologica caratterizzata da specie vegetali legate ad un determinato ecotopo nell'ambito di un territorio geograficamente delimitato.

La fitosociologia è basata su una classificazione gerarchica:

- a) Associazione vegetale (suffisso -etum),
- b) Alleanza: insieme di associazioni con ecologia e struttura simili (suffisso -ion),
- c) Ordine: insieme di alleanze (suffisso -etalia),
- d) Classe: insieme di ordini (suffisso -etea).

Per lo studio delle associazioni vegetali ci si avvale del metodo floristico-statistico di Braun-Blanquet (Flora, Vegetazione, Paesaggio di G. Fanelli). Le fasi attraverso le quali si svolge un rilievo sono le seguenti:

- a) delimitazione di un'area unitaria sufficiente a contenere tutti gli elementi della vegetazione studiata indicata come Popolamento elementare. Ogni popolamento elementare deve rispettare un minimo areale che varia a seconda del tipo di vegetazione. Nello studio in questione sono stati realizzati dei plot delle dimensioni di 10 m x 10 m oppure 5 m x 10 m, a seconda dell'area;
- b) inventario completo di tutte le specie presenti;
- c) stima ad occhio della superficie coperta dalla vegetazione in toto e da ciascuna specie.

Per quanto riguarda la stima della copertura si applica per ogni specie un indice di copertura; esistono diverse scale, ma le più usate sono le seguenti (Tabella 3):

Tabella 3- Scale per la determinazione degli indici di copertura della vegetazione.

Scala	Braun-Blanquet	Pignatti
5-	>75%	>80%
4-	50-75%	60-80%
3-	25-50%	40-60%
2-	5-25%	20-40%
1-	1-5%	1-20%
+-	<1%	<1%

Per ogni specie si può segnalare a seguito dell'indice di copertura un indice di associabilità secondo una scala a 5 termini:

5 = specie tendenti a formare popolamenti puri

4 = specie formanti tappeti o colonie estese su più della metà della superficie del rilievo

3 = individui ammassati in piccole colonie

2 = individui riuniti a gruppi

1 = individui isolati

Di norma la vegetazione presente all'interno dell'area di studio viene differenziata in:

- a) arborea: piante con altezza superiore a 5 m;
- b) arbustiva: piante con altezza inferiore a 5 m;
- c) erbacea: piante erbacee perenni o annuali.

Nello svolgimento di un rilievo vengono generalmente indicate una serie di informazioni aggiuntive che possono essere utili in fase di elaborazione. Queste sono definite come dati stazionali e comprendono l'altitudine, l'inclinazione, l'esposizione, il tipo di substrato, la presenza di rocce affioranti, ecc. (Flora, Vegetazione, Paesaggio di G. Fanelli).

4.3. Indici ecologici di Landolt

Gli indici ecologici sono espressioni numeriche dell'ecologia di una specie rispetto ad un fattore ecologico e vengono espressi da un solo numero, che esprime l'optimum ecologico di una specie per quel determinato fattore ambientale.

L'utilizzo di indici è vantaggioso per la sinteticità dell'informazione e per poter confrontare rapidamente situazioni diverse, anche se talvolta questa precisione ha dei limiti e molti eventi ecologici, per la loro complessità, non possono essere espressi in modo così sintetico.

Nel presente studio sono stati utilizzati gli indici ecologici di Landolt (2011). Questi sono stati ideati per la flora svizzera e adatti alla flora italiana e presentano un intervallo di valori che varia da 1 a 5 (Burba e Zuccarello, 1992). Di seguito i principali:

- a) Indice di umidità (F): esprime il valore medio di umidità del suolo da suoli aridi (1) a suoli inondati (5), con note per idrofite.
- b) Indice di pH (R): valuta la reazione ionica del suolo e varia da substrati molto acidi (1) a substrati alcalini (5).
- c) Indice di nitrofilia (N): si basa sul contenuto di azoto assimilabile (NH_4 , NO_3) e varia da suoli molto poveri di azoto (1) a suoli fertilizzati con eccesso di azoto (5).
- d) Indice di humus (H): indica la quantità di humus nella rizosfera e varia da suoli poveri (1) a suoli pingui (5).
- e) Indice di granulometria (D): prende in considerazione la granulometria del substrato e conseguentemente il suo grado di aereazione. Varia da rocce, scogliere e muri (1) a ghiaie incoerenti (2) a suoli sabbiosi (3), limosi (4), argillosi (5).
- f) Indice di salinità (S): ha solo due termini + (piante su suoli salati) e - (piante che evitano suoli salati).
- g) Indice di luminosità (L): varia da situazioni di piena ombra in sottoboschi chiusi (1) a piena luce (5).
- h) Indice di temperatura (T): descrive un gradiente termico che va dalle specie di clima freddo, delle zone boreali e delle montagne (1) a specie di clima caldo mediterraneo (5).
- i) Indice di continentalità (K): è basato sulla corologia delle specie indagate variando da specie oceaniche delle coste atlantiche (1) a specie continentali delle zone interne dell'Eurasia (5).
- j) Forme biologiche e di crescita (W): P (fanerofite), N (nanofanerofite), C (camefite), E (epifite), H (emicriptofite), G (geofite), T (terofite), A (idrofito).

Nello studio in questione gli indici che sono stati presi in considerazione sono l'indice di umidità (F), l'indice di nitrofilia (N) e l'indice di luminosità (L).

4.4. Ecological Index of Maturity (EIM)

L'Indice Ecologico di Maturità (EIM) è un indicatore ideato per valutare la qualità ecologica delle aree montane interessate da interventi di ripristino ambientale (Giupponi et al., 2015). Esso misura il livello di disturbo, ovvero il disordine in funzione dell'intensità e della frequenza del fenomeno che comporta la distruzione della biomassa vegetale a causa di fattori biotici e abiotici (Grime 2001), delle comunità vegetali presenti in un'area ripristinata ed è basato sullo studio fitosociologico (classico ed integrato) della vegetazione. EIM rappresenta il risultato del lavoro di unificazione ed elaborazione degli indici floristico-vegetazionali proposti da Taffetani e Rismondo (2009), successivamente aggiornati da Rismondo et al. (2011), per valutare la funzionalità degli agroecosistemi.

EIM restituisce valori che variano da 0 (elevato disturbo della vegetazione) a 9 (vegetazione indisturbata), ottenuti considerando tre distinte variabili relative alle specie che costituiscono una comunità: classe fitosociologica, tipo corologico e copertura. Partendo dalla misura del grado di maturità di una fitocenosi (stadio dinamico della successione), i valori di EIM tendono a diminuire quanto più è elevata la copertura di specie esotiche (disturbo antropico) e quanto meno specie endemiche sono presenti nella comunità vegetale.

L'EIM viene determinato usando la seguente formula:

$$EIM = \frac{IM \left[\left(1 - \frac{IE}{100} \right) + \frac{IL}{100} \right]}{1 + \frac{IL}{100}}$$

dove EIM sta per indice ecologico di maturità, IM è l'indice di maturità, IE è l'indice delle specie esotiche e IL è l'indice delle specie endemiche.

L'IM valuta la dinamica dello stadio di successione in relazione alla copertura e alle classi fitosociologiche a cui ciascuna specie di piante appartiene. L'IE fornisce la percentuale di specie esotiche all'interno di una popolazione vegetale, considerando la copertura di specie esotiche in relazione alla copertura totale e di fatto misura il grado di contaminazione da parte di specie esotiche in seguito all'azione dell'uomo. L'IL fornisce la percentuale di specie endemiche di una popolazione vegetale, tenendo conto della loro copertura in confronto a quella di tutte le specie presenti.

L'EIM è uno strumento pratico e funzionale che può essere utilizzato per valutare i successi di varie tecniche di ripristino ambientale al fine di migliorare gli interventi futuri. Può essere applicato in qualsiasi area geografica e in qualunque momento, a condizione che ci siano informazioni esaurienti in merito alla flora e agli aspetti fitosociologici del territorio in questione.

5. RISULTATI

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti dai rilievi fitosociologici per ciascun corso d'acqua.

5.1. T. Ogliolo

Lungo il t. Ogliolo sono stati eseguiti 9 rilievi fitosociologici (OG1, OG2, OG3, OG4, OG5, OG6, OG7, OG8, OG9) da cui sono state individuate complessivamente 55 specie vegetali. Le specie maggiormente presenti appartengono ai gruppi *Quercus roboris*-Fagetea sylvatica e Molinio-Arrhenatheretea; al primo gruppo appartiene la vegetazione forestale mesofila e termofila tipica delle zone a macrobioclima temperato, dei piani bioclimatici a termotipo mesotemperato e supratemperato, che si estende anche alle zone a macrobioclima mediterraneo, mentre nel secondo rientrano i prati da mesici a pingui, regolarmente falciati, almeno due volte l'anno, e concimati in modo non intensivo. Si tratta di comunità floristicamente ricche che sono distribuite dalla pianura alle aree montane.

