UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE
E AMBIENTALI - PRODUZIONE,
TERRITORIO, AGROENERGIA

Corso di Laurea in
Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano

"Criteri e direttive per la gestione della vegetazione in alveo"

CASO PRATICO: analisi sul territorio della Provincia di Trento, con riferimento particolare al torrente Avisio in Val di Fiemme".

Relatore: Gian Battista Bischetti
Correlatore: Andrea Bertagnolli

Studente:
Stefano Zucchelli
Matricola:
829572

Anno Accademico 2016/2017

Indice argomenti

Indice

Introduzione....3
1. Elementi di geomorfologia in ambito montano....5
1.1. Cenni di Geomorfologia FLUVIALE....5
1.2. Il sistema IDRAIM....8
1.2.1. Analisi delle scale spaziali di bacino....9
1.2.2. Scala temporale....11
1.2. Geomorfologia fluviale in ambito montano: fenomeno di dissesto....12
1.2.1. Opere di regimazione idraulica dei versanti:....16
1.2.2. Mobilità laterale e erosione della sponde....18
1.2.3. Tipi di trasporto solido e sedimenti sul fondo....20
1.3. Ruolo della vegetazione riparia nei fenomeni di dissesto....21
2. Condizioni idrauliche....23
2.1. Condizioni di regime dei corsi d'acqua e principi di idraulica fluviale....23
2.2. Le correnti a pelo libero e condizioni di regime dei corsi d'acqua....25
3. La vegetazione in alveo (generalità)....37
3.1. Ruoli della vegetazione....38
3.2. Tipi di alveo e interazione con la vegetazione....41
3.3. Tipologie vegetazionali presenti, nella fascia di pertinenza e piana alluvionale. 45
3.3.1. Analisi sulle specie infestanti maggiormente presenti....55
3.3.2. Altre specie tipiche dell'ambiente ripario, che indicano carico organico....62
4. Ecologia fluviale: un approccio integrato....70
4.1. Funzioni ecologiche della vegetazione di ripa: analisi dettagliata....70
4.2. Un torrente come un ecosistema: la funzionalità fluviale....71
4.3. Fauna ospitata dalla vegetazione riparia....74
5. Gestione delle fasce tampone....83
5.1. Scheda tecnica descrittiva della zona: guida alla compilazione....83
6. RISULTATI....102
Allegati....130
a) Documentazione fotografica delle zone in esame....130
b) Calcolo della portata al picco di piena, in base ai vari tempi di ritorno, con sezione di chiusura a Stramentizzo....138
7 CONCLUSIONI :....150
8. RINGRAZIAMENTI....152
Bibliografia:....153

Introduzione

Questo lavoro si propone di svolgere un'analisi focalizzata sulle tematiche che riguardano le formazioni riparie e le loro funzioni. Inoltre, vuole essere un' analisi tecnica sulle condizioni riscontrabili in campo nel territorio del Trentino, e lungo le aste principali dei numerosi corsi d'acqua a carattere torrentizio e fluviale presenti nella nostra regione, e con particolare riferimento al corso d'acqua del torrente Avisio in Val di Fiemme.
L'approccio adottato, considerando il corso d'acqua come un' ecosistema complesso, da preservare e curare,è volto a mantenere la biodiversità e contemporaneamente valorizzare le potenzialità del corso d'acqua.

Il lavoro si inserisce in un generale stato di conservazione delle formazioni boscate sugli alvei del Trentino che, come anche il altri territori, non è dei migliori .
A causa dell' eccessiva antropizzazione delle zone che naturalmente appartengono alla fascia perifluviale, e alla piana inondabile, e al fenomeno dell' artificializzazione degli alvei.
Si tratta di un fenomeno che desta forti preoccupazioni ma che non sempre è adeguatamente considerato, dato che troppo spesso si analizza solamente lo stato chimico e batteriologico dei campioni di acqua, ma non si valutano i rischi degli interventi idraulici, che possono incidere enormemente su un fiume nonostante a livello microbiologico esso venga giudicato in ottimo stato Prevalentemente questa situazione è dovuta all' eccessiva antropizzazione delle zone che naturalmente appartengono alla fascia perifluviale e alla piana inondabile e al fenomeno dell' artificializzazione degli alvei, un fenomeno che desta forti preoccupazioni, dato che troppo spesso si analizza solamente lo stato chimico e batteriologico dei campioni di acqua, ma non si valutano i rischi degli interventi idraulici effettuati, che possono devastare un fiume enormemente anche se però a livello microbiologico viene giudicato in ottimo stato. Per molti anni infatti la cementificazione e la canalizzazione, con impiego di materiale fortemente impattante e non naturale è stata la strategia prevalente e più diffusa in Trentino, ma non solo. Solo dagli anni '90 del secolo scorso si è iniziato a prendere seriamente in esame le tecniche di ingegneria naturalistica e le sistemazioni idaulico-forestali meno impattanti, e solo nel '99 è stato introdotto nella nostra normativa la mappatura biologica nei corsi d' acqua (IBE).
Gli impatti a livello ecologico derivanti dal fenomeno dell' artificializzazione,

sia sulle comunità ittiche che macrobentoniche, ma anche sul cosiddetto “corridoio fluviale” sono state notevoli, e in diversi casi hanno portato alla distruzione degli habitat degli organismi acquatici e dell'avifauna nidificante.
Occorre inoltre considerare gli altri fattori chiave che incidono sull'equilibrio di un fiume: il regime idrologico delle portate, la condizioni idrauliche della sezione e del tratto di fiume che si va ad analizzare, le derivazioni lungo il reticolo idrografico, gli scompensi causati dalle interazioni biotiche negative tra specie autoctone e specie invasive/ alloctone, sia per quanto riguarda le specie vegetali che le specie animali importate e immesse.
Con un lavoro mirato di gestione e di intervento, gli affetti a lungo termine possono essere positivi e condizionare la dinamiche verso un raggiustamento morfologico, ma bisognerà tenere conto di tutti i fattori chiave.
Tra questi fattori verrà esaminata l' interazione tra vegetazione e corrente, con le opportune distinzioni del caso; si valuterà anche le dinamiche che coinvolgono vegetazione e processi geomorfologici, in particolare erosione, trasporto solito di detriti, sedimentazione, movimenti di massa.
Infine, verrà posta attenzione sul fatto che il presente lavoro è stato da me realizzato, su consiglio della Magnifica Comunità di Fiemme, per la Rete di Riserve, che nell'ultimo periodo ha ricevuto diverse segnalazioni negative circa le molte zone dell' Avisio perifluviale che si trovano attualmente in un evidente stato di abbandono, degrado, o risultano impoverite a livello vegetazionale per varie cause e pertanto necessitano di ripristino o di interventi di taglio, per ristabilire i ruoli che da sempre la vegetazione riparia svolge nel complicato ecosistema fluviale. Il principale documento a cui si farà riferimento nella trattazione di questo lavoro è pertanto un lavoro eseguito da MCF, in collaborazione con altri enti di ricerca e studi trentini, cioè:“AZIONE A7 Linee guida per la gestione della vegetazione lungo i corsi d'acqua in Trentino, lavoro eseguito da Thomas Epis, Valeria Fin, Claudio Ferrari, e altri.

MATERIALE E METODI

1. Elementi di geomorfologia in ambito montano

Il territorio in cui viviamo, in tutto l'arco alpino, è interessato fenomeni di modificazione morfologica; alcuni dei processi sono molto lenti e naturali, e avvengono con gradualità senza rischio di compromettere l'ambiente montano. Altri invece sono più veloci, improvvisi e distruttivi, conseguenze di movimenti di masse molto ingenti di terreno, roccia, e materiale legnoso che, per colpa di una condizione di instabilità (localizzata o diffusa), quasi sempre legata all' acqua, possono colpire aree naturali o antropizzate, creando sovente disastri (relazione con il rischio idrogeologico). Anche se da sempre i fenomeni di dissesto sono avvenuti nella storia, la componente antropica non è mai stata così forte e presente nel territorio montano come in questi anni, ed è per questo che le opere di sistemazione (l'insieme di OPERE a carattere IDRAULICO e FORESTALE atte a SANARE situazioni di DISSESTO IDROGEOLOGICO che si verificano in un bacino) devono essere oggetto di molta attenzione.
Per poterci però esprimere e progettare bene questi interventi, dobbiamo conoscere le peculiarità geomorfologiche del territorio in questione.

1.1. Cenni di Geomorfologia FLUVIALE

Servirà ora introdurre i vari indici: il primo è l'indice di sinuosità (Is), che è espresso come il rapporto tra la lunghezza misurata lungo il corso d'acqua (Ia), e la lunghezza misurata per lo stesso tratto seguendo la direzione del tracciato planimetrico complessivo del corso d'acqua.
Questo significa mettere a confronto la lunghezza totale misurata lungo l'asse, quindi una linea curva che esprime il suo andamento reale, con le variazioni di direzioni e le curve, con il tracciato planimetrico, che è un insieme di tratti rettificati dell' alveo, che vengono sommati tra loro.
Il secondo è l'indice di intrecciamento(Ii): si definisce come il numero di canali attivi separati da barre (che sono porzioni più elevate del sistema fluviale, non stabili, di cui parleremo in seguito). Esso viene usato spesso per definire gli alvei a canali intrecciati e quelli *wandering*.
Per calcolarlo, si stabilisce un passo spaziale lungo l'alveo, di sezioni lungo le quali vengono effettuate le misure. Nella fase di inquadramento iniziale, si usa di solito un passo relativamente ampio(2 o più volte la larghezza media del tratto), scelto anche in funzione della lunghezza del tratto e la frequenza

dei canali.
Per ogni sezione, si misura il numero di canali attivi: vengono considerati tali quei canali che presentano un certa continuità del flusso idrico. Questa operazione può presentare un certo grado di soggettività, e risente dei particolari livelli idrometrici presenti durante la ripresa aerea.
Per minimizzare gli errori, è necessario escludere quelle misure di portata rilevate in momenti e situazioni estremi.
Il valore finale dell' indice di intrecciamento corrisponde al valore medio delle misure effettuate nel tratto di una certa lunghezza: si sommano cioè il numero di canali misurati nei vari tratti, diviso per il numero dei tratti.
L' ultimo indice è quello di anabraching (Ia): esso si definisce come il numero di canali attivi separato da isole fluviali(che sono formazioni stabili). Viene usato prevalentemente per descrivere alvei di tipo anabraching, è meno significativo per le alte tipologie a canale singolo.
Per calcolarlo, si seguono criteri analoghi a quelli dell'indice di intrecciamento, ma per ogni sezione si misura il numero di canali separati da isole. Vengono considerati quei canali con una certa continuità nel flusso.
Sulle basi delle considerazioni fatte, viene definita la configurazione complessiva degli alvei, ricordando che non esistono classificazioni in merito che siano del tutto soddisfacenti per questo argomento. Le principali tipologie sono le seguenti:

- rettilineo: solitamente è indicativo di situazioni artificiali, si tratta cioè di una condizione rara in natura, e se presente si mantiene per tratti inferiori a 10 volte la larghezza. L'indice di intrecciamento è generalmente prossimo a 1, e l'indice di sinuosità è inferiore a 1,05.
- sinuoso: a differenza del precedente, esso ha Is maggiore di 1,05; se Is <1,3 indica alvei a bassa sinuosità, e invece si parla di alvei sinuosi-meandriformi quando è superiore a tale valore. Il limite che separa i sinuosi dai meandriformi è quello di 1,5. Sia negli alvei sinuosi che in quelli rettilinei sono presenti barre, prevalentemente di tipo laterale, che spesso si alternano sui 2 lati, ma per una lunghezza inferiore all'80-90% della lunghezza complessiva del tratto. É possibile la presenza localizzata di isole, ma l'Ia si mantiene basso e comunque inferiore a 1,5.
- meandriforme: è un alveo a canale singolo (Ii prossimo a 1), con un andamento sinuoso e una successione più o meno regolare di meandri. Il principale parametro che lo descrive è l' indice di sinuosità: si classificano meandriformi gli alvei con Is maggiore di 1,5. Sono possibili varie categorie di alvei meandriformi, ad esempio:
  a) meandriformi canaliformi privi di barre di meandro, caratteristici di tratti di pianura a bassa pendenza e con trasporto al fondo limitato;
  b) meandriformi con barre di meandro e canali di taglio, nei quali localmente possiamo anche avere Ii molto elevati, e la lunghezza delle

barre laterali può essere molto elevata anch'essa. Possiamo trovare isole fluviali, ma comunque si mantiene la condizione che Ia<1,5.

- Transizionale: rientrano in questa categoria alcune morfologie di tratti che presentano caratteri intermedi con le altre tipologie descritte in precedenza: esistono maggiori difficoltà a definire univocamente dei valori soglia per i tre indici caratteristici, e pertanto si ricorre a ad altre caratteristiche che derivano principalmente da osservazioni quantitative. Un aspetto comune alle morfologie qui indicate come transizionali consiste nel fatto che esse presentano un alveo relativamente largo e poco profondo, costituito in gran parte da barriere emerse. Esse occupano una percentuale elevata dell'area dell'alveo, in maniera simile ai corsi a canali intrecciati, ma a differentemente a questi ultimi il grado di intrecciamento è basso.
  La lunghezza delle barre laterali può superare il 90 %.
  Il canale di magra, ove esiste, scorre divagando all'interno dell'alveo, alternando in continuo la posizione sui due lati, e scorrendo quindi spesso e ridosso di una delle due sponde.
  In base al grado di intrecciamento, possono essere distinte due tipologie:
- sinuoso a barre alternate: hanno caratteristiche simili ai precedenti, ma l'alveo è in genere meno largo e presenta situazioni minori di intrecciamento; sono simili ai *wandering,* ma differiscono sostanzialmente in termini di dimensioni e livello planimetrico tra canale di magra e canale di piena, con un canale stretto e fortemente sinuoso che scorre all'interno di un alveo in condizioni formative, e con una sinuosità medio bassa (Is compreso tra 1,05 e 1,45). In genere, i *wandering* sono però raggruppati insieme ai canali multipli.
- Canali intrecciati: sono alvei con più canali separati da barre. Il parametro caratterizzate è l'indice di intrecciamento, che qui si mantiene quasi sempre maggiore di 1,5. L'Ia sta solitamente tra 1 e 1,5.
- anabraching: si tratti di alvei a canali multipli caratterizzati da isole, vegetate e comunque stabili, che dividono il flusso in più rami fino alle portate di bankfull. A differenza degli alvei a canali intrecciati, dove in caso di piena le barre sono completamente sommerse e il corso d'acqua perde il carattere pluricursale, nel caso degli anabraching il pattern rimane pluricursale anche il condizioni di portata ad alveo pieno. Il parametro che si analizza in questo caso è l'Ia, che se è maggiore di 1,5 caratterizza questo tipo di alveo (discorso analogo a quello a canali intrecciati). I corsi d' acqua di tipo anabraching a bassa energia vengono definiti anastomizzati.

1.2. Il sistema IDRAIM

Inquadramento e suddivisione del reticolo idrografico: (Rinaldi et Al., 2014: pp34-38).

Si prenderà in considerazione il sistema di valutazione idromorfologico, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua, denominato IDRAIM. Esso è stato realizzato con l'obiettivo di sviluppare una metodologia complessiva di analisi e di supporto alla gestione dei processi geomorfologici nei corsi d'acqua, tenendo conto in maniera integrata dei obiettivi di qualità e sicurezza, ai sensi della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE.
La procedura è sistematica e strutturale, e si basa su come affrontare i vari aspetti idromorfologici, ma anche le altre componenti (gli aspetti idraulici ed ecologici), per potere giungere a fornire il supporto scientifico e conoscitivo per la gestione oculata dei corsi d'acqua.
Essa è una metodologia applicativa, che può essere utilizzata anche da parte degli agenti responsabili dell' implementazione delle Direttive.
Prendiamo ora in considerazione le principali caratteristiche del sistema IDRAIM.