Dall'elaborazione dei dati è risultato che presentano copertura più elevata: *Robus spp.*, *Salix alba* L., *Fraxinus excelsior* L., *Populus tremula* L., *Fragaria vesca* L., *Geranium robertianum* L., *Geum urbanum* L., *Urtica dioica* L. e *Poa pratensis* L.; tra le specie esotiche quella più diffusa è *Impatiens glandulifera* Royle, ma sono state individuate anche: *Buddleja davidii* Franch., *Hesperis matronalis* L. e *Felce*.

La componente di bosco maturo, all'interno della vegetazione riparia che interessa l'Ogliolo, è rappresentata dai seguenti gruppi: Salici purpureae-Populetea nigrae, Salicetea purpureae, Vaccinio myrtilli-Piceetea abietis, *Quercus roboris*-Fagetea sylvaticae. Pertanto, la componente matura è costituita da:

- a) boschi ripariali decidui, meso-igrofilo, che si sviluppano nelle pianure alluvionali delle regioni eurosiberiana e mediterranea;
- b) boschi e boscaglie azonali di salici, che crescono negli ambienti ripari e golenali, sia planiziali, sia montani;
- c) foreste acidofile a dominanza di conifere legate alle regioni a clima freddo o temperato-freddo;
- d) vegetazione mesofila e termofila (Figura 19).



Figura 19- Fotografie risalenti a luglio 2019, ritraenti la vegetazione presente lungo il t. Ogliolo.

5.2. T. Grigna

Sul t. Grigna sono stati svolti 13 rilievi fitosociologici (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9, G10, G11, G12, G13) in momenti diversi: i primi 10 sono stati eseguiti prima che venisse effettuato un taglio a raso e gli ultimi 3 successivamente al taglio e alla movimentazione del sedimento avvenuta a monte degli stessi. Complessivamente sono state individuate 71 specie vegetali, fra cui risultano essere più abbondanti le specie appartenenti ai gruppi *Quercus robur*-*Fagetea sylvaticae* e *Molinio-Arrhenatheretea*. Il primo gruppo comprende vegetazione forestale mesofila e termofila tipica delle zone a macroclima temperato, dei piani bioclimatici a termotipo mesotemperato e supratemperato, che si estende anche alle zone a macroclima mediterraneo, mentre il secondo praterie mesofile, meso-igrofile o igrofile, presenti dalla costa al piano montano e alto-montano, distribuite maggiormente nel macroclima temperato ma presenti anche in quello mediterraneo, su suoli da minerali a più o meno ricchi in sostanza organica e comprende sia praterie fortemente concimate che magre.

Dall'elaborazione dei dati è risultato che presentano copertura più elevata: *Populus nigra* L., *Salix alba* L., *Rubus spp.*, *Urtica dioica* L., *Poa pratensis* L., *Artemisia vulgaris* L.; tra le specie esotiche quella più abbondante è *Robinia pseudoacacia* L., ma sono presenti anche: *Impatiens glandulifera* Royle, *Buddleja davidii* Franch., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Hesperis matronalis* L., *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (Gmelin) Hegi e *Felce*. La presenza di specie aliene è aumentata in seguito al taglio a raso; infatti, queste ultime, sono altamente eliofile e di conseguenza si insediano per prime sottraendo lo spazio alle specie che di norma costituiscono la vegetazione fluviale (Figura 20).

La vegetazione riparia che interessa il torrente Grigna è caratterizzata da una componente matura che è costituita dai seguenti gruppi: *Salici purpureae*-*Populetea nigrae*, *Quercus robur*-*Fagetea sylvaticae*, *Robinietae* e *Vaccinio myrtilli*-*Piceetea abietis*; per cui il bosco maturo sarà formato da:

- a) boschi ripariali decidui, meso-igrofile, che si sviluppano nelle pianure alluvionali delle regioni eurosiberiana e mediterranea;
- b) vegetazione forestale mesofila e termofila;
- c) vegetazione forestale neofitica, antropogena, a *Robinia pseudoacacia* con sottobosco di specie nitrofile, spesso riconducibili alle classi *Artemisietea vulgaris* e *Galio aparines-Urticetea dioicae*;
- d) foreste acidofile a dominanza di conifere legate alle regioni a clima freddo o temperato-freddo.

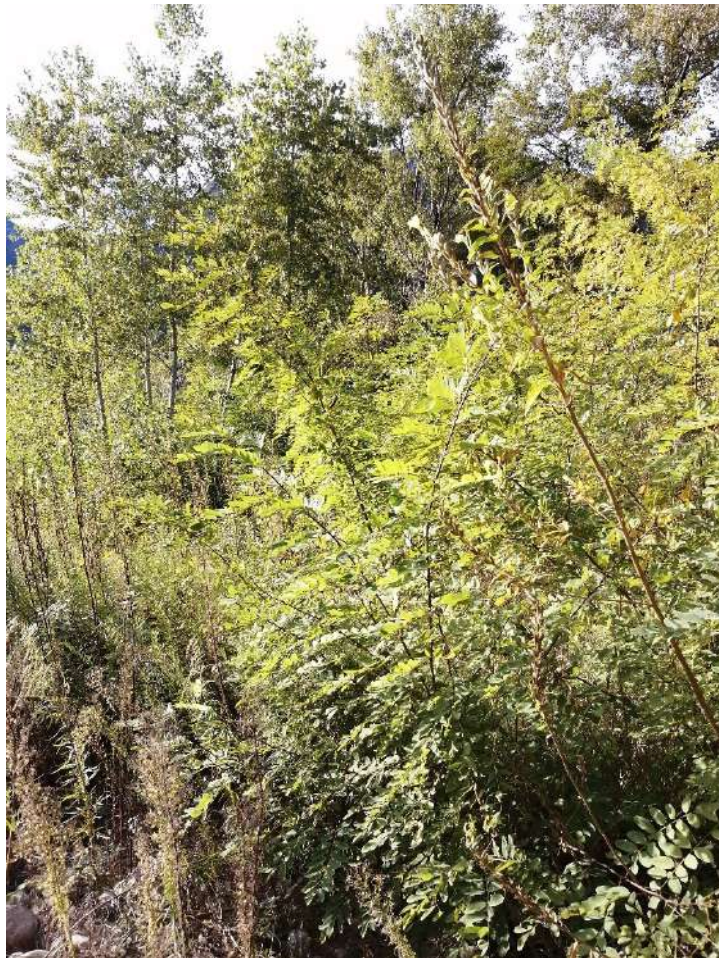


Figura 20- Fotografie risalenti a ottobre 2020, ritraenti la situazione lungo il t. Grigna dopo l'esecuzione del taglio raso.

5.3. T. Dezzo

Lungo il t. Dezzo sono stati effettuati 3 rilievi fitosociologici (D1, D2, D3) ed identificate 36 specie. Le specie maggiormente presenti appartengono ai gruppi: *Quercus roboris*-Fagetea sylvaticae e Molinio-Arrhenatheretea; nel primo gruppo rientra la vegetazione forestale mesofila e termofila tipica delle zone a macrobioclina temperato, dei piani bioclimatici a termotipo mesotemperato e supratemperato, che si estende anche alle zone a macrobioclina mediterraneo, mentre nel secondo sono comprese le praterie mesofile, meso-igrofile o igrofile, presenti dalla costa al piano montano e alto-montano, distribuite maggiormente nel macroclima temperato ma presenti anche in quello mediterraneo, su suoli da minerali a più o meno ricchi in sostanza organica. La classe comprende sia praterie fortemente concimate che magre.

Dall'analisi dei dati si è riscontrato che presentano copertura più elevata: *Ostrya carpinifolia* Scop., *Castanea sativa* Mill., *Rubus spp.* e *Hedera helix* L.; tra le specie esotiche sono state individuate: *Buddleja davidii* Franch., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. e *Impatiens glandulifera* Royle. In prossimità del torrente Dezzo il bosco maturo è costituito da specie appartenenti ai seguenti gruppi: *Quercus roboris*-Fagetea sylvaticae, *Salici purpureae*-Populetea nigrae e Robinietae, quindi sarà composto da:

- a) vegetazione forestale mesofila e termofila;
- b) boschi ripariali decidui, meso-igrofile, che si sviluppano nelle pianure alluvionali delle regioni eurosiberiana e mediterranea;
- c) vegetazione forestale neofitica, antropogena, a *Robinia pseudacacia* con sottobosco di specie nitrofile, spesso riconducibili alle classi *Artemisietea vulgaris* e *Galio aparines-Urticetea dioicae* (Figura 21).



Figura 21- Fotografie risalenti a luglio 2019, ritraenti la vegetazione presente lungo il t. Dezzo.

5.4. T. Re di Gratacasolo

Lungo il t. Re di Gratacasolo sono stati effettuati 2 rilievi fitosociologici (GC1, GC2) e sono state individuate 26 specie vegetali. Le specie maggiormente presenti appartengono ai gruppi: Salici purpureae-Populetea nigrae e Molinio-Arrhenatheretea; all'interno del primo gruppo rientrano i boschi ripariali decidui, meso-igrofilo, che si sviluppano nelle pianure alluvionali delle regioni eurosiberiana e mediterranea, mentre fanno parte del secondo le praterie mesofile, meso-igrofile o igrofile, presenti dalla costa al piano montano e alto-montano, distribuite maggiormente nel macroclima temperato ma presenti anche in quello mediterraneo, su suoli da minerali a più o meno ricchi in sostanza organica. La classe comprende sia praterie fortemente concimate che magre.

Dall'elaborazione dei dati è stato riscontrato che le specie che presentano una copertura più elevata sono: *Salix alba* L., *Populus nigra* L., *Rubus* spp., *Oenothera biennis* L. e *Artemisia vulgaris* L.; tra le specie esotiche quella più diffusa è *Robinia pseudoacacia* L, ma sono presenti anche: *Buddleja davidii* Franch., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Symphotrichum pilosum* (Willd.) G.L. Nesom, *Impatiens glandulifera* Royle e *Hesperis matronalis* L. La presenza di specie aliene risulta essere alquanto abbondante, questo poiché l'area in questione era stata interessata da un taglio a raso, che come già visto in precedenza, comporta l'insediamento di specie alloctone a discapito delle specie caratteristiche degli ambienti fluviali.

La componente rappresentata dal bosco maturo, in prossimità del torrente Re di Gratacasolo, è di fatto costituita dai seguenti gruppi: Robinietaea, Salici purpureae-Populetea nigrae e Quercu roboris-Fagetea sylvaticae e quindi è formata da:

- a) vegetazione forestale neofitica, antropogena, a *Robinia pseudacacia* con sottobosco di specie nitrofile, spesso riconducibili alle classi *Artemisietea vulgaris* e *Galio aparines-Urticetea dioicae*;
- b) boschi ripariali decidui, meso-igrofilo, che si sviluppano nelle pianure alluvionali delle regioni eurosiberiana e mediterranea;
- c) vegetazione forestale mesofila e termofila.

6. DISCUSSIONE

I risultati mostrano chiare differenze tra i rilievi fitosociologici effettuati negli areali in cui non sono stati realizzati interventi di gestione e in cui sono stati effettuati interventi di gestione.

Per ciascun corso d'acqua sono state svolte delle analisi che hanno portato alla determinazione dell'Indice Ecologico di Maturità (EIM) e degli indici di Landolt relativi a: umidità (F), nitrofilia (N) e luminosità (L), sui quali è possibile esplicitare dei ragionamenti.

6.1. Tratto indisturbato

I rilievi realizzati sul t. Ogliolo, sul Dezzo e i soli primi 10 rilievi effettuati sul t. Grigna sono stati eseguiti su aree non interessate da interventi di gestione.

La situazione lungo il t. Ogliolo (Tabella 4) è caratterizzata da:

- a) EIM (Figura 22) pari a 6,36, questo sta ad indicare una condizione in cui la vegetazione è quasi indisturbata, cioè non è stata sottoposta all'azione di fattori biotici e/o abiotici che ne possono alterare la composizione;
- b) F pari a 3,19, questo rappresenta una situazione in cui il suolo è a metà strada tra l'essere arido e inondato;
- c) N pari a 3,44, questo ritrae una condizione in cui il suolo a un contenuto medio di azoto;
- d) L pari a 3,28, questo indica una situazione in cui l'esposizione alla luce è graduale.

Tabella 4- Risultati dell'EIM e degli Indici di Landolt: N, L, F.

	OG3	OG8	OG9	OG4	OG7	OG5	OG6	OG1	OG2	Media
EIM	2,49	6,63	7,91	5,93	6,69	6,57	6,64	7,22	7,19	6,36
N	3,95	3,71	3,29	3,02	3,17	3,80	3,74	3,85	2,40	3,44
L	3,03	3,10	3,01	3,80	3,78	3,00	3,02	3,02	3,77	3,28
F	3,46	3,91	3,50	3,51	3,64	3,12	3,47	3,41	0,68	3,19

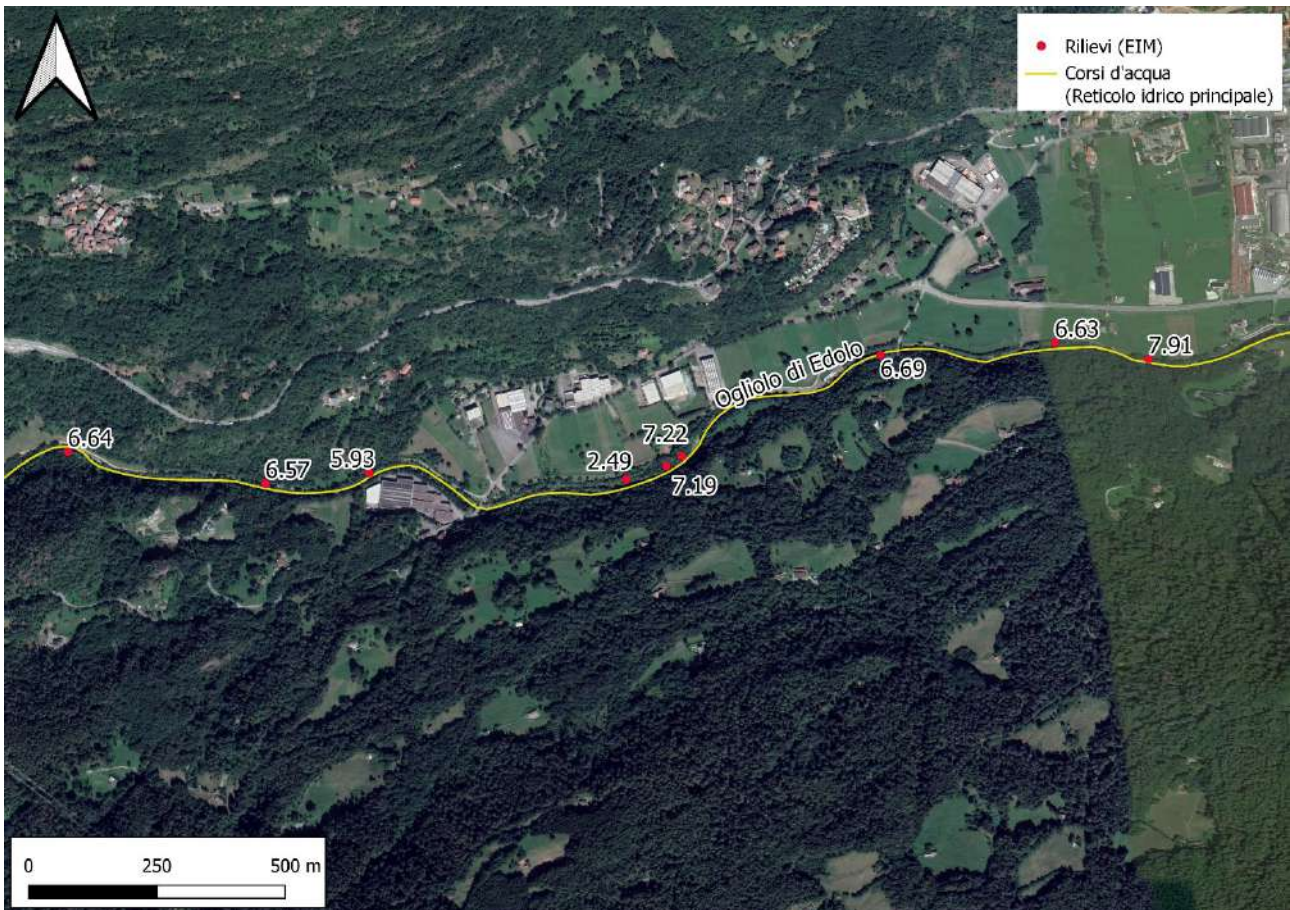


Figura 22- Mappa relativa all'EIM nei punti in cui sono stati realizzati i rilievi fitosociologici sul t. Ogliolo.

La situazione lungo il torrente Dezzo (Tabella 5) vede:

- a) EIM pari a 7,61 (Figura 23), questo significa che la vegetazione pressoché indisturbata, cioè non è stata sottoposta all'azione di fattori biotici e/o abiotici che ne possono alterare la composizione;
- b) F pari a 2,85, questo ritrae una condizione di suolo con basso contenuto di umidità;
- c) N pari a 2,79, questo indica una situazione in cui il suolo ha un contenuto di azoto piuttosto basso;
- d) L di 3,31, questo ritrae una situazione in cui c'è una graduale esposizione alla luce.

Tabella 5- Risultati dell'EIM e degli Indici di Landolt: N, L, F.

	D1	D2	D3	Media
EIM	7,95	7,75	7,13	7,61
N	3,06	2,59	2,73	2,79
L	3,11	3,27	3,55	3,31
F	3,26	2,70	2,59	2,85



Figura 23- Mappa relativa all'EIM nei punti in cui sono stati realizzati i rilievi fitosociologici sul t. Dezzo.