- Questo sistema fornisce una base fisica e una serie di procedure attraverso le quali consentire una comprensione dei processi di dinamica morfologica e della scala di bacino.
- La metodologia utilizzata si focalizza su quegli aspetti di dinamica morfologica, pertanto non va intesa come un sistema di analisi di ogni aspetto necessario alla gestione dei corsi d'acqua.
- Questo sistema si basa su una scala temporale di analisi degli ultimi 100-150 anni. Cioè un orizzonte sufficientemente ampio, per tenere conto dei processi geomorfologici e delle loro variazioni
- sistema IDRAIM nasce per rispondere alle esigenze che derivano dalla Direttiva Quadro Acque e Alluvioni, ma non è esclusivo per tali scopi. La suddetta metodologia può essere impiegata per degli studi con obiettivi specifici, come la riqualificazione fluviale, la gestione dei sedimenti, la mitigazione dei pericoli da dinamica idro morfologica
- Lo strumento metodologico è flessibile, e si adatta a seconda delle finalità per le quali viene impiegato; ogni componente viene affrontato per livelli di approfondimento crescenti, tenendo conto degli obiettivi e delle specifiche esigenze. Durante le fasi del metodo, se sussistono delle interazioni con altri aspetti, si usano anche approcci differenti.
- I metodi usati per la valutazione della qualità, presentano una corretta impostazione.
- I due aspetti di “ qualità morfologica” e “ pericolosità da dinamica morfologica “, sono tenuti concettualmente separati, ma una delle finalità del metodo è quella di fare emergere la conflittualità, e individuare le possibili azione per tenere conto dei vari obiettivi.

1.2.1. Analisi delle scale spaziali di bacino

Viene adottata una suddivisione gerarchica. Ogni unità, ha il controllo diretto del comportamento e del carattere dell'unità di ordine gerarchicamente inferiore (il top-down explanation). Essa è anche utile per interpretare correttamente il comportamento dell' unità gerarchicamente superiore.
Il sistema IDRAIM fa riferimento perciò alla seguenti unità spaziali, enunciate in ordine gerarchico decrescente.

1) Bacino / sottobacino: unità spaziale di partenza.

2) Unità fisiografica: sono delle aree relativamente omogenee all' interno del bacino per caratteristiche morfologiche- fisiografiche (area montuosa, area collinare, pianura montana, bassa pianura). Dentro ognuna di queste è possibile individuare uno o più segmenti.
3)Segmento: "macrotratto" relativamente omogeneo, che viene definito dai limiti dell' unità fisiografica, dentro la quale si si colloca, e da altre forti variazioni idrologiche.

Controlli sul carattere e comportamento di un fiume

4) Tratto: detto anche "reach", è l'unità spaziale fondamentale. La suddivisione nei tratti si basa su vari aspetti, come il grado di confinamento, la morfologia d'alveo, le più evidenti discontinuità idrologiche, e la presenza di elementi antropici di forte impatto (ad es. le dighe o le briglie)

Variabili guida e condizioni al contorno

5) Unità morfologica: la morfologia di ogni tratto è determinata dalla compresenza delle varie unità morfologiche, che vanno a costituire una certa configurazione (barra, canale, isola, riffle pool). Per caratterizzare l'associazione completa delle singole unità, si più anche fare riferimento ai sottotratto.
6) Unità idraulica, Unità sedimentaria: all'interno della stessa unità morfologica, è possibile individuare delle porzioni con caratteristiche idrauliche e di tipologia di substrato relativamente omogenee. Sono unità spaziali di piccole dimensioni, estremamente dinamiche, che vanno a determinare la biodiversità degli habitat presenti sul territorio. Essa è anche detta microcita.

Assemblaggio dinamico delle unità che caratterizzano la morfologia di quel tratto

Un altro aspetto più rilevante di indagine, legate alle possibili scale spaziali, è quello del' ampiezza della regione fluviale, in senso trasversale al corso del fiume, entro le quali effettuare le indagini geomorfologiche.
Per individuare tale fascia, bisogna prima considerare le caratteristiche ecologico-stazionali, oltre che di carattere idromorfologico, si basa sul riconoscimento delle spazio, che è la sede dei processi, associati con il funzionamento del sistema fluviale. L' ampiezza di tale fascia può risultare variabile e cambia a seconda dei diversi processi che avvengono in quella porzione, e che si desidera indagare, ma in teoria, il limite esterno di tale fascia si assume come quello della piana inondabile.
Prendiamo in considerazione, dato che si parla della suddivisione spaziale di un bacino, la classificazione di Schumm (Rinaldi et Al., 2014: pp.1-100)

La configurazione plano altimetrica degli alvei nei corsi d'acqua alluvionali, cioè quelli che sono liberi di automodellarsi,cioè di scegliere la propria forma sia in senso altimetrico che planimetrico è il risultato dell'interazione tra i processi all' origine della loro formazione (le variabili guida) e le condizioni al contorno, che sono date dalla forma del fondo valle, dal tipo di granulometria del sedimento presente e appunto dalla vegetazione riparia.
La variabili guida sono: regime delle portate solide e regime delle portate liquide.
Dobbiamo distinguere secondo la classificazione di Shumm (1977), tra zona alta del bacino, o zona1; zona media dominata prevalentemente dal trasferimento dei sedimenti verso valle da parte dei corsi d'acqua, o zona 2; zona più valliva che rappresenta l'area di prevalente accumulo di sedimento, o zona 3. Dalla sorgente quindi i sedimenti passano per la zona di trasferimento alle piane alluvionali, le zone di accumulo.
Il regime delle portate solide dipende dai processi geomorfologici, che dominano nella porzione alta del bacino, mentre il regime delle portate liquide dipende dalla precipitazioni.
I processi dominanti saranno quindi: nella zona 1 l'erosione, nella zona 2 il trasporto solido (che può essere di vari tipi) e nella zona 3 la sedimentazione o accumulo. Il corso d'acqua può essere quindi visto come un nastro trasportatore.
In realtà però i tre processi avvengono, in misura diversa, in ogni tratto del sistema fluviale se esso è a fondo mobile, e pertanto si realizzano continui scambi di sedimento tra le sponde e il fondo.
Ci sono anche altre caratteristiche che variano nelle tre zone, che sono: il grado di confinamento, e le dimensioni. Nella zona montuosa o collinare, la prima, prevalgono i corsi d'acqua confinati dai versanti; nella zona

pedemontana i corsi d'acqua sono prevalentemente semiconfinati; una volta raggiunta la zona di deposizione, prevalgono i corsi d'acqua non confinati in pianure alluvionali.
Secondo Bull (1979) i processi dominanti nelle diverse porzioni del bacino idrografico, dipendono dal rapporto tra la potenza della corrente e quella critica, cioè la tensione esercitata dall' acqua e la tensione resistente; essa infatti rappresenta la soglia di innesco per la condizione di mobilità delle sponde e del fondo.
Per quando riguarda le dimensioni dei corsi d'acqua, esse aumentano significativamente attraverso il sistema fluviale al crescere dell' area di drenaggio, e quindi all' aumentare delle portate liquide.

1.2.2. Scala temporale

Parliamo ora della scale temporali che si considerano/analizzano, nel campo della Gemorfologia, in accordo con gli obiettivi dello studio:

- Scala geologica: (10^4 : 10^6 anni): è la scala che è opportuno considerare per inquadrare le caratteristiche geologiche e fisiografiche, del bacino e la loro evoluzione,nel lungo periodo.
- Scala storica: (10^2: 10^3 anni): ha lo scopo comprendere la morfologia del dei corsi d'acqua nei tempi storici e le evoluzioni che ha subito, come per esempio i tipi di sistemazioni, e altri tipi di controlli antropici a cui sono stati soggetti;
- Media Scala Temporale: (ultimi 100-150 anni): è senza dubbio la scala più significativa per comprendere l'attuale forma di un corso d'acqua, a seconda delle variazioni nella planimetria (alveo ristretto o allargato), o nell'altimetria (alveo inciso o più “aggradato”). Si adatta maggiormente agli studi di carattere applicativo (è denominata “scala gestionale”);
- Scala annuale: è una scala poco significativa per l'interpretazione dei fenomeni evolutivi e delle forme, ma per i caratteri granulometrici e/o vegetazionali locali, che dipendono essenzialmente dagli eventi che si sono verificati nell'ultimo ciclo stagionale, è potenzialmente significativa.

Infine, il concetto di “traiettoria”, vede come oggetto dell'analisi il carattere molto dinamico dei corsi d'acqua, in risposta alle continue oscillazioni delle variabili di controllo: esse sono quelle impulsive(ad esempio le piene), quelle discontinue (ad esempio le dighe), quelle progressive (le variazioni climatiche o di uso del suolo).
La componente temporale è tenuta in forte conto dall' IDRAIM, con un

riferimento particolare all'applicazione del concetto di traiettoria e delle variazioni negli ultimi 100-150 anni. Si vuole anche inoltre prevedere possibili tendenze future in una scala temporale dei prossimi 50 anni circa.

La struttura complessiva del sistema si articola di quattro fasi:

- fase 1: il reticolo viene diviso nelle varie unità spaziali, con l'approccio gerarchico descritto precedentemente, e si analizzano le condizioni attuali del sistema fluviale, con i fattori di controllo e i processi;
- fase 2: si valuta la traiettoria, di evoluzione passata, e le attuali condizioni dei corsi d'acqua;
- fase 3: si valutano gli scenari possibili futuri, sulla base delle tendenze evolutive;
- fase 4: le precedenti conoscenze vengono elaborate, ai fini di applicarle alla gestione dei corsi d'acqua.

1.2. Geomorfologia fluviale in ambito montano: fenomeno di dissesto

In ambito montano, i fenomeni di dissesto che si possono verificare sono conseguenti spesso alla condizione dei torrenti, i cui “innalzamenti di pelo sono subitanei e violenti, le pendenze considerevoli ed irregolari e che spesso innalza alcune parti del suo letto col deposito delle materie trasportate, ciò che fa divagare le acque al momento delle piene”.

Questo in conseguenza di alcune condizioni, in cui si trovano i torrenti:

- un bacino contribuente piccolo
- una variabilità delle portate elevata
- pendenza solitamente elevata,specie in alta montagna
- trasporto di materiale grossolano al fondo

C'è innanzitutto da premettere che vi sono torrenti detti “di scavo” e torrenti “di trasporto”; entrambe le situazioni si verificano in ambito montano. Per distinguere i torrenti di scavo da quelli di trasporto, si usa solitamente la Bilancia di Lane, che confronta le dimensioni del sedimento, con la pendenza nell'alveo: le prime possono essere da fine a grossolana, mentre la seconda, può essere da piatta a ripida. La bilancia di Lane stabilisce quindi se in un preciso tratto di torrente si ha erosione (dimensione del sedimento fine e alveo pendente) o deposito (sedimento grossolano, e alveo poco pendente o piatto.
In conseguenza, si potranno distinguere tra torrenti di scavo (“la corrente possiede energia sufficiente sia a trasportare il materiale che perviene in alveo, sia ad eroderne il fondo, e progressivamente il piede dei versanti") e di trasporto (“la quantità di materiale che perviene in alveo da monte e dai

versanti eguaglia o supera la capacità di trasporto della corrente per cui non si ha erosione al fondo ma semplice trasporto di materiale prodotto altrove o il suo deposito con conseguente rischio di sovralluvionamento e quindi riduzione della sezione utile per il deflusso ed esondazioni, e possibilità di formazione di colate detritiche").
Come conseguenza, si ha che nei torrenti di scavo: si abbassa progressivamente il fondo, le sponde e i versanti perdono stabilità, e si ha anche un possibile scalzamento dei manufatti.
Le cause risiedono nel fatto che la CAPACITÀ di TRASPORTO > DISPONIBILITÀ di MATERIALE a causa di:

- alimentazione da monte insufficiente
- capacità di trasporto eccessiva (t_0 grande)

Per i tratti in erosione, si può procedere inserendo un corazzamento, che ha come conseguenza quello di aumentare il $D_{50.}$
Oppure si può andare a porre delle opere trasversali, disposte a gradinata, che diminuiscono la cadente energetica S. Le opere possono essere: trasversali, a pennelli, o longitudinali.
Questi interventi hanno lo scopo di diminuire t_0 (con una riduzione della pendenza), e aumentare la resistenza al fondo (aumentando la $t_{c)}$.
La tendenza evolutiva di questi torrenti è l'erosione.
Per correggere un torrente di scavo, si può ricorrere alla sistemazione con briglie, che, con un profilo di correzione, tramite la pendenza di correzione, abbassa il dislivello generale del torrente.
Le briglie, appunti dette, di "consolidamento" (di solito sono cementificate), si compongono di varie parti: il coronamento, la gaveta, le due ali, l'ammorsamento e la fondazione. Esse possono anche essere realizzate con altri materiali, sfruttando l' ingegneria naturalistica, quindi con legname e pietrame.
Ciò che risulta dalla posa di numerose di queste opere è una " sistemazione a gradinata con briglie", come si può vedere nell'immagine 1.

Immagine 1: Sistemazione a gradinata con briglie

Per correggere la pendenza, sarà fondamentale realizzare con le briglie, una pendenza giusta di correzione; infatti, nel caso che si realizzi una pendenza meno elevata, di quella corretta, vuole dire che sono state eseguite opere sovradimensionate, e con un costo maggiore del necessario.
Invece, nel caso in cui si realizzi una pendenza più elevata, ci sarà ancora erosione e necessità di intervenire ulteriormente.
Ad ogni modo, ci sarà necessità di trovare un "giusto compromesso fra l'esigenza di stabilizzazione e di contenere le alluvioni solide a valle nel breve-medio periodo e l'opportunità di garantire un'apprezzabile dinamicità dell'alveo nel medio-lungo periodo". Accanto a queste vi sono le briglie selettive, o filtranti aperte; esse possono essere di varia tipologia (a griglia, sperone, fessura, a pettine, ecc) e svolgono una duplice funzione (idraulica e meccanica).

“La presenza dell’opera determina un profilo di rigurgito con passaggio dalla situazione di corrente rapida (nel tratto di canale non influenzato dall’opera stessa) a quella di corrente lenta, con conseguente riduzione della pendenza motrice. Ciò comporta la riduzione della tensione di trascinamento e la sedimentazione del materiale più grossolano.”
In generale si può dire che le SIF, dagli anni '60 fino ad oggi, hanno subito un radicale mutamento, sia nei criteri di progettazione, sia nella tipologia dei materiali impiegati.
In principio era molto diffuso l'uso del calcestruzzo e massi; poi negli anni 80 si è affermato l'uso del calcestruzzo armato e cemento armato (anche i massi erano sempre più utilizzati), poi progressivamente si sono diffuse altre metodologie e principi: quello dell'ingegneria naturalistica, della ricostruzione morfologica degli alvei con materiali del posto.
In alcune situazioni, si può intervenire con cunettature, o posa di massi e altre opere di difesa spondale.
Ma anche la ricostruzione morfologica degli alvei, specialmente in ambito montano, è molto praticata, e si riconduce alle particolari conformazioni degli alvei montani, come step- pool, riffle -pool, cascade, rapid, glide, pool, e altri.
Nell'immagine 2 si vede un tipico torrente, dove fra l'altro sono stati collocati anche dei massi di calcare (bianchi), ma che riprende bene la tipologia a step – pool, cioè l' alternanza di *steps* alternati a *pools*, con assenza di unità *run*.

Immagine 2: torrente montano a step pool

1.2.1. Opere di regimazione idraulica dei versanti:

(Carbonari et Al., 2000 : pp.17-26)
Anche se si è eseguita una corretta esecuzione dei movimenti terra, nel rispetto di tutte le regole della geotecnica, questo non è garanzia sufficiente di un' ottimale riuscita dell'intervento, di ripristino, se in corso d'opera non si è tenuto conto di un fattore fondamentale: l' azione erosiva dell'acqua.
Sarà pertanto opportuno fare due distinzioni, nel distinguere l'azione erosiva che l'acqua esercita:
1) la prima è dovuta ad un'intensa azione erosiva dovuta a precipitazioni meteoriche intense che, come scorrimento a flusso laminare o scorrimento a flusso incanalato, provocano danni più o meno diffusi, e comunque solitamente superficiali.

Questo tipo di azione è solitamente controllabile con i rinverdimenti di copertura.

2) Azione erosiva dell'acqua: essa è dovuta alla costante presenza di risorgive perenni, o periodiche, che per via di crolli naturali o per intercettazione di falde superficiali, durante i lavori di modellamento meccanico, sono state messe in luce.

Questo tipo di erosione è molto più devastante del precedente, e per andare a contrastare qui non è sufficiente una protezione di copertura, ma sono necessari interventi di regimazione idraulica.
Il principio dei drenaggi, è quello di andare a neutralizzare gli effetti, di erosione che l'acqua esercita sui terreni ripidi. Un dreno infatti, per essere tale, deve intercettare l'acqua senza però convogliarla, o disperderla senza danni.
In casi non gravi, si è solitamente inclini a sfruttare la capacità pompante dei vegetali, che, anche se non di immediata realizzazione come potrebbe essere la posa di un tubo, è estremamente valida. La maggioranza delle volte, si combina l' uso di materiale naturale o sintetico.
Alcune tecniche che sono state impiegate:

- realizzazione di canalette e pozzetti: queste strutture vengono hanno lo scopo di raccogliere e allontanare l'acqua, dalla superficie e proteggere la scarpata da possibili erosioni, fino al completo sviluppo di vegetazione. La misura prevalente è di tavolame, con un diametro dallo spessore di 3-4 cm, che è assemblato a forma di U, o di V, e vengono fissati al terreno con picchetti in legno e ferro. Per i pozzetti invece, si impiegano tavoloni di larice, forando con una motosega, la parete a monte che funge da filtro. Poi il pozzetto viene interrato,

andando a inserire nella parte a valle un tubo di scarico, e coprendo la struttura con un chiusino.

- Trincea Drenante, con fascinate vive o morte: questo metodo di drenaggio, viene impiegato per il prosciugamento superficiale di frane composte da materiale incoerente: per eseguirle, si scava un fosso profondo da 80 a 100 cm, che viene poi riempito con fascine di ramaglia, le quali vengono fissate al terreno con picchetti in legno e ferro. Dove è necessario che vi sia un 'azione permanente di drenaggio, si vanno ad usare delle fascinate costituite da ramaglia viva di salice, che poi, una volta a contatto con il terreno, emettono delle radici andando a formare una linea di drenaggio persistente.
  Esse dovranno essere disposte sempre, con la parte più grossa rivolta verso monte. Le fascinate esercitano la loro azione di prosciugamento, in seguito all'intercettazione e il convogliamento dell'acqua da parte dei rami. Una volta che le piante sono attecchite, subentra l'azione pompante dei vegetali, e perciò il perdurare dell'effetto drenante nel tempo.
- Drenaggio verticale combinato: é una tecnica, che si applica in presenza di numerosi affioramenti d'acqua diffusi, non regolari, con portate non rilevabili ma continue. In questi casi, non è possibile una regimentazione mediante un sistemazione e gradinata con briglie in legname. Pertanto, nelle situazioni dove il metodo è stato impiegato, l' acqua viene captata in vari punti di affioramento, poi viene convogliata e raccolta in pozzetti. Poi essa viene allontanata mediante una condotta sotterranea, lungo la massima pendenza disponibile. In questo modo, tutta la superficie viene rivegetata.
- Cuneo filtrante: questo è un sistema di drenaggio, che viene usato per andare a bonificare dei pendii, bagnati, che sono soggetti a franamento, a causa della mancanza di appoggio al piede del versante.
  In questo caso, alla base della zona bagnata viene collocato un muro il legname, di un altezza adeguata, nel quale si inserisce una guaina o una canaletta zincata, per smaltire l'acqua in eccesso che proviene dall'alto. Successivamente, si ricarica la zona bagnata, con del materiale molto permeabile (es. ghiaione, o pietrisco).
- Trincea Drenante con struttura Sintetica: è un metodo che viene largamente impiegato per captare della emergenze lungo il pendio di frana: la struttura di drenaggio è costituita da un materiale geotessile sintetico, che è composto da una struttura tridimensionale in nylon, ad alto contenuto alveolare, interposto a due non- tessuti di poliestere.
  Anche qui, occorre effettuare uno scavo di una trincea (con ragno meccanico) dalla profondità di uno o due metri, posare la struttura drenante addossando la stessa alla parete di monte, posizionare il tubo microforato, e riempire la trincea stessa con materiale presente il loco

(la peculiarità di questa modalità è proprio il fatto, che si va ad usare materiale del posto, senza dover ricorrere a altro materiale drenante importato da siti esterni. Anche se non fa parte dei metodi prettamente naturalistici, è di semplice realizzazione e si presta molto bene ad essere abbinato con essi.

- Drenaggio con tubo forato o fondo impermeabile: questo metodo di costruzione è stato attuato per aumentare la funzionalità, del drenaggio con fascinate, perché si è osservato che nella linee drenanti, in quelle che sono disposte obliquamente, sul pendio, si verifica spesso l'approfondimento della trincea, cioè un netto abbassamento del livello di fondo.
  Per sopperire a questo, si ha rinforzato il fondo del fosso, con delle guaine in plastica, in polietilene, o viapol, che rendono impermeabile la linea di scorrimento dell'acqua; inoltre, per aumentare la velocità di scorrimento, può essere aggiunto un tubo microforato in plastica.

Per ovviare ai problemi di instabilità dovuti a torrenti e in generale per eseguire delle sistemazioni (in alveo e versante), sono di fondamentale importanza le SIF, sistemazioni idraulico-forestali, realizzabili in alveo (per maggiori approfondimenti si rimanda a testi specializzati).
Tra le SIF realizzabili in alveo, quelle di maggiore importanza sono le briglie. Per esse, viene predisposta una pendenza di equilibrio, che deve essere sempre rispettata in fase di costruzione.
Essa è la pendenza di equilibrio, cioè "quel valore della pendenza per cui in un alveo di geometria nota, in cui transita una certa portata, il materiale trasportato non supera determinate dimensioni".
Essa dipende cioè dalla geometria dell'alveo, dalla granulometria del materiale, e dalle caratteristiche della corrente.

1.2.2. Mobilità laterale e erosione della sponde

(Rinaldi et Al., 2014 : pp.17-18).

I processi di erosione delle sponde fluviali sono quelli che determinano una mobilità planimetrica (e laterale) del corso d'acqua, e sono dei processi chiave per l'evoluzione morfologica di: alveo, piana inondabile e di habitat ripari ad essa associati.
Sono da tenere in considerazione, a questo proposito:

1) processi di degradazione meteorica e indebolimento;
2) processi erosivi;
3) movimenti di massa.

I primi due, sono direttamente legati a processi di natura subaerea (come disseccamento, cicli di gelo / disgelo, dilavamento, calpestio, danni meccanici, distruzione della vegetazione, pressioni negli interstizi del terreno positive): essi vanno ad agire direttamente sulla sponda, e ne provocano un progressivo indebolimento, piuttosto che un effettivo arretramento. I processi erosivi vanno ad incidere su rimozione e trasporto di particelle o degli aggregati sulla superficie esterna della sponda; si verifica cioè un caso di erosione fluviale per corrente parallela o incidente, erosione per rigagnoli o fossi, sifonamento, onde generate dal vento forte.

Sifonamento: è un fenomeno disastroso che viene provocato da una risalita verticale di un fluido, in un suolo che non è in grado di opporsi a tale spinta. Il risultato è quello di un' inondazione con rottura degli strati superficiali /o profondi danneggiamenti; si può arrivare anche a una rottura delle opere costruite dall' uomo in sponda d'alveo. Un fenomeno del genere si può verificare ad esempio nel caso di uno scavo effettuato sotto la quota di pelo libero della falda acquifera: in questo caso viene a crearsi una sorta di tappo, che è costituito dalla base dello scavo, e quindi man mano che lo scavo procede, il tappo si assottiglia, la pressione dell'acqua in incrementa, fino a che si arriva, oltrepassato un punto limite, ad un sollevamento del terreno, con una vera e propria inondazione.

I movimenti di massa invece comprendono vari meccanismi con i quali si verifica una rottura e un movimento di materiale spondale per effetto della gravità (come scivolamenti, ribaltamenti, crolli ecc).
Poi, secondo tale concetto, si possono distinguere schematicamente tre condizioni:

a) condizioni di accumulo (movimenti di massa apportano materiale alla base della sponda, con un tasso superiore al tasso di rimozione);
b) condizioni di equilibrio (se gli apporti e la rimozione si bilanciano);
c) condizioni di erosione (se l'erosione è tale da comportare una rimozione completa del detrito alla base della sponda).

L'instabilità laterale e i tassi di arretramento sono estremamente variabili, sia nello spazio (cambiano da fiume e fiume, e dai tratti situati a monte a quelli situati a valle), che nel tempo (a scala del singolo evento di piena, stagionale o su più anni) e sono quindi fenomeni difficili da prevedere.
Si può generalmente dire che, all' interno dello stesso sistema fluviale, la distribuzione dell'instabilità laterale può essere legata all'interazione tra

potenza della corrente e la resistenza del materiale che ne costituisce le sponde.

1.2.3. Tipi di trasporto solido e sedimenti sul fondo

1) Trasporto solido al fondo: è costituito dai sedimenti che si muovono sul fondo o ad una bassa distanza da questo. Essi si muovono come movimento generalizzato; esso è una frazione molto importante del trasporto totale, perchè è direttamente connessa alle modificazioni morfologiche dell'alveo.
2) Trasporto solido in sospensione: alcune particelle vengono sollevate dal fondo e tenute in sospensione dalla turbolenza della corrente, e dopo aver percorso tratti più o meno lunghi tornano al fondo. Per la maggioranza dei fiumi costituisce la frazione più significativa del trasporto totale. Il trasporto in questione, è a sua volta divisibile in classi: il *wash load* (trasporto per dilavamento) e il *trasporto in sospensione in senso stretto*. Il primo rappresenta la porzione più fine, con un diametro inferiore a 0,064 mm (limo), ha origine dai versanti durante una precipitazione e si muove verso zone con sedimentazione (come laghi o mare). Il secondo, il trasporto in senso stretto, può essere sedimentato nell'alveo stesso in zone che hanno una minore tensione trascinante ($t_{0)}$ della corrente.
3) Trasporto solido in soluzione: si tratta del trasporto di sostanze disciolte nell'acqua del fiume, che provengono da processi di dissoluzione delle rocce affioranti del bacino.
4) Trasporto solido per flottazione (o fluitazione): prevalentemente da materiali legnosi (tronchi, rami galleggianti); può comprendere anche blocchi o frammenti di ghiaccio
5) Colate detritiche o di fango (debris flow e mud flow): si tratta del movimento di una massa di detriti o di fango, che, essendo completamente imbevuta di acqua, si muove comportandosi essa stessa come un fluido, avente una complessa reazione e consistenza. Infatti siamo nel caso intermedio tra fluido e solido. Quindi, questa massa segue delle complicate interazioni di tipo non newtoniano. Questi processi, avvengono prevalentemente lungo i tratti colluviali del reticolo.

Inoltre, lo studio dei caratteri sedimentari di un alveo fluviale, e specie dei differenti tipi granulometrici presenti sul fondo, ha una particolare importanza, giacché fornisce informazioni sul tipo e sulle dimensioni del materiale coinvolto.
Infatti, le caratteristiche granulometriche, dei sedimenti del letto, variano

anche notevolmente in senso longitudinale e trasversale, sia da monte verso valle (per i processi di abrasione e azione selettiva della corrente, ma anche per il contributo degli affluenti), poiché vi sono differenti unità morfologiche che vanno a comporre l'alveo (come barra, canale, ecc...). Inoltre, anche se in molti alvei fluviali, il fondo è costituito da sedimenti sufficientemente omogenei (tipo ciottoli o ghiaia), esiste una tendenza alla stratificazione in senso verticale, dal momento che tenderà a svilupparsi primo livello più alto, di dimensioni maggiori a livello granulometrico, rispetto a al livello sottostante.
Questa caratteristica del fondo, prende il nome di *corazzamento*: essa viene attribuita, in prevalenza, a:

- azione selettiva della corrente: le particelle più fini, che si trovano a contatto diretto con l'azione della corrente, sono rimosse con più facilità di quelle, sempre fini, sottostanti;
- carenza di trasporto solido da monte, specie di *wash load*.

Si parla poi di corazzamento statico, se solo una piena di grosse dimensioni è in grado di mobilizzare questo livello corazzato.\
Se invece, sono sufficienti condizioni di trasporto solido poco intense, ma non nulle, per mobilizzarlo, allora si parla di corazzamento debole. In queste condizioni, durante le quali i granuli più grossolani si concentrano in superficie, mentre i più fini vanno ad occupare gli spazi compresi fra quelli più grandi e vengono da questi protetti, si parla di "fenomeno del corazzamento."
C'è poi il grado di corazzamento, che deve essere caratterizzato da un parametro, cioè il rapporto di corazzamento (amour ratio); il quale è normalmente definito come il rapporto tra diametro mediano dello strato superficiale e quello del sottostrato.

1.3. Ruolo della vegetazione riparia nei fenomeni di dissesto

La vegetazione determina numerosi interazioni con i principali processi di modellamento di tipo geomorfologico (erosione, trasporto solido, deposito). (Rinaldi et Al., 2014 : pp.19-20).
Ognuna delle varie superfici geomorfologiche (es. terrazzo), è caratterizzata da determinate frequenze e tassi di inondazione; si instaurano perciò delle chiare relazioni tra condizioni idromorfologiche e associazioni di specie vegetali. Le interazioni tra processi fluviali e vegetazione sono molteplici, e coinvolgono tutti i processi responsabili del modellamento fluviale.

VEGETAZIONE VIVA RIPARIA IN ALVEO	
PROCESSI IN ALVEO: • Resistenza al moto • Ostruzione parziale sezione • Erosione per contrazione della sezione • Effetti sul trasporto solido • Sedimentazione • Creazione di isole, avulsioni, ecc...	PROCESSI SPONDE: • effetti idrologici • effetti meccanici

Tabella 1: Schema riepilogativo dei processi fluviali influenzati dalla vegetazione viva e morta

Da vari studi condotti prevalentemente negli Stati Uniti, sono stati individuati numerosi ecotipi vegetazionali associati a diversi stadi evolutivi,visto che ogni specie si adatta maggiormente a un certo processo. Le principali differenze nei tipi riguardavano fiumi a differenti stadi evolutivi, come:
a)fiumi in equilibrio
b)fiumi durante il periodo di aggiustamenti morfologici (ad es. fase di incisione) in sistemi fluviali instabili
c) sistemi fluviali in fase di aggiustamento ma durante periodo di equilibrio.
Oltre alla vegetazione e materiale legnoso vivo, ci sono anche accumuli di materiale legnoso morto in alveo, che ha una molteplicità di effetti sui processi di natura idraulica, geomorfologica, ecologica.
Il materiale grossolano presente all'interno di un torrente, come branche e rami di piante arboree o tronchi interi, si chiama appunto “materiale legnoso grossolano”(o Large Wood Debris, in inglese). Sono considerati LW i detriti con un diametro maggiore di 10 cm e lunghezza minore di 1m.
Si può inoltre andare a definire alcune similitudini tra i processi che riguardano il legno e quelli che invece riguardano i sedimenti.
La componente legnosa può essere mobilitata in varie modalità, ed immessa in alveo con vari meccanismi, alcuni dei quali sono:

- movimenti terra nei versanti
- mortalità piante
- azione ad opera del vento (con schianti)
- azione ad opera di precipitazioni nevose
- incendi
- mortalità indotta da organismi viventi

2. Condizioni idrauliche

Vale la pena spendere due parole sulla situazione idrauliche, in particolare su alcuni principi di base e sulle correnti a pelo libero.