Lungo il torrente Grigna la situazione è la seguente (Tabella 6):

- a) EIM di 6,85 (Figura 24), questo significa che la vegetazione è pressoché indisturbata, cioè non è stata sottoposta all'azione di fattori biotici e/o abiotici che ne possono alterare la composizione;
- b) F pari a 3,68, questo rappresenta una situazione in cui il suolo è prevalentemente in condizioni di umidità;
- c) N pari a 3,47, indica una condizione in cui il suolo ha un contenuto medio di azoto;
- d) L di 3,48, questo ritrae una situazione in cui l'esposizione alla luce è graduale.

Tabella 6- Risultati dell'EIM e degli Indici di Landolt: N, L, F.

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	Media
EIM	7,21	6,07	8,06	7,08	7,62	8,47	7,35	2,12	7,50	7,00	6,85
N	3,69	3,49	3,93	3,94	3,99	3,99	3,91	2,44	3,81	3,66	3,68
L	3,29	3,37	4,00	4,00	3,01	3,00	3,09	3,87	3,07	3,99	3,47
F	3,83	3,18	3,86	3,57	3,54	4,41	3,39	2,26	3,38	3,39	3,48

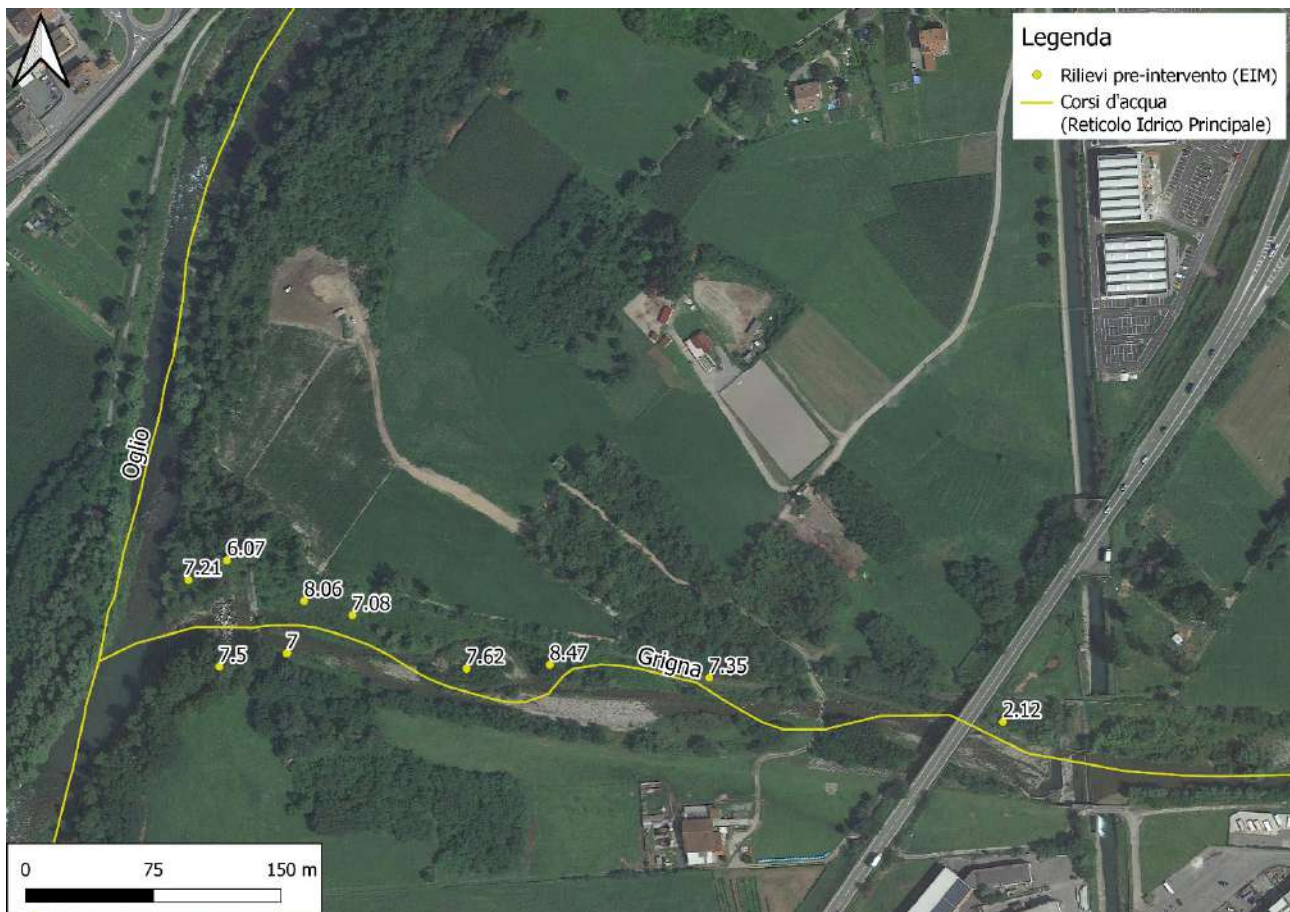


Figura 24- Mappa relativa all'EIM nei punti in cui sono stati realizzati i primi dieci rilievi fitosociologici sul t. Grigna.

6.2. Interventi di gestione

I rilievi svolti lungo i t. Re di Gratacasolo e Grigna (solo i rilievi fitosociologici G11, G12, G13) sono stati realizzati in aree interessate da interventi di gestione, precisamente da taglio raso e dalla movimentazione del sedimento.

Il taglio raso è una tipologia di taglio di rinnovazione; consiste nell'abbattimento di tutte le piante presenti su una determinata superficie che prende il nome di tagliata. I vantaggi del taglio raso sono:

- a) la semplicità gestionale;
- b) la riduzione dei costi;
- c) la meccanizzazione delle operazioni;
- d) la possibilità di ottenere assortimenti legnosi di qualità.

Legati al taglio raso vi sono però tutta una serie di svantaggi, quali:

- a) l'elevato impatto ambientale e paesaggistico;
- b) l'instabilità meccanica ed ecologica;
- c) gli investimenti e ricavi molto lontani nel tempo.

La movimentazione artificiale dei sedimenti fluviali, invece, è necessaria quando gli effetti della dinamica fluviale interagendo con strutture tipiche dell'attività antropica, creano situazioni che si discostano da un equilibrio dinamico, creando condizioni di erosione o sovralluvionamento, che determinano il rischio idraulico.

La movimentazione dei sedimenti in ambito fluviale deve essere effettuata con particolare attenzione alle conseguenze dirette ed indirette sulle opere idrauliche o sulle infrastrutture, che ne possono derivare nei tratti del corso d'acqua influenzati dagli interventi. Questa deve essere guidata da un'analisi geomorfologica, coadiuvata da una caratterizzazione dei sedimenti e se possibile anche dall'analisi dinamica dell'evoluzione del fondo alveo.

La mobilitazione dei sedimenti ha come obiettivo quello di far assumere o di far mantenere all'alveo una condizione di equilibrio. La quantità di materiale da rimuovere deve anche rispettare il bilancio dei sedimenti del corso d'acqua; nella rimozione o movimentazione dei sedimenti è necessario, per quanto possibile, preservare la diversificazione morfologica e l'assortimento granulometrico naturale che il corso d'acqua possiede o tende ad acquisire, in quanto la presenza di sedimenti promuove spontaneamente la diversificazione di habitat e la funzionalità ecologica e, dal punto di vista geomorfologico, favorisce il mantenimento di una configurazione stabile. In caso di forme fluviali quali barre, la rimozione dei sedimenti deve cercare di rispettare la situazione di equilibrio esistente mantenendo ove possibile tali forme, destinate poi a riformarsi, riducendone lo spessore, spesso consolidato dalla vegetazione, e verificando l'effetto di questa nuova geometria su diversi regimi di portata e sul rischio idraulico (Direttiva per la manutenzione degli alvei e la gestione dei sedimenti, 2015).

In seguito all'elaborazione dei dati è stato possibile osservare che per il t. Re di Gratacasolo la situazione è la seguente (Tabella 7):

- a) EIM di 3,36 (Figura 25), valore che sottolinea disturbo nello stato della vegetazione, causato da una forte pressione antropica, nonché dall'esecuzione del taglio raso e dalla movimentazione del sedimento;
- b) F pari a 2,74, quindi suolo con basso contenuto di umidità;
- c) N pari a 2,94, indicando una situazione in cui il suolo ha un contenuto di azoto piuttosto basso, piuttosto povero di nutrienti;
- d) L di 3,00, questo ritrae una situazione in cui l'esposizione alla luce è graduale.

Tabella 7- Risultati dell'EIM e degli Indici di Landolt: N, L, F.

	GC1	GC2	Media
EIM	1,97	4,75	3,36
N	2,72	3,16	2,94
L	2,78	3,22	3,00
F	2,75	2,72	2,74



Figura 25- Mappa relativa all'EIM nei punti in cui sono stati realizzati i rilievi fitosociologici sul t. Re di Gratacasolo.