2.1. Condizioni di regime dei corsi d'acqua e principi di idraulica fluviale

Vi sono molte situazioni differenti, a livello idraulico, che vanno trattate diversamente. In certe situazioni, le dissipazioni energetiche sono considerate trascurabili, e in tali situazioni il comportamento del liquido è assunto come quello del liquido perfetto, che segue la legge del "Teorema di Bernoulli".
Nella situazioni più tipiche dell' idraulica però, la dissipazione e quindi la cadente energetica J, costituiscono un aspetto importante, e determinante, del fenomeno idrodinamico: se descrivessimo l'ipotesi di un liquido perfetto in queste situazioni, essa sarebbe molto lontana dalla realtà.
Prendiamo in esame il caso in cui, vi siano due serbatoi, i cui due peli liberi si mantengano costanti e invariati alle quote z_1 e z_2, ed essi sono collegati da una condotta cilindrica, di raccordo, con sezione circolare. L' imbocca della condotta stessa è ben raccordato, in modo tale da non causare alcuna dissipazione energetica.
Ovviamente, nei due differenti casi in cui siano rappresentate le linee dei carichi totali, e la linea piezometrica, ci sono delle differenze nette, perché:

- la linea dei carichi totali è orizzontale per l'ipotesi di liquido perfetto;
- la discontinuità tra la linea dei carichi totali nella sezione di sbocco, e il pelo libero del serbatoio di valle, è determinato dal fatto che nella condotta, la corrente possiede un 'energia cinetica (per unità di peso), che viene poi dispersa una volta che il liquido si mantiene nel serbatoio;
- la linea piezometrica è tracciata a partire dal serbatoio di valle (quello che stabilisce il valore della quota piezometrica nella sezione finale), fino all' imbocco della condotta al primo serbatoio. A monte di questo punto, ove non si ha una corrente gradualmente variata, non è definita la linea piezometrica per la corrente;
- la linea piezometrica è orizzontale, sottosta a quella dei carichi totali (H), del valore del termine cinetico $v^2 / 2g$ e, poiché la velocità media è uguale in tutte le sezioni, anch'essa risulta orizzontale.

Ma per esperienza, si è visto che i risultati sopra esposti, sono in contrasto

con la realtà. Infatti, si osserva che

- la portata che defluisce dalla condotta diminuisce al crescere della lunghezza L, della condotta (a parità di Y e D);
- la linea piezometrica reale, che è visualizzata andando a inserire dei piezometri all' interno della condotta, non è in realtà orizzontale, ma declive nella direzione della corrente.

I diversi regimi di movimento nella correnti uniformi

Per meglio capire, i diversi aspetti che sono connessi con la dissipazione energetica, che caratterizza il moto uniforme nei liquidi reali, è necessario mettere in luce, in modo preliminare, le differenze fondamentali che vi sono tra i due diversi tipi di movimento.
Una corrente in moto uniforme può avere i connotati tipici dei moti accelerati (quindi un movimento ordinato e poco dissipativo: in questo caso il moto è regolare o laminare) o i connotati tipici dei moti ritardati (un movimento lento e molto dissipativo: in questo caso, il moto è turbolento).
L' esistenza di questi due tipi di movimento fu scoperta per la prima volta da Rheinolds, nel 1883, con le varie esperienze eseguite sui fluidi.

La dimostrazione che è stata effettuata, è la seguente: si consideri un recipiente contenente un liquido, in quiete, la cui superficie libera è mantenuta a quota costante. Dal recipiente, viene derivato un tubo cilindrico, trasparente, a sezione circolare, alla cui estremità di valle è situata una saracinesca.

Se la saracinesca viene aperta, il liquido contenuto al suo interno defluisce, dal recipiente, creando all' interno del tubo una corrente, la cui portata dipende dal grado di apertura della saracinesca.
Quando la saracinesca ha un'apertura molto limitata, la portata della corrente sarà molto piccola, e, di conseguenza, anche la velocità media della corrente sarà piccola. Aumentando il grado di apertura della saracinesca, aumentano sia la portata che la velocità media.
Ad una sufficiente distanza dall' imbocco del tubo (che deve essere raccordato in modo da evitare un distacco delle vena) è installato un particolare dispositivo di iniezione, che è in grado di immettere, in un qualsiasi punto della sezione, un liquido colorato o tracciante, di peso specifico uguale a quello del liquido in movimento.
L' osservazione sperimentale, a questo punto, distingue tra tre possibili situazioni.

1. moto laminare stabile;
2. instabilità del moto laminare;
3. moto turbolento.

2.2. Le correnti a pelo libero e condizioni di regime dei corsi d'acqua

(Gallati et Al., 2015; pp 223 – 250)

Nelle numerose situazioni di moto di un liquido, in cui una parte del contorno della corrente si si trova a contatto con la corrente, si trova a contatto con l'atmosfera, come nel caso già analizzato dell'efflusso da luce rettangolare, che è conseguente all' apertura di una paratoia piana.

I filetti fluidi che si staccano dal bordo superiore a spigolo vivo, della luce, stanno a contatto con l'atmosfera, e formando una superficie isobara a pressione atmosferica. Essa sarà la superficie libera; pertanto, la pressione in ogni sezione della corrente a superficie libera, è vincolata alla pressione atmosferica.

Le correnti a superficie libera, si hanno nei canali artificiali, nei fiumi, e nei condotti fognari in condizione ordinaria.

Una prima distinzione può essere fatta, distinguendo tra canali artificiali e canali naturali.

I canali naturali includono tutti i corsi d'acqua presenti in natura, dai ruscelli e torrenti di montagna, fino ai grandi fiumi di pianura.

La caratteristiche comuni sono: una geometria irregolare e una forte variabilità temporale.

Se si considera il corso di un fiume: l'andamento planimetrico e altimetrico presenta costantemente variazioni, ora più graduale, ora più brusca, e la geometria della sezione dell'alveo, cambia continuamente lungo il suo sviluppo. Anche altri parametri variano in modo considerevole lungo il suo corso, come la granulometria che costituisce il fondo e la scabrezza di fondo, che può risultare irregolare e variabile (essa, talvolta, dipende anche dalla stagione, visto che risulta legata alle piante e quindi anche alla stagione vegetativa). La geometria dell' alveo, cambia inoltre nel tempo, se non altro per la continua azione della corrente, che porta ad una movimentazione del materiale di fondo. Questo si può verificare anche per il passaggio di un onda di piena, che può scalzare anche del materiale grossolano.

Lo studio delle correnti in un canale a superficie libera in canali artificiali, appare perciò semplificato, perché geometria della sezione e scabrezza del fondo, rimangono sempre contanti nel tempo.

Infatti negli alvei naturali rettilinei, nonostante la pendenza dell' alveo possa essere assunta costante per dei lunghi tratti rettilinei, maggiore variabilità può essere riscontrata nel materiale di fondo e le sponde, specie per gli alvei inerbiti e parzialmente vegetati.

La principale differenza tra una corrente in pressione e una a pelo libero, è il

fatto che la seconda ha una certa superficie a contatto con l' atmosfera.

Perciò, almeno di solito, la corrente non occupa l'intera sezione del canale a disposizione.

A differenza del caso delle correnti in pressione, quindi, le caratteristiche geometriche della sezione *"cambiano con il riempimento della sezione stessa: esse non sono note a priori, ma costituiscono un incognita del problema " da* Gallati et Al., 2015: *pp.223.*

Data la geometria dell'alveo, si possono definire le seguenti grandezze geometriche:

- tirante idrico (h): è quella distanza tra la superficie libera del canale stesso, e il punto della sezione alla quota più depressa.
- Area bagnata (A): è l'area della sezione della corrente, ovvero l'area della sezione dell'alveo occupata effettivamente occupata dall'acqua.
- Contorno bagnato (Cc): è il perimetro della sezione dell'alveo, che si trova a contatto con l'acqua che scorre al suo interno, cioè segue il contorno della sezione bagnata dell'acqua, esclusa la superficie libera.
- Larghezza superficiale (B): è quella larghezza della superficie/ sezione della corrente in corrispondenza della superficie libera. Ad un aumento del tirante idraulico *dh*, ne corrisponde una variazione *dA = dbh* dell'area bagnata, e vale la relazione: *B=dA/dH*
- il raggio idraulico (o R), è il rapporto tra l'Area bagnata e il contorno bagnato
- profondità media della corrente (h_m): è il rapporto tra l'area bagnata e la larghezza superficiale. $\underline{h_m = A/B}$

Si può notare come tutte le grandezze geometriche sopra riportate dipendano unicamente dal tirante idrico h, che risulta essere l'incognita principale nella caratterizzazione di una corrente a pelo libero. Nel seguito, tali grandezze sono ricavate in dettaglio per alcune sezione di forma geometrica semplice.

Caso 1) Canale rettangolare: la sezione della corrente è rettangolare, di altezza equivalente al tirante idrico h, e con una larghezza pari alla larghezza B dell'alveo. Si avrà quindi:

A=B*h;

C=B+2*h;

R= Bh/ (B+2*h)

$h_m = h$

In molte della casistiche, svolgendo un analisi preliminare di canali artificiali molto larghi e di tratti regolari di fiumi, si può appunto approssimare la vera sezione del canale con una sezione, più artificiale, rettangolare: in questo caso, il raggio idraulico si può assumere uguale all' altezza h, perché il Cc risulta pari a: Cc= B+2*h = B; e R=A/Cc.

Caso 2) Canale trapezio: la sezione trapezia, è anch'essa un trapezio isoscele, con un altezza h pari al tirante idrico, e con base minore coincidente con la larghezza del fondo dell'alveo

L' inclinazione delle sponde può essere caratterizzata dall' angolo ß di sponda, o dalla pendenza tipica di sponda 1: z. Si ha quindi, evidentemente, *z = tan (ß)* . La larghezza superficiale, risulta in questo caso:

B= b+2 h *tan (ß)= b+2h*z*

L'Area bagnata sarà:

A= (B+b) * h /2 = h (b+h tan(ß) = h (h+h*z)

Il contorno bagnato :

*C= b+2*h / cos (ß)*

Il raggio idraulico e la profondità media si ottengono direttamente dalle loro definizioni :

$$R = \frac{h(b + h\tan\beta)}{b + 2\frac{h}{\cos\beta}} = \frac{h(b + hz)}{b + 2h\sqrt{1 + z^2}}$$

$$h_m = \frac{h(b + h\tan\beta}{b + 2h\tan\beta} = \frac{h(b + hz)}{b + 2hz}$$

Caso 3) Canale circolare :

I canali a sezione circolare e chiusa sono adottati quando si renda necessario isolare la corrente a pelo libero dall' esterno, come nel caso di collettori fognari, o per superare ostacoli naturali, o nel caso delle gallerie degli impianti idroelettrici.

In tutti i casi, la corrente che scorre all' interno del canale chiuso non deve andare a riempire completamente la sezione : questa eventualità deve invece essere evitata in quanto il canale non è usualmente progettato per sopportare una corrente in pressione.

La sezione circolare, che costituisce il caso più semplice della sezione chiusa, è comunemente adottato nel caso dei condotti fognari di piccolo diametro.

Per andare a studiare la caratteristiche geometriche di tale sezione, è conveniente andare a definire l' angolo al centro, che sottende il segmento B di larghezza superficiale, della sezione bagnata.

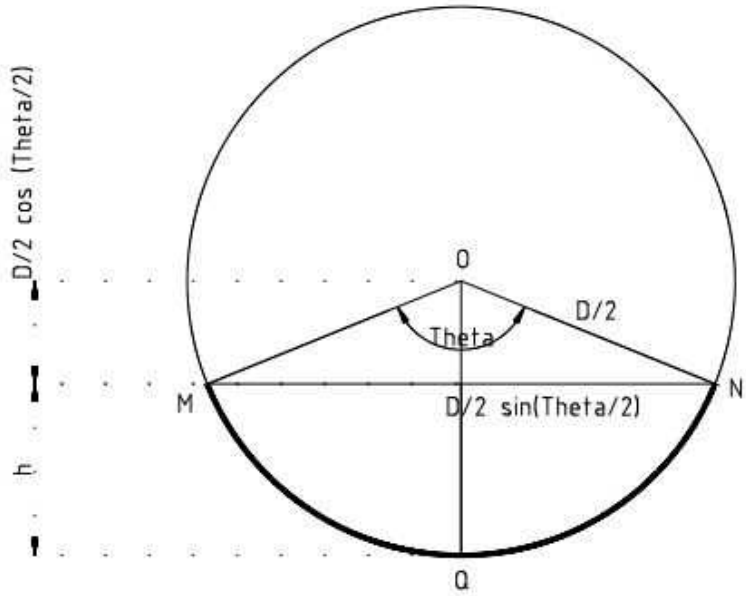
Il valore del tirante idrico, si può calcolare in funzione dell'angolo al centro θ :

$$h = \frac{D}{2}(1 - \cos\frac{\theta}{2})$$

come anche lo stesso si può dire per la larghezza superficiale :

$$B = D \sin\frac{\theta}{2}$$

la sezione bagnata è costituita dal segmento circolare MNQ, dove la sua area può essere ricavata come differenza tra un settore circolare OMNQ, e quella del triangolo MNQ (considerando come settore circolare il diametro interno del tubo).



Le due aree sono così calcolate:

$$A_{omqn} = \frac{\pi D^2}{4}\frac{\theta}{2\pi} = \theta\frac{D^2}{8}$$

Pertanto si ottiene :

$$A_{omn} = \frac{1}{2}D\sin\frac{\theta}{2}\,\frac{D}{2}\cos\frac{\theta}{2} = \frac{D^2}{8}2\sin\frac{\theta}{2}\cos\frac{\theta}{2} = \frac{D^2}{8}\sin\theta$$

Il contorno bagnato:

$$C = \pi D \frac{\theta}{2\pi} = \frac{D}{2}\theta$$

Il raggio idraulico e la profondità media si ottengono applicando le formule precedenti :

$$R = \frac{\frac{D^2}{8}(\theta - \sin\theta)}{\frac{D}{2}\theta} = \frac{D}{4}\left(1 - \frac{\sin\theta}{\theta}\right)$$

Caso 4) Canale a sezione irregolare:

I canali hanno in generale una sezione la cui geometria non è riconducibile, nemmeno in prima approssimazione, ad una figura geometrica semplice.
In questo caso, la geometria della sezione non può andare ad essere definita con formule matematiche: il profilo della sezione è infatti dato per punti, andando a misurare la quota del fondo, rispetto ad un riferimento fissato a distanze note da una delle due sponde.
Il contorno risulta quindi definito da una linea spezzata, che è composta da un insieme di punti P (di coordinate x_p e z_p), le quali sono note, approssimano in maniera discreta il contorno ideale.
Le proprietà geometriche della sezione possono essere ottenute, definendo la quota z_L della superficie libera, e andando a identificare gli n punti sommersi per cui vale che $z < z_L$ e aggiungendo i due punti di sponda 0 e n+1 alla quota zL. In base alla formula del tirante idrico, si può ottenere che:

$h = \max_{i=1,n} (hi) = \max_{i=1,n} (z_L - z_i)$

con $hi = z_L - Z_i$ (affondamento del punto i al di sotto del pelo libero)

Pendenza dell'alveo

Il flusso dell' acqua in una corrente a pelo libero è determinato, partendo sia dalle caratteristiche geometriche della sezione, anche dell' andamento altimetrico dell'alveo.
Quando consideriamo due sezioni 1 e 2, poste a distanza Δx, lungo l'alveo (prismatico), i cui punti più depressi sono P_1 e P_2, che si trovano rispettivamente a quota z_1 e z_2. Si definisce pendenza di quel particolare tratto del canale, il rapporto:

$$i = \frac{z_1 - z_2}{\Delta x} = \tan \alpha$$

α indica l' angolo che è formato dalla retta su cui vanno a giacere i punti, P_1 e P_2 e anche l'orizzontale.
Se invece passiamo al caso di due sezioni poste ad una distanza infinitesima, la precedente equazione può essere riscritta in una forma più generale, come:

$$i = -\frac{dz}{dx}$$

Nel caso più generale, gli alvei artificiali possono essere caratterizzati da lunghi tratti a pendenza costante. Negli alvei naturali, invece, la definizione della pendenza è meno immediata a causa dell 'irregolare geometria dell'alveo: è comunque sempre possibile, andare a definire una pendenza media approssimativa, guardando il corso d'acqua sulle distanze lunghe.
La rappresentazione grafica dell'alveo, è quindi possibile solo adottando una scala delle unità di misura (riferita alle quote z) di alcuni (2 o 3) ordini di grandezza, più piccoli della scala longitudinale x.
Quando la pendenza dell'alveo non è troppo elevata (con $i < 0,15$) la sua lunghezza può essere misurata in planimetria, e la sezione della corrente coincide con la sezione verticale.

Correnti uniformi

Una corrente che si muove di moto uniforme, è caratterizzata da filetti rettilinei e paralleli, il che implica che la velocità delle particelle liquide si mantengano poi invariate lungo le loro traiettorie e che, pertanto, anche la loro velocità media (v_m) rimane costante lungo la corrente.
La sezione di una corrente uniforme, si mantiene costante lungo tutta la corrente, e tali sono le sue proprietà geometriche.
La condizione che si deve verificare è che l'alveo sia prismatico.
Ammesso e verificato che i filetti siano paralleli e rettilinei, per ogni sezione S, in cui il fondo di trova alla quota z_s, è possibile andare a definire una quota piezometrica unica per la sezione, cioè in tutta la sezione (in pratica, il valore dell' altezza piezometrica, $z + p/\gamma$, si mantiene costante in tutta la sezione); la linea piezometrica coincide quindi con la traccia della superficie libera, e consiste in una retta parallela al fondo del l'alveo. Il carico totale relativo alla sezione S, si ottiene sommando alla quota piezometrica, l' altezza cinetica.

$$H = z + h + \frac{V^2}{2g}$$

Essendo la velocità media costante lungo l' asse x, tale resta anche l'altezza cinetica, e il carico totale. La linea dei carichi totali, è quindi una retta parallela alla piezometrica, a pertanto al fondo.
Da quanto detto, si evince che la condizione che permane nel moto uniforme in un alveo prismatico, è l' uguaglianza tra le pendenze al fondo e quella della linea dei carichi totali.

Questa ultima coincide con la cadente J; deve pertanto essere soddisfatta la condizione :

$$i = J$$

$$\frac{dH}{dx} = \frac{dz}{dx}$$

Questa relazione, può anche essere riscritta come:

Tenendo conto che il carico idraulico totale H ha il significato di Energia totale meccanica per unità di peso, e che la quota geodetica, ha il significato di energia potenziale totale per unità di peso, questa ha lo scopo di interpretare il moto uniforme, come quella condizione di moto, in cui, tutta l' E_p messa a disposizione dalla diminuzione della quota d'alveo, viene spesa per andare a vincere la resistenza d'attrito opposta dal Cc dell'alveo stesso.
Negli alvei prismatici, tipici dei canali naturali, è frequente la condizione di moto uniforme, che invece resta estremamente raro nei canali naturali. Nonostante ciò, viene spesso ipotizzata una condizione di moto uniforme anche nei canali naturali, per studiare, con una certa approssimazione, la relazione che intercorre tra portata e tirante idrico, nella correnti a pelo libero dei canali naturali.
Portate
La cadente J è data come una funzione della portata Q, e delle proprietà geometriche della corrente stessa; si può pertanto andare a scrivere una relazione che leghi la portata Q al tirante idrico in condizione però di moto uniforme, che è h_0 .

$$Q = f(h_0)$$

Essa prende il nome di scala delle portate.
Per andare a chiarire questa equazione, bisogna anche fare riferimento al regime di moto della corrente.
In generale, una corrente a superficie libera, in un alveo naturale o artificiale, scorre in una condizione di moto assolutamente turbolento.
Difatti:

- la scabrezza del fondo o delle sponde è in genere elevata a causa della presenza di ghiaia o ciottoli, di vegetazione, di irregolarità geometriche di varia natura.
- Le forze di inerzia sono preponderanti rispetto alle tensioni viscose, come puntualmente provato dall' elevato valore assunto dal numero di Reynolds che descrive quella particolare corrente.

Possiamo fare un esempio:
Una corrente che scorre in un canale rettangolare molto largo, caratterizzata

da una velocità media V=2m/s, da un tirante idrico h=2m (che coincide in questo caso con il raggio idraulico (R), e da un fondo in ciottoli con altezza media (a) di 0,1 m.
Questa corrente è caratterizzata da un numero di Reynolds pari a:

$$R_e = \frac{VR}{\nu} = 4 \cdot 10^6$$

E da una scabrezza relativa di:

$$\frac{a}{R} = 0.05$$

Si rende evidente che una corrente caratterizzata da questi valori di Re e di scabrezza relativa è in un regime di moto assolutamente turbolento.

Di conseguenza, la cadente J può essere calcolata, in una corrente a superficie libera, facendo ricorso al formulario prima citato, in particolare alla formula di Chezy, usando invece per il calcolo del coefficiente di conduttanza le formula di Gauckler- Strickler o quella di Manning.

In alcune condizioni molto particolari, quali le correnti a superficie libera in modelli a scala di laboratorio, o in piccoli canali di gronda per la raccolta dell'acqua piovana, la condizione di moto assolutamente turbolento può non verificarsi.
Limitando quindi la trattazione al solo caso del moto in regime turbolento, la cadente viene calcolata usando la formula di Manning .

$$J = \frac{n \cdot V^2}{R^{\frac{4}{3}}}$$

dove il parametro dimensionale *n (detto : coefficiente di Manning)* viene

definito in funzione della natura, allo stato di conservazione, e alla condizioni di impiego del materiale costituente le pareti del canale .
Si ricorda che la formula di Gauler -Strickler differisce da quella di Mannning, solo per la definizione del coefficiente di scabrezza, che viene indicato come :

$$k = \frac{1}{n}$$

A questo punto, tendendo conto delle relazioni precedenti, la portata può essere esplicitata come :

$$Q = \frac{\sqrt{i}}{n} A(h_0) R(h_0)^{\frac{2}{3}}$$

Risulta invece molto meno immediato ricavare l'altezza di moto uniforme che corrisponde ad una data portata . La formula precedente non è infatti invertibile direttamente ; anche nel caso geometricamente più semplice, in cui si ha una canale rettangolare, si ha un' espressione in cui non non è possibile esplicitare h_0.

L' unica eccezione è costituita da un canale rettangolare molto largo, in cui il contorno bagnato si assume pari a B, e quindi si ha che :

$$h_0 = \left(\frac{nQ}{B\sqrt{i}} \right)^{\frac{3}{5}}$$

L'altezza di moto uniforme corrispondente ad una data portata può essere pertanto ottenuta dalla formula della portata con i seguenti metodi :

1. risolvendo numericamente :

$$Q = \frac{\sqrt{i}}{n} A(h_0) R(h_0)^{\frac{2}{3}}$$

   con le tecniche di calcolo numerico per la risoluzione delle equazioni non – lineari (per esempio metodo di bisezione, metodo della secante, ecc..)

2. tracciando per punti il grafico della scala delle potate, ovvero calcolando le portate corrispondenti ad una serie di altezze di moto uniforme comprese tra lo 0 e il valore massimo ammissibile nel canale dato, e leggendo poi in tale grafico, per interpolazione, l 'altezza corrispondente alla portata data .

   L'andamento della scala delle portate in un canale a sezione aperta è qualitativamente simile a quello di un canale rettangolare molto largo. Osservando il grafico, si evince chiaramente che portata cresce più che linearmente alò crescere di $h_{0,}$ mentre la velocità della corrente uniforme cresce meno che linearmente . Tale andamento è mantenuto dalla scala delle portate e dalle velocità per tutti i canali con sezioni aperte.

3. La vegetazione in alveo (generalità)

La vegetazione all'interno di un alveo di può distribuire in diverse zone chiave, e questo si ripercuote sul conseguente sviluppo di essa e su come essa si sviluppa.
A scopo informativo, occorre definire con chiarezza (Epis et Al, 2013: pp.8-12):

- barra: si tratta di una porzione dell'alveo che risulta generalmente emersa, in quanto è interessata da deflussi idrici solamente durante gli eventi di piena; una barra è tale solo se è coperta parzialmente da vegetazione, ma essa è discontinua e di tipo erbaceo-arbustivo(crescita stagionale o di pochi anni);
- barra alta: si riscontra frequentemente negli alvei ghiaiosi, a canali intrecciati o transizionali; si differenzia dalle altre barre per: una posizione topografica più elevata, da una maggior presenza di sedimenti fini superficiali, e da una più consistenza copertura vegetale;
- Isola fluviale: porzione dell'alveo coperta da vegetazione erbacea, arbustiva, arborea. Da un punto di vista altimetrico le isole rappresentano le zone più elevate dell'alveo e sono sommerse con frequenza molto minore rispetto alle barre. In superficie, le isole presentano un livello più o meno spesso di materiale fine (sabbia, limo, argilla) in analogia con quanto si trova anche sulla piana inondabile. Si possono distinguere anche tra isole "stabili" (anche se "stabile" è sempre relativo) quando i sedimenti fini che le ricoprono presentano spessori significativi (fino anche a 2m), e la copertura vegetazionale è pressoché totale, e tra isole "pioniere", quando queste caratteristiche sono meno marcate;
- Piana inondabile: superficie pianeggiante adiacente all' alveo e geneticamente legata al corso d'acqua nella presenti condizioni di regime. La piana inondabile è solitamente soggetta ad inondazioni con una frequenza di 1-3 anni. Si riconosce per una certa copertura vegetale stabile, anche se essa può essere relativamente giovane; ha quote più elevate rispetto a quelle dell' alveo, leggermente superiori a quelle delle isole, e una granulometria limoso-sabbiosa dei sedimenti;
- Terrazzo: superficie pianeggiante adiacente all' alveo o alla piana inondabile originatasi in tempi non recenti come piana inondabile, in una condizione di regime molto diversa da quella attuale. È soggetto ad inondazioni con una frequenza minore, anche una volta ogni 10 anni.

Ancora, per "grado di confinamento" si intende il particolare grado di

confinamento imposto all'assetto planimetrico del corso d'acqua da parte dei versanti delle valle o dai terrazzi antichi. Salvo delle rare situazioni, i torrenti montani scorrono solitamente sul fondo di strette valli, e quindi sono generalmente confinati; i corsi d'acqua alluvionali, sono invece generalmente poco o per nulla confinati.
Lungo ogni corso d'acqua è poi possibile individuare una cosiddetta "fascia di pertinenza", geneticamente legata all'azione recente del corso d'acqua, che è saturata dalla portata a rive piene. La vegetazione erbacea, arborea, arbustiva che la colonizza è definita vegetazione riparia.

3.1. Ruoli della vegetazione

La parametrizzazione della vegetazione sulla ripa e la modellizzazione delle sue interazioni con la corrente idrica e le dinamiche di alveo sono oggetto di crescente interesse, perché la vegetazione ha molti ruoli e svolge diversi servizi eco- sistemici. (Preti F., 2009: pp. 1.1 -- 1.3)

I ruoli sono i seguenti:

- sicurezza idraulica
- stabilità plano- altimetrica dell'alveo e delle sponde
- riqualificazione e manutenzione degli ecosistemi fluviali
- regolazione degli eventi di piena
- controllo dell'erosione
- regolazione della disponibilità di acqua
- produzione e trasporto di sedimenti
- contributo alla regolazione del clima
- controllo dei nutrienti e depurazione
- conservazione della flora e della fauna
- conservazione della biodiversità
- fruizione ricreativo culturale
- fruizione sportiva
- fruizione alieutica
- fruizione scientifico- formativa
- fonte di legname da opera e legna da ardere
- disponibilità di cibo

Inoltre la vegetazione d' alveo ci interessa anche per i seguenti argomenti:

- progettazione di opere vive e loro evoluzione temporale
- corretta gestione delle fasce riparie
- contenimento dei costi degli interventi di taglio
- recupero di risorse dalla biomassa.

Per quanto riguarda la protezione dall'erosione, lo sviluppo di formazioni riparie sulla riva svolgono un importante ruolo di stabilizzazione (in alcuni casi la stabilità complessiva aumenta anche fino a 30 volte), le specie arboree e arbustive che si sono adattate a questo particolare ambiente (ad es. le ontantete, saliceti) sono dotati di apparati radicali estesi e profondi che, conferendo una buona resistenza, all'impeto della corrente, svolgono un efficace consolidamento delle sponde.
Inoltre, un' altra funzione svolta è quella che garantisce il trattenimento dei sedimenti, sia attraverso l' intrappolamento fisico dei materiali, sia alterando il regime idraulico dell'alveo. Infatti la presenza di formazione arbustive ed arboree riduce la velocità della corrente e trattiene il sedimento in posto.

C' è un importante rovescio della medaglia da tenere presente (Epis et Al, 2013: pp. 12-25): la presenza di un certo tipo di vegetazione, in particolare quella legnosa arborea di grosse dimensioni lungo i corsi d' acqua può costituire un aggravio alle condizioni di rischio idraulico, e per questa ragione è necessario spesso intervenire con i tagli; le problematiche che si dovranno affrontare sono essenzialmente due: innanzitutto la presenza di fasce arborate aumenta considerevolmente la scabrezza idraulica, facendo sì che una medesima portata transiti con livelli idrometrici maggiori, che non in assenza di vegetazione, aumentando quindi le probabilità di esondazioni, e quindi la pericolosità dell'evento e il rischio. Ricordiamo che il rischio è strettamente collegato alla pericolosità di un evento,ma tiene anche conto anche del valore delle aree interessate dall' evento, e quindi anche dei potenziali danni provocati alle strutture e infrastrutture ivi costruite. In secondo luogo, e questo è il tema di maggiore interesse a livello provinciale, il legname trasportato dalla corrente può andare ad incastrarsi in sezioni ristrette, contro le pile dei ponti, sempre aumentando le probabilità di esondazione; oppure, lungo i torrenti montani, possono formare sbarramenti temporanei che poi crollano rilasciando violente ondate di piena, o possono essere inglobati dalle colate di detriti, aumentandone volume e pericolosità.
I veri meccanismi di immissione del legname in alveo sono: movimenti di versante, valanghe, mortalità delle piante stesse, che portano a schianti (mortalità che può anche essere indotta da altri organismi viventi parassiti), azione del vento (schianti), precipitazione nevose, incendi. Oppure ancora altre cause sono: movimenti di massa, erosione spondale, erosioni che interessano la piana inondabile.
La dimensione del reclutamento e il tasso di prelievo del legname nei corsi d'acqua dipende fortemente dalla morfologia d'alveo e dalle condizioni al contorno, in particolare ovviamente dalla natura delle superfici boscate presenti nel bacino idrografico, che determinano diametro e lunghezza massimi, peso specifico e geometria. Inoltre, una grossa differenza sta nel

fatto che i boschi di conifere tendono a cedere al torrente tronchi lunghi e con poche ramificazioni, facilmente fluitabili a valle, mentre boschi di latifoglie tenderanno a cedere tronchi corti e con molte più ramificazioni, per i quali è favorita la ritenzione.
Una volta che il legname è entrato in alveo però, esso non si trasferisce intatto a valle, ma va incontro a vari processi di degradazione: abrasione, degradazione biologica, rottura per impatto contro grossi massi o contro le pareti rocciose, imbibizione d'acqua, marcescenze. L' imbibizione può portare ad un aumento del peso specifico del legname, che di conseguenza si inizierà a muovere per rotolamento sul fondo.
Occorre quindi tenere sempre in considerazione tutte queste tematiche, cercando il più possibile di coinvolgere le comunità locali nella gestione dell' ambiente, e pertanto tutti gli Uffici e Servizi, sia provinciali che agenzie private, dovranno cercare di fare uno sforzo in più, nel comunicare gli interventi che si troveranno a dover fare e nell'aprirsi a un confronto con agricoltori, pastori, associazioni di pescatori, ambientalisti, operatori turistici, semplici cittadini esposti al pericolo da inondazione, persone e aziende interessate all' utilizzo di biomasse riparie. Ci deve anche essere peraltro uno sforzo maggiore da parte di queste categorie coinvolte per rendere più proficuo questo confronto, per cercare di comprendere l'importanza delle problematiche da affrontare. Ma ricordando con la giusta prospettiva i benefici che è lecito attendersi da un più oculata gestione delle vegetazione, sia in termini di rischio idraulico, che di stato ecologico e di conservazione, è doveroso dire che i potenziali benefici sono comunque legati al grado di alterazione e compromissione dei corsi d' acqua. Questo perchè l' implementazione di una gestione ottimale a questo livello non può da sola porre rimedio agli impatti derivanti dalle ampie alterazioni del sistema idrografico, come possono essere le brusche variazioni delle portate liquide e solide e gli impatti da opere artificiali in alveo, e solo parzialmente questa gestione può far fronte a basse capacità di deflusso nelle sezioni, presenza di attraversamenti difficili o con pile in alveo, alla presenza di attraversamenti con luci ristrette o alla presenza di insediamenti e strutture in aree con elevata pericolosità.
Adesso andremo a parlare delle dinamiche idromorfologiche dei corsi d'acqua, descrivendo l'interazione di esse con la vegetazione, e per inquadrare la problematica prima sarà necessario introdurre in breve le conformazioni degli alvei.