La situazione che interessa il torrente Grigna è la seguente (Tabella 8):

- a) EIM pari a 1,87 (Figura 26), valore che sottolinea disturbo nello stato della vegetazione, causato da una forte pressione antropica, nonché dall'intervento di taglio raso e dalla movimentazione del sedimento;
- b) F pari a 2,32, condizione di suolo con basso contenuto di umidità;
- c) N pari a 3,57, situazione in cui il suolo ha un contenuto medio di azoto;
- d) L di 3,88, questo ritrae una situazione in cui l'esposizione alla luce è graduale.

Tabella 8- Risultati dell'EIM e degli Indici di Landolt: N, L, F.

	G11	G12	G13	Media
EIM	1,85	2,88	0,88	1,87
N	3,44	3,54	3,72	3,57
L	3,92	3,73	3,99	3,88
F	2,30	2,26	2,41	2,32

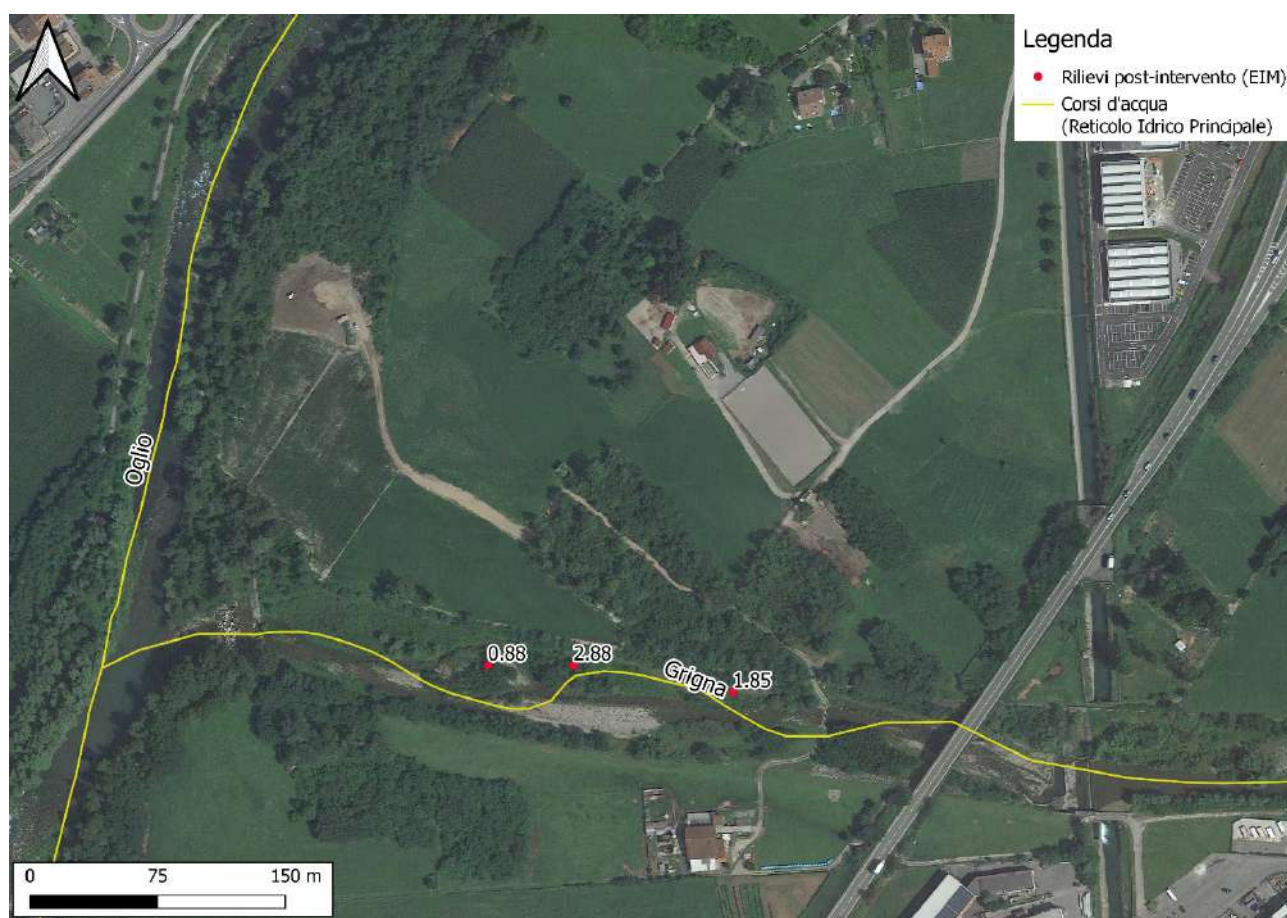


Figura 26- Mappa relativa all'EIM nei punti in cui sono stati realizzati i rilievi fitosociologici sul t. Grigna.

7. CONCLUSIONI

La vegetazione fluviale è un elemento indissolubile di un corso d'acqua, infatti, oltre a costituire un importante valore ecologico ambientale svolge funzioni molteplici e spesso interconnesse: dalla stabilizzazione delle sponde, alla regolarizzazione della corrente, alla protezione degli habitat.

La presenza di vegetazione in alveo interagisce con i processi d'erosione e d'instabilità delle sponde, in quanto è fondamentale per il consolidamento spondale. Inoltre, lo sviluppo della stessa comporta l'aumento della scabrezza e ostruisce il deflusso delle portate attraverso l'area bagnata della sezione di un corso d'acqua.

Detto questo, rimuovere completamente la vegetazione, mediante un taglio raso, può creare problemi da un punto di vista ecologico, ambientale e idraulico, specialmente quando non persiste sull'alveo attivo. Il taglio a raso è necessario laddove il pericolo idraulico coinvolge aree abitate ed infrastrutture principali ed è una buona soluzione quando la vegetazione occupa l'alveo attivo. Fatta eccezione a questi casi, è meglio gestire la vegetazione attraverso il taglio selettivo, il quale consente di coniugare il mantenimento della funzionalità idraulica di un corso d'acqua con la funzione ambientale ed ecologica svolta dalla vegetazione. Il taglio selettivo andrebbe eseguito in modo da: assicurare il mantenimento nel tempo del popolamento forestale, migliorare il livello della biodiversità, preservare la rinnovazione della vegetazione autoctona presente in modo da avviare la ricostituzione del bosco ripariale ed interessare gli individui morti in piedi, deperienti, senescenti, o in condizioni di stabilità precarie.

Al fine di raggiungere questi obiettivi, gli interventi di gestione devono quindi tener conto:

- a) della capacità della vegetazione di modificare la scabrezza idraulica in base alla sua flessibilità, calcolata non solo in funzione delle caratteristiche delle singole specie, ma anche in funzione della densità di copertura della vegetazione nel tratto in esame;
- b) della posizione della vegetazione all'interno dell'alveo, soprattutto quella arborea, per non compromettere la funzionalità di infrastrutture ed opere idrauliche;
- c) del livello di senescenza, o comunque di instabilità (disassamento) degli individui arborei;
- d) della necessità di rimuovere la componente esotica (a favore della biodiversità) valutando eventualmente l'opportunità di salvaguardia di specie naturalizzate;
- e) della necessità di rispettare le principali fasi di riproduzione della fauna.

Gli Enti preposti alla gestione dei corsi d'acqua provvedono periodicamente a monitorare lo stato di sviluppo della vegetazione in alveo al fine di programmare il taglio selettivo e/o la rimozione di quelle piante che possano arrecare danno alle sponde ed al deflusso delle acque.

Gli interventi di gestione della vegetazione non alterano lo stato dei luoghi ai sensi dell'articolo 1-ter del D.L. 27 giugno 1985 n. 312, convertito, con modificazioni, dalla Legge 8 agosto 1985 n. 431, ora art. 149, comma 1, lett. a) del D.Lgs. 42/2004 (Direttiva per la manutenzione degli alvei e la gestione dei sedimenti, 2015).

Dall'analisi dei rilievi effettuati si evince che il taglio selettivo rappresenta la soluzione più adatta al fine di diminuire la pericolosità idraulica. Infatti, in entrambi i casi in cui questo non è stato effettuato, procedendo con taglio a raso, la forte competizione delle specie aliene non ha consentito la ricrescita di specie autoctone (*Salici purpureae* - *Populetea nigrae*, *Salicetea purpureae*, *Vaccinio myrtilli* - *Piceetea abietis*, *Quercu roboris* - *Fagetea sylvaticae*, *Robinietae*) dando origine a ecosistemi fortemente disturbati e instabili, il cui basso grado di maturità favorisce problematiche ecologiche, ambientali ed idrauliche.

8. APPENDICE

8.1. Rilievi fitosociologici lungo il t. Ogliolo

Di seguito (Tabella 9) vengono riportate le informazioni di stazione dei rilievi e le specie individuate con i relativi valori di abbondanza di Braun-Blanquet.

Tabella 9- Risultati dei rilievi fitosociologici OG1, OG2, OG3, OG4, OG5, OG6, OG7, OG8, OG9. Per ogni classe fitosociologica è indicato il valore di maturità (m).

Codice rilievo	OG3	OG8	OG9	OG4	OG7	OG5	OG6	OG1	OG2	
m ²	25 m ²	50 m ²	50 m ²	50 m ²	50 m ²	50 m ²	100 m ²	100 m ²	100 m ²	
Incl (°)	0	0	60	0	0	10	0	0	0	
Esp	-	-	Sud	-	-	Nord	-	-	-	
Quota (m s.l.m.)	~ 720	~ 720	~ 720	~ 720	~ 720	~ 720	~ 720	~ 720	~ 720	
Cop. strato arboreo (%)	10	20	30	15	20	15	35	20	20	
Cop. strato arbustivo (%)	20	30	5	10	30	5	15	20	10	
Cop. strato erbaceo (%)	60	30	15	55	30	50	30	10	30	
Cop. strato muscinale (%)	0	10	5	10	10	10	10	10	10	
Cop. suolo nudo (%)	10	10	5	5	10	10	10	20	20	
Cop. roccia (%)	0	0	40	5	0	10	0	10	10	
h max strato arboreo (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
h max strato arbustivo (m)	0,5	2	0,3	0,5	2	0,5	0,3	0,3	0,3	
h max strato erbaceo (m)	0,5	0,5	0,3	1	0,5	1	0,4	0,4	0,4	
N. specie	8	34	14	14	29	13	23	18	22	
Corotipo									m	
	SALICI PURPUREAE-POPULETEA NIGRAE Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 2001									9

PALEOTEMP.	<i>Cornus sanguinea</i> L.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	
Euri-Medit.	<i>Galium mollugo</i> L.	.	+	.	.	+	.	.	.	.
Paleotemp.	<i>Populus nigra</i> L.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	
PALEOTEMP.	<i>Rubus spp.</i>	2	2	+	+	2	+	1	2	+	
EUROP.-CAUCAS.	<i>Ulmus minor</i> Mill.	.	+	.	.	+	.	.	.	.
	SALICETEA PURPUREAE Moor 1958										9
CIRCUMBOR.	<i>Equisetum arvense</i> L.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
PALEOTEMP.	<i>Salix alba</i> L.	+	+	+	+	+	1	+	+	1	
	ROBINIETEA Jurko ex Hadac & Sofron 1980										9
PALEOTEMP.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	.	+	.	.	+	.	.	.	.
AVV. NATURALIZZ.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	+	+
	VACCINIO MYRTILLI-PICEETEA ABIETIS Br.-Bl. in Br.-Bl., Sissingh & Vlieger 1939										9
Orof. S-Europ.	<i>Abies alba</i> Mill.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
	QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937										9
Europ.-Caucas.	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
Circumbor.	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	.	+	+	.	+	.	+	.	.	
Eurosiber.	<i>Betula pendula</i> Roth	.	.	2	.	.	.	+	+	+	
SE-Europ.	<i>Castanea sativa</i> Mill.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Orof. S-Europ.	<i>Corylus avellana</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Europ.-Caucas.	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	.	+	+	1	1	+	+	+	+	
Cosmop.	<i>Hypericum perforatum</i> L.	.	+	.	.	+	.	.	.	.
Europ.-Caucas.	<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) L.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Europ.-Caucas.	<i>Melica nutans</i> L.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
EUROP.-CAUCAS.	<i>Populus tremula</i> L.	.	+	1	+	.	.	2	+	+	
Eurasiat.	<i>Prunus avium</i> (L.) L.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	
Europ.	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.	.	+	.	.	.	.	+	.	.
Eurasiat.	<i>Salix caprea</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Cosmop.	<i>Tilia cordata</i> Miller	.	+	.	.	.	.	+	.	.
Alloctona	<i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i> (Gmelin) Hegi	.	.	.	.	.	.	.	+	.

	RHAMNO CATHARTICAE-PRUNETEA SPINOSAE Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962											8
PALEOTEMP.	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Pontica	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
EURIMEDIT.	<i>Clematis vitalba</i> L.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
Eurasiat.	<i>Euonymus europaeus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
EUROP.-CAUCAS.	<i>Hedera helix</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
	GALIO APARINES-URTICETEA DIOICAE Passarge ex Kopecský 1969											6
Cosmop.	<i>Fragaria vesca</i> L.	.	+	.	+	+	.	+	+	+	+	
Eurasiat.	<i>Geranium robertianum</i> L.	.	+	+	+	+	.	+	+	+	+	
Eurasiat.	<i>Geum urbanum</i> L.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	+	
EURASIAT.	<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+
Eurosiber.	<i>Stachys sylvatica</i> L.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	+	
SUBCOSMOP.	<i>Urtica dioica</i> L.	+	+	+	2	+	2	+	.	.	+	
	MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tüxen 1937											4
Eurasiat.	<i>Campanula patula</i> L.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	
Centroeurop.	<i>Knautia dipsacifolia</i> Kreuzer	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+
Cosmop.	<i>Plantago lanceolata</i> L.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.
Eurasiat.	<i>Plantago media</i> L.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
Eurasiat.	<i>Poa pratensis</i> L.	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.	
Subcosmop.	<i>Ranunculus acris</i> L.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	+
CIRCUMBOR.	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	.	+	.	+	+	.	.	.	.	+
Paleotemp.	<i>Trifolium pratense</i> L.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	
CIRCUMBOR.	<i>Trifolium repens</i> L.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
	ARTEMISIETEA VULGARIS Lohmeyer, Preisig & Tüxen ex Von Rochow 1951											3
Eurasiat.	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Eurasiat.	<i>Echium vulgare</i> L.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
CIRCUMBOR.	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf.	.	+	.	+	+	.	+	.	.	.	
	STELLARIETEA MEDIAE Tüxen, Lohmeyer & Preisig ex Von Rochow 1951											1
Eurasiat.	<i>Ranunculus ficaria</i> L.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	

Cosmop.	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
EURIMEDIT.- TURAN.	<i>Vicia sativa</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
	SPECIE ESOTICHE												/
Asiatica	<i>Buddleja davidii</i> Franch.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
	<i>Felce</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
Pontica	<i>Hesperis matronalis</i> L.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	3	+	+	+	+	.	1	.	.	.	.

8.2. Rilievi fitosociologici lungo il t. Grigna

Di seguito (Tabella 10) vengono riportate le informazioni di stazione dei rilievi e le specie individuate con i relativi valori di abbondanza di Braun-Blanquet.

Tabella 10- Risultati dei rilievi fitosociologici G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9, G10, G11, G12, G13. Per ogni classe fitosociologica è indicato il valore di maturità (m).

Codice rilievo	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	
m ²	100	100	100	50	100	100	100	50	100	100	50	50	50	
Incl (°)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Esp (°)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Quota (m s.l.m.)	~280	~280	~280	~280	~280	~280	~280	~280	~280	~280	~280	~280	~280	
Cop. strato arboreo (%)	20	20	0	0	20	25	30	15	40	5	5	10	0	
Cop. strato arbustivo (%)	15	40	20	50	10	5	10	35	30	5	2	2	2	
Cop. strato erbaceo (%)	30	15	20	50	5	30	10	35	10	60		75	94	
Cop. strato muscinale (%)	0	0	0	0	0	0	0	5	0	10	0	0	0	
Cop. suolo nudo (%)	30	20	50	0	40	30	40	0	15	10	10	5	5	
Cop. roccia (%)	5	5	10	0	10	10	10	10	5	10	0	10	0	
h max strato arboreo (m)	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	
h max strato arbustivo (m)	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
h max strato erbaceo (m)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	2,5	2,5	2,5	
N. specie	13	13	6	7	10	8	8	17	19	9	12	9	10	
Corotipo														m
	SALICI PURPUREAE-POPULETEA NIGRAE Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez, Bascónes, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 2001												9	
Paleotemp.	<i>Populus nigra</i> L.	+	1	3	3	+	+	+	1	1	2	1	.	.
Paleotemp.	<i>Salix alba</i> L.	2	.	.	.	1	3	.	+	+	+	.	.	.
CIRCUMB OR.	<i>Equisetum spp.</i>	1	+	+	+	+	+	.	+	+	+	.	.	.
Eurasiat.	<i>Cornus sanguinea</i> L.	1	1	1
EUROP.- CAUCAS.	<i>Ulmus minor</i> Mill.	.	1	+	+