3.2. Tipi di alveo e interazione con la vegetazione

Ci sono due metodi per valutare la dimensione di un corso d' acqua: il primo prevede un confronto tra la dimensione dei ciottoli (diametro medio dei

sedimenti presenti sul fondo)e la larghezza dell' alveo, e si distinguono in alvei piccoli (con fondo di materiale grossolano e diametro dei sedimenti pari a circa un decimo della larghezza), alvei intermedi (quando la larghezza d'alveo è superiore a 10 volte la particelle del fondo, e numerose volte gli sbarramenti naturali possono occupare una significativa porzione della loro sezione), e alvei di grandi dimensioni (la larghezza d'alveo è di vari ordini di grandezza superiore alla dimensioni granulometriche). In molti ambienti il passaggio ad alvei di grandi dimensioni avviene per larghezze al di sopra dei 20-30 metri e portate dai 20-50 m^3/s.
Il secondo metodo per valutare le dimensioni di un corso d'acqua si attua comparando la larghezza d'alveo con le dimensione, intesa come altezza dal suolo, della vegetazione di ripa. Un alveo di piccole dimensioni è largo molto meno degli alberi o arbusti che lo circondano, uno di medie dimensioni ha la larghezza confrontabile con l' altezza della vegetazione riparia, uno di grandi dimensioni ha una larghezza sicuramente maggiore rispetto alla vegetazione al contorno.
In Trentino, possiamo distinguere in base alla dimensione dei corsi d'acqua e alla natura dei boschi presenti, possiamo considerare come di grandi dimensioni tutti i principali fiumi di fondo valle (Adige, Sarca a valle del Limarò, Noce a valle della Rocchetta, Avisio a valle di Predazzo), di medie dimensioni tutti gli altri torrenti di fondo valle (ad es. il Fersina) e come di piccole dimensioni tutti i torrenti e rii delle valli secondarie.
Sicuramente queste complesse interazioni si manifestano con differenti morfologie d'alveo, in particolare differenti forme e superfici (morfologia, sedimentologia, vegetazione) riscontrabili in campo.
Per la definizione della morfologia fluviale dei corsi d'acqua confinati e semiconfinati, si procede con analisi GIS di immagini telerilevate, facendo riferimento agli indici di sinuosità, intrecciamento, e anabraching, che verranno descritti.
In tal senso, la delimitazione dell' alveo, rappresenta un' operazione propedeutica sia alla misura degli indici necessari che della stessa larghezza.
L'alveo(inteso con il termine di alveo in condizioni di piena, o bankfull channel, che poi delimiterà la cosiddetta “fascia di pertinenza” della vegetazione) comprende quella porzione di letto fluviale soggetta a modificazioni morfologiche determinate dalla mobilizzazione e il trasporto solido al fondo di sedimenti, ed è identificabile con il canale o i canali attivi e le barre. I limiti dell' alveo sono definiti con chiarezza anche dalla presenza della piana inondabile, in sua assenza dal terrazzo più basso che è a contatto con l' alveo. Le linee esterne derivanti da tale delimitazione rappresentano le sponde dell'alveo.
Se l'alveo è di grandi dimensioni, la delimitazione avverrà unicamente con immagini telerilevate, ma se l'alveo è di piccole dimensioni, la delimitazione non serve e le misure di larghezza e degli indici successivi si basano su rilievi

del terreno e alla scala del sito.

La vegetazione riparia è composta da una grande diversità di piante con differenti forme dell' apparato aereo, con una differente scabrezza dei rami e delle foglie, con un differente diametro del fusto.
Questa diversità causa anche un differente comportamento durante una piena. Suddividiamo le piante legnose della vegetazione riparia in 3 categorie: (Guarnieri et Al., 2009 : pp 9-1_9-6.)

1. la vegetazione elastica (flessibile): è quella che viene sommersa e piegata verso la sponda durante le piene, e protegge dunque il suolo durante l'erosione.
   La velocità dell' acqua, la sezione del deflusso e la portata vengono diminuiti leggermente.
   L'elasticità dipende soprattutto dal diametro del fusto, secondo le ricerche effettuate da F. Florineth (vedi nota in fondo al testo). La stagione influisce scarsamente sulla flessibilità. Durante il periodo vegetativo le piante legnose sono più lisce e dense e piegano più velocemente di quanto accade in inverno.
   La vegetazione elastica è una vegetazione giovane o che deriva da un ringiovanimento tramite taglio a bosco ceduo, o da un metodo di ingegneria naturalistica, che crea una crescita densa e sottile(come la copertura con i salici o la fascinata).
2. Vegetazione rigida e densa riduce molto la velocità dell'acqua, che rallentando non crea danni alle sponde. La velocità ridotta e la sezione limitata diminuiscono cioè il deflusso dell' acqua e possono provocare delle inondazioni alle aree limitrofe a seconda della larghezza dell' alveo e del livello idrico. Questo tipo di vegetazione è composta da alberi e basso arbusti, con un basso grado di ramificazione. Lo sviluppo naturale di questa formazione, avendo una grande naturalità e valore ecologico, non necessità di un intervento di manutenzione e gestione.
3. Alberi rigidi e singoli: in certi casi, vi sono alberi singoli che possiedono un fusto forte e privo di rami nella parte bassa, che deviano l'acqua con una grande velocità e creano turbolenze, che a seconda della forma e profondità delle radici possono sradicare l'albero causando una crescente erosione della sponda, ma anche dei successivi sbarramenti in alcuni tratti molto stretti (per esempio sotto un ponte) dovuto ad alberi che possono venire trasportati dall' acqua. Questi fenomeni possono essere causati anche da tronchi rigidi, che vengono rotti dall' energia della corrente. Questa tipologia è il risultato di una gestione sbagliata, e questi alberi possono variare la sezione per il deflusso dell'acqua, causando una insufficiente funzione ecologica e possibili rischi/danni nelle zone più a valle.
   Alberi rigidi e singoli si possono ritrovare anche in conseguenza di uno

sviluppo di piante straniere come robinie, che si espandono e soppiantano le piante circostanti di ripa autoctone.
Per andare ad eliminare le robine, l'unico metodo efficace è quello di tagliare la corteccia per un altezza di 50 cm sull'intero fusto nel periodo vegetativo, con lo scopo di far morire la pianta, la quale viene tolta dopo un anno.
Il taglio a ceduo delle robinie (anche nel periodo vegetativo) non fa altro che favorire lo sviluppo di nuovi polloni, che soffocano ancora la vegetazione di ripa circostante.
Quindi, solamente due tipi di piante legnose, hanno una funzione protettiva:

- piante elastiche e flessibili
- piante rigide e dense

Calcoli idraulici per sponde vegetate:
Solitamente i calcoli più banali per la velocità dell'acqua vengono fatti con la formula di Strickler (1923):

$$V_{media} = k_{st}\ R^{2/3} * I^{1/2}$$

Importante è il valore del coefficiente di Strickler, o di scabrezza, che nel caso della qualità e forma della piante viene definito così:

- piante legnose flessibili e sommerse: 25-30 (Indlokofor, 2003)
- piante legnose flessibili e in gran parte sommerse: 16-20 (Rauch, 2006)
- piante legnose rigide e dense: 3-4 (Indlokofor, 2003)
- tappeto erboso sommerso (graminacee e altre erbe):30-40 (Strickler, 1923)

I nuovi calcoli idraulici usano la formula di Darcy- Weisbach:

$$v = 8g^{1/2}/(\lambda) * (R*I)^{1/2}$$

dove: λ= coefficiente di resistenza e g= accelerazione di gravità

Il coefficiente di resistenza lambda può venire calcolato da diversi autori in maniera differente.
Secondo le ricerche di Hans Peter Rauch (2006), condotte in un tratto sperimentale del fiume Vienna, la formula di Martens è quella più vicina ai processi idraulici naturali, pertanto quella più utilizzata :

$$\lambda = 4*(C_p)* h_p * d_p * \cos(a/ a_x * a_y)$$

dove:
λ = coefficiente di resistenza della pianta

h_p = altezza della pianta
d_p = diametro della pianta a 1.30 m
a = pendenza della scarpata
C_p = coefficiente di resistenza della singola pianta
a_x = distanza delle piante nella direzione fluviale
a_y = distanza della pianta a 90° alla direzione fluviale

H.P Rauch: ha modificato la formula di Martens prendendo l' altezza delle piante sommerse e non quella della piante emerse.
I nuovi calcoli di Rauch hanno dimostrato la grande efficacia delle piante legnose e flessibili, che lasciano passare una grande quantità di acqua andando a diminuire poco la velocità della corrente e non ostacolando il deflusso. Inoltre si piegano verso la sponda, proteggendola dall' effetto erosivo. Questi risultati fanno ben sperare per il futuro, affinché si piantino più arbusti che alberi sulle sponde per risparmiare poi interventi vari di gestione.
Ma quali sono i principali effetti per il consolidamento dei pendii di versante ?
La stabilità di un pendio, di un argine o di una scarpata, dipende da: sua geometria, qualità del fondo (in termini di densità, coesione, angolo di riposo, carico, tipo di copertura presente).
Gli effetti esercitati dalla vegetazione sono:

- effetto meccanico,
- effetto drenante.

L'effetto meccanico, che va a stabilizzare il terreno tramite radici e fusti interrati, dipende da:

1. resistenza alla compressione e alla rottura. Gli astoni con talee forti di salice dimostrano una forte resistenza in tal senso;
2. resistenza alla trazione e allo sfilamento. Per questo obiettivo sono ottime le latifoglie radicate con un diametro sottile.

Invece per l'effetto drenante, che causa un prosciugamento del terreno, esso è calcolabile tramite prima di tutto un incremento della coesione . Infatti, la coesione del terreno stesso varia in funzione del grado di copertura vegetale; abbiamo cioè due valori diversi per :

- c'=coesione del terreno senza piante
- c_R = coesione respiratoria (cioè con le piante)

Poi, sempre in considerazione dell'effetto drenante, abbiamo : una diminuzione della tensione (normale) dell'acqua interstiziale (u) e un incremento nell'angolo di attrito interno (ϕ).
La tensione normale cambia in funzione della granulometria, densità e peso

del terreno.
La resistenza al taglio può essere calcolata dalla seguente formula:

$_{Tf} = c' + c_R + (б - u) * \tan (ф)$

Rolf Katzenbach, nel 2005, ha calcolato la stabilità di un argine vegetato in vicinanza di una linea ferroviaria; secondo le sue indagini e ricerche, con la coesione respiratoria delle piante, misurata da tensiometri, si va a raddoppiare la stabilità dell'argine ferroviario, che era stato gettato molti anni prima su fondo sabbioso.

3.3. Tipologie vegetazionali presenti, nella fascia di pertinenza e piana alluvionale

La fascia di pertinenza, è costituita dalla porzione dell'alveo emersa, e dalla piana alluvionale più o meno ampia che la attornia.
La distribuzione delle associazioni vegetali nella fascia di pertinenza, e degli habitat che la attorniano è collegata in modo stretto con i processi geomorfologici, cioè che ogni formazione è associata strettamente con una o più unità geomorfologiche.
Dato che la vegetazione ha uno spiccato carattere pioniere, essa tenderebbe ad evolvere spontaneamente soprassuoli più maturi.
Questa tendenza però è ostacolata essenzialmente da un fenomeno ricorrente, che è quello dei rimaneggiamenti dei sedimenti d' alveo e dalla mobilità planimetrico-altitudinale, che continuamente porta alla demolizione per erosione dei suoli maturi, creando così le condizioni giuste per l'instaurarsi della vegetazione pioniera. A questo proposito, i torrenti si differenziano dai corsi d'acqua alluvionali per la scala della variabilità temporale, in quando solo eventi di una certa intensità sono in grado di mobilizzarne il materiale sulle sponde e dalla fasce limitrofe.
Anche i tratti di torrenti lungo le conoidi da essi formate allo sbocco delle valle secondarie nella valle principale presentano una bassa variabilità temporale dell'alveo, che può verificarsi in occasioni di eventi intensi, e in questo caso si verifica, nella maggior parte delle casistiche, un forte trasporto di massa che può determinare dei cambi repentini nel tracciato planimetrico dell'alveo.
L'elevato confinamento e l'elevata permeabilità del substrato, in genere limita fortemente l'ampiezza della fascia di pertinenza, che si estende di poco oltre i confini dell'alveo.
Lungo i torrenti montani pertanto si insedia spesso una vegetazione non più di tipo ripario ma tipicamente forestale, con ingresso di abete rosso a altre specie.
Questo porta ad una possibile pericolo: gli schianti di abete rosso che si

verificano in seguito a fenomeni di trasporto di materiale come le colate detritiche.
Un altro fenomeno che si verifica sempre è che la vegetazione nell'alveo, sia viva che morta, interagisce profondamente con le dinamiche ecologiche e morfologiche dei corsi d'acqua.
Per esempi, i salici e i pioppi, tipiche piante arboree e arbustive igrofile dell'ambiente fluviale, hanno sviluppato la capacità di radicare e sviluppare nuovi individui, in questo ambiente sempre mutevole che sono i corsi d'acqua.
L'acqua però trasporta verso valle prevalentemente legname morto di varie dimensioni. La componente più piccola di queste foglie e rametti è uno dei fondamentali imput energetici per creare e conservare gli habitat acquatici, di cui si parlerà in seguito.

La componente di maggiori dimensioni, con un diametro maggiore di 10 cm e una lunghezza maggiore di 1m, cioè il "materiale legnoso di grandi dimensioni", che comprende anche i rami più spessi e i tronchi trasportati a valle, ha una molteplicità di effetti sui processi idromorfologici ed ecologici.
Ovviamente il legname morto in alveo ha un ruolo perchè contribuisce alla diversificazione delle condizioni idrauliche e sedimentologiche, costituisce un importante fattore di diversificazione degli ambienti acquatici.
Per il legname, al pari dei sedimenti si possono identificare diversi meccanismi di alimentazione del sistema fluviale, processi di mobilizzazione e di trasporto, e processi di deposizione permanente: infatti il legname morto può incidere sui processi di inondazione con un aggravio molto forte, quindi la sua presenza, che peraltro mantiene le funzioni ecologiche prima citate, deve essere controllata.

Riteniamo ora introdurre quali sono le principali tipologie vegetazionali presenti all' interno delle zone riparie sopra citate: le principali formazioni ripariali rappresentano stadi evolutivi durevoli, e nonostante siano il risultato di una serie di processi idrogeomorfologici, dipendono anche da tutti quegli impatti che riducono lo spazio disponibile per essa. Ad esempio l'artificializzazione delle sponde o l'alterazione del regime delle portate, oltre ai possibili franamenti e al dissesto montano.
Le formazioni riparie dei vari ambienti fluviali sono legate alle particolari fasce zonali, geografiche, climatiche e altitudinali. É importante dire che il ripetersi dei disturbi geomorfologici indotti dal corso d'acqua su cui si sviluppano impedisce un sviluppo verso una fase più matura e avanzata, e quindi è per questo che si creano della formazioni stabili.
È bene a questo punto introdurre quali sono i principali tipi forestali che sono riscontrabili nel nostro territorio .

Lungo i corsi d'acqua trentini, è stata rilevata la presenza di e sono stati

descritto otto tipi forestali diversi (Sitzia e Odasso, 2000: pp. 90-100).

- alneta di ontano bianco (*Alnus incana*),
- alneta di ontano nero (*Alnus glutinosa*),
- saliceto di *Salix alba*,
- saliceto di *Salix cinerea*,
- saliceto di *Salix elaganos* e *Salix purpurea*,
- pineta di pino silvestre con ontano bianco,
- formazione con olivello spinoso (*Hippophae ramnoides*),
- formazione a *Myricaria germanica*.

Immagine 3: - Hippophae Ramnoides Flickr

Immagine 4: Hippophae ramnoides.

Balkan Ecology Project

Immagine 5: Myricaria Germanica

da (2) Forum Acta Plantarum - Indice

Queste tipologie forestali non sono quasi mai pure, e si trovano spesso miste e frammiste ad altre specie; ad esempio, nel caso della formazione di *Alnus incana*, che si ritrova sulle sponde delle zone alte dei torrenti, si insediano spesso anche salici, formazioni ad ontano nero, "*Frangula alnus*", "*Fraxinus excelsior*", "*Ulmus Minor*". "*Frangula alnus*", detta anche Frangola, è una pianta arborea, appartenente alla famiglia della Ramnnacee, originaria dell' Europa e dell'Asia.
A proposito dei tipi forestali ripari prima elencate, occorre fare alcune precisazioni (Odasso M., 2002: pp. 94-100); abbiamo già detto che usualmente si distinguono nei fiumi tre tratti longitudinali, o settori: un corso superiore, con una forte pendenza, alveo scavato in roccia o ammassi di pietrame più o meno assestato; qui prevale l'azione di erosione.
Poi si ritrova un corso medio, con delle medie e basse pendici di fondovalle; la velocità dell'acqua è ridotta, e il materiale di sedimentazione costituito da sabbia e ghiaia; si ha una formazione di meandri molto blanda.
Infine, c'è un corso inferiore o alluvionale: qui l'inclinazione del letto è praticamente nulla, la velocità è minima, si deposita facilmente del materiale limoso e argilloso, che partecipa alla formazione di meandri (tipologia fluviale menadriforme già descritta) qui molto marcata.
Premesso questo, la vegetazione di greto che si insedia, sia esse arbustiva o arborea, e che si presenta come caratteristica nei vari tratti, segue lo schema:

Tipo vegetazionale	Corso superiore	Corso medio	Corso inferiore
Alneta di ontano bianco (A.*incana*)	+	+	
Alneta di ontano nero (A.*glutinosa*)		+	+
Formazione a olivello spinoso	+	+	
Saliceto a Salix alba		+	+
Saliceto a Salix cinerea		+	+
Saliceto a Salix elaganos e Salix purpurea	+	+	

Si deve precisare però che nel caso delle maggioranza di queste formazioni igrofile, realmente, sul territorio del Trentino (ma anche in altre regioni) sono state fortemente alterate /modificate, dalle opere di regimazioni e di difesa spondale (che hanno condotto ad un prosciugamento delle fasce

spondali, con un'alterazione della componente floristica).

L'alneta riparia di Ontano Bianco è presente solitamente nella valli più strette, nei principali affluenti, o dove i fondovalle si allargano. Può entrare in contatto con i saliceti a "*Salix elaganos*" e "*Salix purpurea*" o con gli aceri-frassineti di versante. Qui l'acqua non ristagna, e, filtrando, garantisce una certa ossigenazione.
L'alneta di Ontano Nero invece, tipicamente accompagnata da salici, pioppi, e ontano bianco, è tipica di zone paludose o terreni torbosi, essendo l' ontano nero un'essenza arborea estremamente igrofila. La si ritrova infatti non tanto sulle sponde degli alvei, ma più spesso ad una debita distanza, in zone melmosa e vicino a ristagni d'acqua. Qui il suolo si presenta povero di ossigeno, e l' acqua fluisce lentamente. Infatti la specie Ontano Nero è strettamente legata a condizioni asfittiche e terreni paludosi. Altre essenze arboree presenti in questa formazione sono tipicamente: " *Viburnum opulus*", "*Cornus sanguinea* (o corniolo) ", "*Frangula alnus* ", "*Sanbucus nigra* " e "*Rubus*" spp.

Immagine 6: Corniolo

Per quanto riguarda il saliceto di *Salix alba*, esso si presenta come una boscaglia densa dominata da questa specie, che però include anche specie come *Populus nigra*. Lo strato arbustivo è scarso in questa fascia, e dominato da sambuco, ma con polloni di salice e pioppo. Il saliceto di *Salix alba* è molto frequente nella piana inondabile dei tratti medio e inferiore dei corsi d'acqua alluvionali.

Un altra formazione riparia caratteristica è quella dominata da dense formazioni di *Salix elaganos* e purpurea. Queste specie costituiscono delle fittissime boscaglie nelle zone dei torrenti alpini e di fondovalle, spingendosi anche a quote fino a 1600m e oltre. Si tratta di essenze arbustive, con un altezza al massimo di pochi metri, e vengono usate anche dall'ingegneria naturalistica per taleaggio e cespugiamenti su sponde franose.
Queste specie, come tutti i salici, posseggono una grande capacità nella propagazione vegetative e nella disseminazione, ma necessitano di umidità, luce, e assenza di concorrenti. Pertanto, attualmente si includono i salici in una classe distinta, mentre un tempo essi erano inclusi nei Querco-Fagetaea. Si collocano naturalmente su fondi ciottolosi e con presenza di terreni sabbiosi, che sono situati subito sopra la falda acquifera, e molto di frequente queste formazioni sono esposte alle piene dei corsi d'acqua, e anche all'urto con massi, e a forti variazioni dei livelli idrometrici, anche molto "violente". Sono quindi formazioni specificatamente legate all' azione recente del torrente, che si insediano su terreni caratterizzati a da cicli di erosione/ deposizione. Capita spesso poi che questa formazione evolva verso un alneta di ontano bianco, con una fase intermedia di formazione ad olivello spinoso.

Immagine 7: Saliceto di S. elaganos e purpurea (Lago)

Se vi sono porzioni di alveo abbandonate, per via di rimaneggiamenti o abbassamento della falda, si possono insediare xerofile come il pino silvestre, crespino e timo.

In certi casi poi, al posto del *Salix elaganos*, si verifica un insediamento del "S*alix triandria* ", specialmente se la corrente in energia e potenza; la prevalenza netta di quest'ultima specie su *Salix elaganos* è rara, in Trentino si verifica solamente sulla sponde dell'Adige.

Immagine 8: Salix triandra

Da: www.naturespot.org

Il cespuglieto a Olivello spinoso, è proprio caratteristico dei corsi d'acqua ad alta energia, con dei sedimenti molto grossolani e altamente drenanti. Gli arbusteti presenti, a parte quello principale di olivello, sono il *Salix elaganos* e *Salix purpurea*. Nel momento in cui questa sollecitazione idrodinamica forte venisse meno, questa formazione può evolvere verso un saliceto a *Salix elaganos* con pino silvestre.

Immagine 9: pineta di pino silvestre, all'interno di un saliceto a Salix elaganos _ Lago

Infine, gli arbusteti a *Myricaria germanica* sono frequenti nei fiumi alluvionali di fondovalle, con dei sedimenti sabbiosi e ghiaiosi.
Per una corretta e completa analisi delle formazione, e in un ottica di riqualificazione sarebbe poi utile indagare quali formazioni forestali alternative vi potrebbero essere presenti lungo i corsi d'acqua nel nostro territorio, ma che non sono presenti a causa delle alterazioni antropiche, in primis la contrazione di dimensioni delle fascia "di pertinenza".
Si può citare anche, sempre dal documento azione A7 realizzato da MCF, la riportata successione spaziale (ideale), delle associazioni vegetali lungo la dimensioni trasversale di un corso d'acqua di fondovalle, che esprime la corrispondenza tra unità morfologiche, tipi forestali ed habitat.
Nella zona definita "alveo"(che si divide in canale, barra, barra alta e in un ipotetico canale secondario) ritroviamo come formazioni: il Saliceto a *S.elaganos* e *S.purpurea*, l'arbusteto a Olivello Spinoso, l'arbusteto a *Myricaria germanica*. Essi sono, secondo il codice Natura 2000, gli habitat 3220, 3230, 3240, 3260, 3270.
Nella zone definita "piana inondabile", (divisa in piana incipiente e lanca) troviamo qui il Saliceto a *Salix alba*, l'alneta ad *Alnus glutinosa* e il saliceto a *Salix cinerea*. Questo habitat, tipico di questa porzione di territorio, si definisce, secondo il codice natura 2000, 91E0*, ed è molto soggetto a tutela e conservazione.

Immagine 10: 91E0 in Avisio (Lago)

Immagine 11: Salix cinerea

BVO home page

Infine, nella zona detta “piana matura”, troviamo con chiarezza una foresta mista riparia, con essenza di vario tipo, che si caratterizzano da un legno più duro rispetto ai saliceti della piana inondabile. Questa formazione si indica con il codice 91F0.
Poi abbiamo un “versante”, con vegetazione di carattere esclusivamente forestale.
Ma lo scenario di alterazioni a cui si è accennato e la conseguente ridottissima estensione della piana inondabile rispetto al potenziale (quadro diffuso in tutta l'Europa) bene giustificano il fatto che l'habitat 91E0* sia “prioritario”.
Bisogna però tenere in considerazione anche gli habitat 3230 e 91F0, di cui si possono perdere le condizioni per lo sviluppo se ci si concentra troppo sulla salvaguardia di 91E0*.
Infatti in Trentino solo lungo il fiume Adige, il regime idrologico delle portate e l'ampiezza del fondo valle presente (nella Valle dell' Adige) sono tali da permettere un esteso sviluppo di 91F0, dato che lì vi sono porzioni di piana inondabile non intaccate dalle divagazioni dell' alveo in attività, e quindi anche molto distanti da esso.

3.3.1. Analisi sulle specie infestanti maggiormente presenti

(Epis et Al., 2013: pp. 16-30)

Un altro aspetto da tenere presente è quello della presenza sporadica o marcata di specie alloctone e invasive, non costituiscono l'habitat ripario di origine.
Esso è un fenomeno riscontrabile con sempre maggior frequenza, e aumenta man mano che in un corso d'acqua ci si sposta dai tratti superiori del bacino verso le zone di pianura.
La loro presenza, è segno di problemi di carattere ecologico, paesaggistico, economico, e sociale che si avvertono sul territorio.
In ambito fluviale si riscontrano molte specie di tipo arboreo o arbustivo, che formano densi popolamenti, i quali esercitano una forte concorrenza alla vegetazione autoctona, con una semplificazione delle biocenosi e degli ecosistemi. Inoltre si creano anche problemi di stabilità, per il fatto che le piante invasive spesso hanno un apparato radicale inconsistente; e per il rapido incremento di biomassa dovuto alla genetica di queste specie, si può arrivare ad una situazione di rischio.
C'è da precisare che i termini "specie invasive" e "specie alloctone", anche se sono spesso usati come sinonimi, non significano la stessa cosa, perchè le specie alloctone sono quelle introdotte dall' uomo, volontariamente o per errore, al di fuori del loro areale naturale. Invece con "invasive" si intende un sottogruppo di specie che si sono naturalizzate a chilometri di distanza dal loro habitat di origine ma che ci sono arrivate per conto loro tramite propagazione per seme o agamica.
Le specie che si definiscono "naturalizzate" infatti, di cui quelle "invasive" fanno parte, sono in grado di formare dei popolamenti stabili indipendenti dall' apporto di nuovi propaguli da parte dell' uomo.
Saranno qui di seguito elencate le principali specie invasive che si stabiliscono in abito ripario:

- *Ailanthus altissima*: è una delle specie più diffuse e comuni, che ha un grande numero di semi prodotti, e grazie alla grande capacità di riprodursi in modo a-gamico, è ormai diffusissimo in Italia. Lo si trova in tutte quelle aree ormai soggette a degrado come margini delle strade, sulle ferrovie, aree di resede ed ambiti ripariali quando siano essi stessi oggetti di degrado.

- *Robinia pseudocacia* (la robinia): è una delle più diffuse in Italia, e viene utilizzata a scopo forestale per il controllo dell' erosione ma anche a scopo ornamentale. La sua larghissima diffusione è dovuta alla sua capacità di riprodursi per via agamica in modo eccellente e alla sua rapida crescita. È una specie pioniera, è una azoto-fissatrice e colonizza benissimo gli ambienti ripari.

- *Ambrosia artemifolia:* è una specie in forte espansione, molto temuta per la forte allergenicità del suo polline.
  Si adatta a qualunque condizione del terreno, è una specie pioniera, produce una grande quantità di semi che si mantengono vitali nel terreno anche per vent'anni. Il disturbo antropico è una delle cause di maggior diffusione. Negli ambiti fluviali tende a colonizzare estesi greti e depositi sabbiosi e limosi.

Immagine 12: Ambrosia artemisifolia

- *Amorpha fruticosa*: è un'invasiva molto presente in Europa, e lungo tutti i fiumi dell' Italia settentrionale; è specie termofila, capace di riprodursi sia agamicamente a partire da frammenti legnosi che sessualmente. Può divenire un problema nelle foreste alluvionali oggetto di degrado.

Immagine 13: Amorpha fruticosa-

da Pinterest

- *Buddleja davidii:* essa si adatta ad ogni tipo di suolo e sopporta bene il freddo. Si propaga abbondantemente sia a livello vegetativo, tramite stoloni, che grazie ai semi trasportati dal vento. È originaria del Nord America, dove è una tipica specie dell' ambiente di ripa, pertanto anche nelle nostre zone sta in questi ambienti o al massimo nei boschi adiacenti gli alvei. Non si trova nelle zone degradate.

Immagine 14: Buddleja davidii

I da- KU Leuven Kulak

- *Impatiens spp*: il genere *Impatiens* comprende più di 500 specie, che provengono dall' Africa e dall' Asia, e sono coltivate a scopo ornamentale. Alcune sono tra le piante infestanti più diffuse (es. la globulifera, la balsamina), sono capaci di svilupparsi bene anche in ambienti ostili purché abbastanza umidi. Preferisce quindi le zone attigue a ruscelli e fiumi, e, ricoprendo completamente il terreno, impedisce alle altra piante di ricevere i raggi solari che altrimenti penetrerebbero. Senza luce quindi, le altre piante non si sviluppano.

Immagine 15: – Impatiens noli tangere

Da botanikfoto

- *Reynoutria japonica* (o poligono del giappone): è elencata come una delle 100 specie di piante più invasive d'Europa, e una delle sue vie preferenziali di espansione sono proprio i corsi d'acqua, che ne trasportano i rizomi. La grande capacità germinativa che possiede anche una piccola porzione di rizoma garantisce per la specie la facoltà di colonizzare anche popolamenti molto densi.