PALEOTE MP.	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euri-Medit.	<i>Galium mollugo</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE														9
	Br-BI & Vlieger in Vlieger 1937														
EUROP.-CAUCAS.	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
PONTICA	<i>Prunus avium</i> (L.) L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	.
EUROP.-CAUCAS.	<i>Corylus avellana</i> L.	+	1	.	.	.	.	.	1	1	+	.	.	.	.
Circumbor.	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eurosiber.	<i>Betula pendula</i> Roth	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
S-EUROP.-SUDSIB.	<i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Eurasiat.	<i>Carex digitata</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.
Europ.-Caucas.	<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
S-EUROP.-SUDSIB.	<i>Hypericum perforatum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cosmop.	<i>Tilia cordata</i> Miller	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Europ.-Caucas.	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Europ.	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Europ.-Caucas.	<i>Carpinus betulus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Circumbor.	<i>Oxalis acetosella</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
EURIMEDI T.	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Europ.-Caucas.	<i>Acer campestre</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
SE-Europ.	<i>Castanea sativa</i> Mill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Europ.-Caucas.	<i>Melica nutans</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eurasiat.	<i>Salix caprea</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	ROBINIETEA Jurko ex Hadac & Sofron 1980														9
AVV. NATURAL IZZ.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	1	1	.	.	+	.	.	1	1	.	1	2	.	.
	VACCINIO MYRTILLI-PICEETEA ABIETIS														9
	Br-BI in Br-BI, Sissingh & Vlieger 1939														
EUROSIB.	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	RHAMNO CATHARTICAE-PRUNETEA SPINOSAE														8
	Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962														
EURASIAT .	<i>Rubus spp.</i>	1	1	.	.	4	1	4	+	3	.	2	1	.	.
EUROP.-CAUCAS.	<i>Populus tremula</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
EURIMEDI T.	<i>Hedera helix</i> L.	+	+	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
EUROP.-CAUCAS.	<i>Clematis vitalba</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Pontica	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
EURASIAT	<i>Euonymus europaeus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	GALIO APARINES-URTICETEA DIOICAE Passarge ex Kopecký 1969															6
SUBCOSM OP.	<i>Urtica dioica</i> L.	.	.	+	1	+	+	.	+	+	1	.	.	.	.	.
EUROSIB.	<i>Fragaria vesca</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eurasiat.	<i>Geranium robertianum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eurasiat.	<i>Geum urbanum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eurosiber.	<i>Stachys sylvatica</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
EURASIAT	<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	MOLINIO- ARRHENATHERETEA Tüxen 1937															4
CIRCUMB OR.	<i>Poa pratensis</i> L.	1	1	1	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.
CIRCUMB OR.	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
SUBCOSM OP.	<i>Ranunculus acris</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
EUROSIB.	<i>Trifolium pratense</i> L.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
EURASIAT	<i>Plantago lanceolata</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eurasiat.	<i>Campanula patula</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Centroeurop	<i>Knautia dipsacifolia</i> Kreutzer	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PALEOTE MP.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CIRCUMB OR.	<i>Trifolium repens</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eurasiat.	<i>Plantago media</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N-Americ.	<i>Bidens frondosa</i> L.											.	.	.	1	.
	ARTEMISIETEA VULGARIS Lohmeyer, Preisig & Tüxen ex Von Rochow 1951															3
CIRCUMB OR.	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+	1	1	2	+	.	1	1	+	1	4	40	30	.	.
Subcosmop.	<i>Oenothera biennis</i> L.											3	3	3	.	.
CIRCUMB OR.	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eurasiat.	<i>Echium vulgare</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.
S-Europ.	<i>Xanthium italicum</i> Moretti											+	.	.	.	.
	STELLARIETEA MEDIAE Tüxen, Lohmeyer & Preisig ex Von Rochow 1951															1
EURIMEDI T.-TURAN.	<i>Vicia sativa</i> L.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	+	+	.	+	.	.
COSMOPO L.	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
EURASIAT	<i>Ranunculus ficaria</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

EURASIAT	<i>Avena fatua</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
N-Americ.	<i>Erigeron canadensis</i> L.												2	.	+	
N-Americ.	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.												.	.	1	
	Altre															0
AVV. NATURAL IZZ.	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
AVV. NATURAL IZZ.	<i>Buddleja davidii</i> Franch.	.	+	.	.	+	.	1	3	+	1	.	.	.	.	.
N-Americ.	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	+	+	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.
Pontica	<i>Hesperis matronalis</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Felce</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N-Americ	<i>Helianthus pauciflorus</i> Nutt.												2	2	3	
Avv.	<i>Symphotrichum pilosum</i> (Willd.) G.L. Nesom												2	1	2	
AVV. NATURAL IZZ.	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Alloctona	<i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i> (Gmelin) Hegi	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

8.3. Rilievi fitosociologici lungo il t. Dezzo

Di seguito (Tabella 11) vengono riportate le informazioni di stazione dei rilievi e le specie individuate con i relativi valori di abbondanza di Braun-Blanquet.

Tabella 11- Risultati dei rilievi fitosociologici D1, D2, D3. Per ogni classe fitosociologica è indicato il valore di maturità (m).

Codice rilievo	D1	D2	D3	
m ²	100	100	50	
Incl (°)	45	45	0	
Esp (°)	N	N	0	
Quota (m s.l.m.)	333	333	333	
Cop. strato arboreo (%)	20	10	10	
Cop. strato arbustivo (%)	15	20	10	
Cop. strato erbaceo (%)	5	5	10	
Cop. strato muscinale (%)	0	0	0	
Cop. suolo nudo (%)	50	55	40	
Cop. roccia (%)	10	10	30	
h max strato arboreo (m)	10	10	10	
h max strato arbustivo (m)	3	3	3	
h max strato erbaceo (m)	0.5	0.5	0.5	
N. specie	13	17	13	
Corotipo				m
	QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE Br-BI & Vlieger in Vlieger 1937			9

	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	1	1	1	
EUROP.-CAUCAS.	<i>Corylus avellana</i> L.	1	+	1	
SE-Europ.	<i>Castanea sativa</i> Mill.	2	2	.	
Eurasiat.	<i>Salix caprea</i> L.	.	.	1	
Subcosmop.	<i>Quercus pubescens</i> Willd.	+	1	.	
S-EUROP.-SUDSIB.	<i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	1	+	.	
EUROP.-CAUCAS.	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	1	.	.	
CIRCUMBOR.	<i>Oxalis acetosella</i> L.	.	1	.	
Cosmop.	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	.	.	1	
	<i>Cyclamen hederifolium</i> Aiton	.	1	.	
	<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl	+	.	.	
	SALICI PURPUREAE-POPULETEA NIGRAE Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 2001				9
PALEOTEMP.	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	+	+	.	
CIRCUMBOR.	<i>Equisetum</i> spp.	.	.	.	
Paleotemp.	<i>Populus nigra</i> L.	.	.	.	
	ROBINIETEA Jurko ex Hadac & Sofron 1980				9
AVV. NATURALIZZ.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	.	.	.	
	RHAMNO CATHARTICAE-PRUNETEA SPINOSAE Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962				8
EURASIAT.	<i>Rubus</i> spp.	1	3	2	
EURIMEDIT.	<i>Hedera helix</i> L.	2	1	.	
Pontica	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	.	.	.	
	GALIO APARINES-URTICETEA DIOICAE Passarge ex Kopecký 1969				6
Eurasiat.	<i>Geum urbanum</i> L.	.	+	+	
EURASIAT.	<i>Geranium robertianum</i> L.	.	+	.	
EURASIAT.	<i>Lamium maculatum</i> L.	.	.	.	
	FESTUCO VALESIIACAE-BROMETEA ERECTI BR.-BL. & TÜXEN EX BR.-BL. 1949				5
Paleotemp.	<i>Bromopsis erecta</i> (Huds.) Fourr.	1	1	+	
Paleotemp.	<i>Potentilla reptans</i> L.	.	1	.	
	ASPLENIETEA TRICHOMANIS (BR.-BL. IN MEIER & BR.-BL. 1934) OBERDORFER 1977				5
	<i>Asplenium trichomanes</i> L.	1	1	+	
EUROP.-CAUCAS.	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	.	1	.	
	MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tüxen 1937				4
CIRCUMBOR.	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	.	1	+	
	<i>Plantago lanceolata</i> L.	1	.	.	
CIRCUMBOR.	<i>Poa pratensis</i> L.	.	.	+	
PALEOTEMP.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	.	.	.	
Paleotemp.	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	.	.	.	
	ARTEMISIETEA VULGARIS Lohmeyer, Preising & Tüxen ex Von Rochow 1951				3
EURASIAT.	<i>Arctium lappa</i>	.	.	1	
CIRCUMBOR.	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	.	.	.	
	STELLARIETEA MEDIAE Tüxen, Lohmeyer & Preising ex Von Rochow 1951				1
EURASIAT.	<i>Avena fatua</i> L.	.	.	+	
	Altre				/

AVV. NATURALIZZ.	<i>Buddleja davidii</i> Franch.	.	.	1	
N-Americ.	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	.	.	.	
AVV. NATURALIZZ.	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	.	.	.	

8.4. Rilievi fitosociologici lungo il t. Re di Gratacasolo

Di seguito (Tabella 12) vengono riportate le informazioni di stazione dei rilievi e le specie individuate con i relativi valori di abbondanza di Braun-Blanquet.

Tabella 12- Risultati dei rilievi fitosociologici GC1 e GC2. Per ogni classe fitosociologica è indicato il valore di maturità (m).

Codice rilievo		GC1	GC2	
m ²		100	100	
Incl (°)		0	0	
Esp (°)		0	0	
Quota (m s.l.m.)		190	190	
Cop. strato arboreo (%)		20	35	
Cop. strato arbustivo (%)		10	25	
Cop. strato erbaceo (%)		45	20	
Cop. strato muscinale (%)		0	0	
Cop. suolo nudo (%)		0	0	
Cop. roccia (%)		25	20	
h max strato arboreo (m)		2	2	
h max strato arbustivo (m)		2	2	
h max strato erbaceo (m)		0,5	0,5	
N. specie		20	12	
Corotipo				m
	ROBINIETEA Jurko ex Hadac & Sofron 1980			9
AVV. NATURALIZZ.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	2	2	
	SALICI PURPUREAE-POPULETEA NIGRAE Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez, Bascónes, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 2001			9
PALEOTEMP.	<i>Salix alba</i> L.	.	2	
Paleotemp.	<i>Populus nigra</i> L.	.	2	
PALEOTEMP.	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	.	1	
CIRCUMBOR.	<i>Equisetum</i> spp.	+	.	
	QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE Br-BI & Vlieger in Vlieger 1937			9
PALEOTEMP.	<i>Lotus corniculatus</i> L.	+	.	
	RHAMNO CATHARTICAE-PRUNETEA SPINOSAE Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962			8
Pontica	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	+	1	
EURASIAT.	<i>Rubus</i> spp.	.	2	
	PHRAGMITO AUSTRALIS-MAGNOCARICETEA ELATAE Klika in Klika & Novák 1941			6
Eurasiat.	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	1	.	
	GALIO APARINES-URTICETEA DIOICAE Passarge ex Kopecký 1969			6
EURASIAT.	<i>Geranium robertianum</i> L.	+	.	
	MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tüxen 1937			4

CIRCUMBOR.	<i>Poa pratensis</i> L.	1	1	
EURASIAT.	<i>Plantago lanceolata</i> L.	1	.	
PALEOTEMP.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	.	
EUROSIB.	<i>Trifolium pratense</i> L.	+	.	
CIRCUMBOR.	<i>Trifolium repens</i> L.	+	.	
	ARTEMISIETEA VULGARIS Lohmeyer, Preising & Tüxen ex Von Rochow 1951			3
CIRCUMBOR.	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf.	+	1	
	<i>Oenothera biennis</i> L.	4	.	
CIRCUMBOR.	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	2	.	
	STELLARIETEA MEDIAE Tüxen, Lohmeyer & Preising ex Von Rochow 1951			1
Cosmop.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	+	1	
EURIMEDIT.-TURAN.	<i>Vicia sativa</i> L.	+	.	
COSMOPOL.	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	+	.	
	Altre			/
AVV. NATURALIZZ.	<i>Buddleja davidii</i> Franch.	2	1	
N-Americ.	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	.	2	
	<i>Symphyotrichum pilosum</i> (Willd.) G.L. Nesom	2	.	
AVV. NATURALIZZ.	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	.	1	
Pontica	<i>Hesperis matronalis</i> L.	1	.	

9. BIBLIOGRAFIA

- UNI EN 13306:2018. Manutenzione - Terminologia di manutenzione (Recepisce: EN 13306:2017). ICS [01.040.03] [03.080.10]. 2018
- UNI 11063:2017. Manutenzione - Definizione di manutenzione ordinaria e straordinaria. ICS : [01.040.03] [03.080.10] [03.120.01]. 2017
- AdBPo (Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po)
- Downs P., Gregory K. (2004) *River Channel Management; Towards Sustainable Catchment Hydrosystems*. London, UK. Hodder Arnold.
- G. Mathias Kondolf (2000) *Setting goals in river restoration*. Department of Landscape Architecture and Environmental Planning, University of California, Berkeley, 202 Wurster Hall, Berkeley CA 94720-2000, USA.
- G. Mathias Kondolf, M. W. Smeltzer, and S. Railsback (2001) *Design and performance of a channel reconstruction project in a coastal California gravel-bed stream*. Environ. Manage., 28, 761 – 776.
- N. Kouwen (1988) *Field estimation of the biomechanical properties of grass*. J. Hydraulic Res. 26 (5), 559-568.
- M. Fathi-Maghadam, N. Kouwen (1997) *Non-rigid, nonsubmerged, vegetative roughness on floodplains*. J. Hydr. Engrg., 123(1), 51-57.
- Eric Tabacchi, Luc Lambs, Helene Guillo, Anne-Marie Planty-Tabacchi, Etienne Muller, Henri Decamps (2000) *Impacts of riparian vegetation on hydrological processes*. Centre d'Ecologie des Systemes Aquatiques Continentaux, UMR C5576, 29 rue Jeanne Marvig, 31055 Toulouse Ce Âdex 04, France.
- F. Pedrotti, D. Gafta, P. Grossoni (1996). *Ecologia delle foreste ripariali e paludose dell'Italia*, Università degli Studi.
- P. Canuti, M. Rinaldi (1997). *Le fasce di pertinenza fluviale: un problema nella definizione del rischio idraulico*. Atti Convegno “L’Arno alle porte di Firenze – Regimazione e sicurezza idraulica. Aspetti normativi, situazione idrogeologica, interventi tecnici proponibili”, Pontassieve-Bagno a Ripoli (FI), 28-29 ottobre 1994, 131-143.
- P. Paiero, G. Paiero (n.d.). *La vegetazione rivierasca alpina*. Conoscere il sistema fiume in ambiente alpino, Atti del 41.mo corso di Cultura in Ecologia. Centro studi per l’Ambiente Alpino, San Vito di Cadore (BL).
- G. Trentini, G. Fossi (n.d.) *Linee guida per la gestione della vegetazione lungo i corsi d’acqua in Provincia di Trento*. Pubblicazione realizzata nell’ambito del Progetto

LIFE11/NAT/IT/000187 "T.E.N." (Trentino Ecological Network): a focal point for a Pan-Alpine Ecological Network.

- E. Banfi, G. Galasso (2010). *La flora esotica lombarda*, Sezione di Botanica, Museo di Storia Naturale di Milano, Corso Venezia 55 (MI).
- Giupponi L., Bischetti G. B., Giorgi A., (2015). *Ecological index of maturity to evaluate the vegetation disturbance of areas affected by restoration work: a practical example of its application in an area of the Southern Alps*. Restoration Ecology, 23: 635-644.
- T. Simonelli (2019). *Misure win-win e primi dati sull'evoluzione dell'assetto territoriale*. Forum: Verso una pianificazione integrata di Distretto Parma.
- M. R. Minciardi (2010). *Caratteristiche degli ambienti perifluviali: significato ecologico e valenze ambientali*. Seminario sulla gestione degli ambienti perifluviali, Coazze (TO).
- Hautes Alpes, Politecnico di Torino, Provincia di Torino (2001). *Buone pratiche di gestione del corso d'acqua-Linee guida*.
- Autorità di bacino del fiume Po (n.d.). *Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi bacino dell'Oglio*.
- R. Sconfietti (2007). *L'Indice di Funzionalità Fluviale come strumento didattico nell'educazione ambientale: una proposta*. Dipartimento di Ecologia del Territorio, Università di Pavia.

10.SITOGRAFIA

- Acta Plantarum. Indirizzo: <https://www.actaplantarum.org/>.
- G. Fanelli: Flora, Vegetazione e Paesaggio. Indirizzo: http://www.anisn.it/miur/todaro/flora_paesaggio/index.htm.

RINGRAZIAMENTI

Mi è doveroso dedicare questo spazio del mio elaborato alle persone che hanno contribuito, con il loro instancabile supporto, alla realizzazione dello stesso.

In primis, un ringraziamento al mio relatore, il Prof. Bischetti, per la sua disponibilità.

Un sentito grazie al Dott. Paolo Fogliata, correlatore di tesi, per il supporto costante e le dritte indispensabili nella realizzazione di ogni capitolo della mia tesi.

Ringrazio il Dott. Alessio Cislaghi e la Dott.sa. Rachele Stentella per la loro immensa pazienza e per i loro consigli.

Ringrazio infinitamente i miei genitori che mi hanno sempre sostenuto, appoggiando ogni mia decisione, fin dalla scelta del mio percorso di studi e mia sorella Giulia che mi ha supportato e sopportato in questo cammino.

Un grazie di cuore ai miei compagni di viaggio, con cui ho condiviso l'intero percorso universitario. Grazie per aver ascoltato i miei sfoghi, grazie per tutti i momenti di spensieratezza.

Un grazie anche a mia nonna, ai miei zii, ai miei cugini e a tutti coloro che in un modo o nell'altro hanno fatto parte di questo mio percorso.

A chi oggi non può essere qui con me, ma che spero mi guardi da Lassù e che sia orgoglioso di me e della donna che sono diventata.

Infine, vorrei dedicare questo piccolo traguardo a me stessa, che possa essere l'inizio di una lunga e brillante carriera professionale.