Immagine 16: Reynoutria japonica-

Da Forum Acta Plantarum

- *Heliantus tuberosus* (detto “ topinambur”): per ultima parliamo di questa specie: è una specie erbacea molto simile al girasole, è considerata ornamentale, può avere un interesse alimentare dato che produce un tubero. Si può propagare per via vegetativa lungo i corsi d'acqua, nelle foresta di riviera e dove le sue esigenze di luce e nutrienti sono soddisfatte. La formazione ad “elianto “ è fittissima, forma cioè densi popolamenti che coprono interamente il suolo, ostacolando fortemente lo sviluppo della flora indigena. In inverno poi accade un fatto spiacevole: le parti aree della pianta muoiono, lasciando il suolo nudo ed esposto a erosione, la quale è anche accentuata dagli animali che scavano per cercare di raggiungere i tuberi.

Immagine 17: - Topinambur

da - Wikimedia Commons

3.3.2. Altre specie tipiche dell'ambiente ripario, che indicano carico organico

(Da allegato 1, parte A, IFF). Chiavi dicotomiche per la determinazione delle macrofite acquatiche, che sono indicatrici di carico organico (cioè un eccesso di N e P nelle acque e nell'alveo):

Immagine 18: - Alisma plantago acquatica

da- ImageJuicy

- ***Alisma:*** sono piante acquatiche; che radicano sul fondo, con fusti e foglie dotati di parenchimi aeriferi. Le foglie, che sono emergenti e per lo più tutte basali, sono senza stipole (espansioni squamiformi alla base del picciolo) e hanno una lamina stretta. I fiori hanno un diametro di circa 5 mm, e sono ermafroditi, attinomorfi (con simmetria raggiata, con più piani di simmetria): il perianzio (insieme di petali e sepali), è formato da 3 petali e 3 sepali; gli stami sono generalmente 6. Il genere in questione comprende 3 specie, delle quali solo la Alisma plantago acquatica è specie indicatrice di carico organico.

- ***Ceratopyllum (fam. Ceratopyllacee)***
  Piante acquatiche radicanti sommerse, ramosissime, con verticilli di foglie divise in lacinie e senza stipole.

Immagine 19: Ceratopyllum submersum

- ***da*** Aqua Eden

I fiori sono unisessuali e sporociclici, sono minuti e portati su corti peduncoli ascellari; si tratta di piante monoiche, quindi con la presenza di fiori maschili e femminili sulla stessa pianta. Il frutto è un achenio. Il genere comprende 2 specie di interesse, entrambe indicatrici di carico organico: *Ceratophyllum demersum* e *Ceratophyllum submersum*.

- ***Lemna (fam.Lamnacee):***

Immagine 20: Lemna gibba

ichn.iec.cat

Piante acquatiche liberamente flottanti e non radicate; sono tra le più piccole piante superiori europee; coprono interi specchi di acqua come un tappeto verde; sono piante prive di fusto, ridotte a 1-4 coppie fogliari, ciascuna con una sola radice non ramificata e pendula.
I fiori sono unisessuali, piccolissimi e difficilmente osservabili; i maschili sono ridotti a uno stame, i femminili a un carpello (foglie modificate che formano il gineceo, parte femminile del fiore). Essa è tipica di acque a lento deflusso. Il genere comprende: 4 specie, delle quali 2 di esse (*Lemna gibba* e *Lemna minor*) sono indicatrici di carico organico. *L.paucicostata* è una specie presente in Italia, e si trova nelle risaie.

- ***Myriophyllum (fam. Haloragaceae)***:

si tratta di piante acquatiche sommerse, e radicanti. Le foglie sono opposte, verticillate, o spiralate, con o senza stipole. I fiori, che sono

generalmente ridotti, sono spesso unisessuali, attinomorfi, con 4 sepali, con petali spesso assenti, e ovario infero. I fiori sono riuniti in infiorescenze, e il frutto è di tipo drupa.

Il genere comprende 3 specie, due delle quali sono indicatrici: *Myriophyllum spicatum* e *Myriophyllum verticillatum*.

- ***Nuphar (fam. Nymphaeaceae):*** piante acquatiche che sono radicanti sul fondo ma flottanti in superficie, di 2-20 cm di diametro, con un grande rizoma. Sono presenti grandi foglie sommerse colore verde, ma anche foglie galleggianti con un lamina ovale ondulata, di ca 8-20 per 15-30 cm. Ha fiori globosi e e gialli, dall' odore di alcool; ha numerosi petali e cinque sepali; ovario è supero e pluricarpellare.
  L' unica specie indicatrice di carico organico è qui la Nuphar luteum.

- ***Polygonum (fam. Polygonacee)***

Immagine 21: Polygonum amphibium

- -da Wikipedia

Immagine 22: - Polygonum hydrophiter

-da Wikipedia

Il genere *Polygonum* comprende delle specie sia erbacee, che legnose. Come in tutte le *Polygonacee*, le foglie si prolungano alla base dell'ocrea, una guaina cilindrica che va ad avvolgere il fusto, e che deriva dalla fusione delle stipole. I fiori sono qui ermafroditi, o unisessuali, o attinomorfi, e sono tipicamente pentaciclici (un fiore pentaciclico è un fiore che è costituito da cinque verticilli, inseriti sullo stesso asse e sullo stesso piano, e che spuntano da uno stelo allo stesso livello). Gli stami sono generalmente 6, disposti su due verticilli, l' ovario è supero, e il frutto è un achenio (frutto secco indeiscente che contiene un unico seme, che riempie tutto il frutto, senza aderirvi se non col funicolo, un piccola appendice membranacea di collegamento all' interno del frutto secco).
Si tratta di un genere abbastanza ampio, che comprende fino a 20 specie, ma solo due di esse risultano essere specie indicatrici di carico organico. Esse sono *Poligonum amphibium* e *Poligonum hydrophiter.*

- *Potamogeton (fam.Potamogatonacee):* sono piante acquatiche natanti,come si vede nell'immagine 21.

Immagine 23: Potamogeton natans

Wikiwand

che formano un rizoma non legnoso. La fillotassi è disposta a foglie alternate, con foglie che risultano essere allargate, con guaina cilindrica(guaina: base della foglia) e una ligula stipolare (ligula: appendice membranacea presente alla base delle foglie di alcune graminacee e in altre famiglie), inserite su assi erbacei; esse possono essere sommerse o galleggianti, con dimensione altamente variabile. Quelle galleggianti sono solitamente verdi. I fiori che si trovano sono ermafroditi. Il perianzio è sostituito da bratteole di natura erbacea, stami sono 4 con un filamento sub nullo, l'ovario è supero, e il polline granulare. I fiori, che possono essere più o meno numerosi, si trovano riuniti in infiorescenze a spiga e peduncolate.
Il genere comprende n° 18 specie, di cui almeno tre, la *Potamogeton crispus*, *Potemogeton perfoliatus* e *Potamogeton pectinatus* sono indicatrici valide.

- *Rumex* (fam. *Polygonacee*): il genere *Rumex*, comprende sia specie erbacee, che legnose: essendo una *Polygonacea*, vale quanto detto prima riguardo alle foglie. Il perianzio è sepaloide, con 6 tepali di natura erbacea, verdi, riuniti in due verticilli; stami sono generalmente 6. Ovario è supero e il frutto un achenio. Questo genere è molto ampio, comprendente 29 specie: quelle acquatiche sono solo *Rumex aquaticus, R.hydrolaphatum e R.conglomeratus*, di cui solo la seconda è specie indicatrice.

Immagine 24: Rumex hydrolaphatum

4. Ecologia fluviale: un approccio integrato

4.1. Funzioni ecologiche della vegetazione di ripa: analisi dettagliata

Riprendiamo ora alcune delle funzioni più salienti che la vegetazione nell'ambito dei fiumi regolarmente svolge all'interno degli ecosistemi fluviali:

1. riduzione dell' erosione: le formazioni riparie sviluppate svolgono una rilevante funzione di protezione delle rive da agenti erosivi (anche fino a 30 volte); infatti, la maggior parte delle specie arboree ad arbustive che si sono adattate a vivere in questi particolari ambienti, come ontani e salici, sono dotate di apparati radicali piuttosto estesi che conferiscono un'ottima resistenza all'energia della corrente, garantendo un efficace consolidamento spondale
2. apporto di materiale organico: le formazioni riparie sono grandi produttori di materia organica, che diviene disponibile all' interno dell'ecosistema fluviale; nelle zone temperate, si parla di valori da 50 a 900 g di peso secco di lettiera al m^2. Questa è una funzione fondamentale: infatti la mancanza di essa comporta una diminuzione degli organismi animali sminuzzatori e trituratori della sostanza organica, determinando uno squilibrio della comunità biologica nel suo complesso.
3. Regolazione dell'umidità del suolo: le fasce di vegetazione riparia ben sviluppate svolgono questa importante funzione, e inoltre, impediscono un veloce deflusso delle acque dopo una piena, favoriscono la deposizione di materiali fini come limo e argilla, e mantengono umida per molto tempo una zona del suolo ripario molto ampia.
4. Trappola per sedimenti: con la presenza di ostacoli naturali, si abbassa la velocità delle corrente e si deposita più facilmente il sedimento, che viene trattenuto sul posto. Le specie erbacee da sole non sono in grado di svolgere questa funzione.
5. Microclima: le specie di ripa contribuiscono a creare un microclima che è tipico dell'ambiente fluviale; la temperatura dell'acqua è infatti connessa con quella del suolo nella fasce riparie che circondano l'alveo.
6. Habitat per pesci: gli ombreggiamenti sono indispensabili alla vita di molti pesci, che, non avendo palpebre, non sopportano bene le condizioni di luminosità elevate. Inoltre, questo ombreggiamento evita che crescano eccessive specie erbacee igrofile in vicinanza delle sponde. Le frasche e i tronchi caduti in acqua creano invece delle zone rifugio, come tane.
7. Intercettazione e rimozione dei nutrienti: queste aree svolgono un

ruolo rilevante nell'intercettazione e rimozione di azoto e fosforo, che vengono dalle aree circostanti. Quindi è fondamentale questa azione che le aree umide/ riparie svolgono nei confronti di eventuali picchi di carico organico che viene da attività agricole o aree antropizzate, come essa sia fondamentale per la protezione della funzionalità.

8. Fonte di rifugio: l'ambiente di ripa costituisce un importante fonte di rifugio per animali e uccelli, per i mammiferi è un corridoio ecologico, per gli uccelli è una zone di sosta e riposo durante le migrazioni, e anche un' area di nidificazione, per certi rettili può costituire un habitat di preferenza (ad esempio per la *Natrix tassellata*).
   Per gli anfibi è una zona di riproduzione e sviluppo, e le radici e i rami sommersi infatti offrono habitat idonei e creano vari micro-ambienti, che appunto consentono a varie comunità di riprodursi con successo (es. la comunità di Tritone alpestre).

4.2. Un torrente come un ecosistema: la funzionalità fluviale

L' ambiente ripario comprende degli ecotoni nei quali il suolo e il suo tasso di umidità sono influenzati dalla presenza del fiume o del torrente (Siligardi et Al, 2007:pp.87-88)

In alcuni casi questi ambienti assumono delle caratteristiche tali da andare a costituire ecosistemi ecologicamente distinti, identificabile come zone umide (dette anche "*wetlands*" perifluviali).
Le zone umide sono degli ecosistemi articolati, complessivi che tendono a svilupparsi secondo un gradiente idraulico che è diverso dagli habitat terrestri a quelli specificatamente acquatici.
Una zona umida è quindi di conseguenza una zona che è caratterizzata da tre componenti principali:

- presenza di acqua affiorante in superficie (acqua bassa) o terreno saturo;
- condizioni chimico- fisiche del suolo distintive rispetto ai terreni circostanti;
- presenza di comunità vegetali adattate alle condizioni di saturazione(idrofite)

Queste zone umide in genere si sviluppano ovunque laddove vi siano inondazioni (con una precisa frequenza) nelle zone che circondano l'alveo, ossia dove il divagare delle acque crei una situazione idrologicamente favorevole(con un flusso lento) all'insediamento della giusta vegetazione igrofila.
Si possono osservare tali zone sia in alvei secondari, con meandri

abbandonati, sia in anse profonde e tortuose del fiume ma anche nelle vaste zone inondabili di pianura, nei delta dei fiumi o nella paludi vicino ad essi.
Le zone umide perifluviali, devono la loro origine a quella complessa azione di modellamento che il corso d'acqua esercita con le sue divagazioni e trasformazioni. Con il rimaneggiamento dei sedimenti, la creazioni di isole, ma anche altri processi morfologici, si originano infatti: tratti umidi, golene, lame, zone palustri.
Una particolarità: vi sono delle zone umide che sono inondate dalle piene solo per fenomeni di rigurgito idraulico, che viene creato da strozzature o dalla presenza di ostacoli naturali. Altre, sono invece locate nella piana inondabile e sono soggette solitamente ad acqua calme, ma durante le piene sono esposte alla violenza della corrente.
Le zone umide sono dei sistemi che possono attivare dei grossi flussi di materia, ed energia, creando una connessione spaziale tra fiume e gli ecosistemi acquatici adiacenti ad esso.
In occasione delle piene, la corrente va a spazzare e ripulisce il substrato dell'alveo, impoverendo temporaneamente il fiume di sostanza organica.
Ma nella fase di ritiro dalla piana alluvionale, le acqua si prendono carico di notevole quantità di sostanza organica dalla zone umide, ad esempio frammenti vegetali più o meno decomposti, fornendo così al fiume un'importante apporto, che va a compensare l'impoverimento subito dal fiume nella fase di crescita delle piena stessa, e sostenendo le reti trofiche che si creano tra le comunità.
Le zone umide devono quindi essere riconosciute come importante parte integrante del territorio, e del reticolo idrografico; una corretta gestione è quindi fondamentale per raggiungere il buono stato ecologico dei corsi d'acqua, e quindi sulle molte funzioni che queste zone sono in grado di esplicare si basano quegli interventi di ripristino e tutela come la realizzazione di zone di esondazione per mitigare l'impatto delle piene, di zone-filtro per l'inquinamento, e per la creazione di zone di conservazione delle biodiversità animale, oltre che vegetale.

Ora andremo a parlare del continuum perifluviale (o River Continuum Concept) (Siligardi et Al, 2007:pp.80-90)
Un corso d'acqua può essere visto come una successione di ecosistemi, che si susseguono l'uno dopo l' altro e che sono connessi con gli ecosistemi terrestri circostanti.
Essi variano perchè sono diverse le caratteristiche chimiche, fisiche, morfologiche e idrodinamiche procedendo dalla sorgente verso la foce del fiume.
Il River Continuum Concept si presenta come una visione unificata dell'ecologia fluviale, che ricorda la stretta dipendenza della struttura e delle

funzioni di tutte le comunità e biocenosi all'interno del sistema fiume.
Nei corsi d'acqua di montagna, tutte le comunità biologiche sono sostenute da un 'elevata quantità di materiale organico(tronchi di varie dimensioni, foglie, rami), che sono fornite mediante la vegetazione di ripa, e inoltre l'ombreggiamento di questa componente riduce lo sviluppo di alghe(organismi produttori fotosintetici).
Il metabolismo fluviale, andando verso valle, nei fiumi di media grandezza (4° e 6° ordine) cambia perchè diminuisce l'ombreggiamento, e quindi le comunità acquatiche diventano maggiormente autosufficienti, pur restando gli apporti terrestri una grande risorsa.
Poi, scendendo ancora, nei fiumi ad elevata grandezza (ordine superiore al 6 °), pur abbassandosi ancora il livello di ombreggiamento, la fotosintesi è in genere limitata per l'elevato grado di torbidità delle acque: le condizioni al contorno ritornano eterotrofiche e le comunità – che sono sostenute per la maggior parte da materia organica particolata fine- diviene nettamente dominata dai collettori.
Vi è un mantenimento costante del flusso energetico nell'arco di un anno, nonostante vi siano delle variazioni stagionali degli apporti dei principali nutrienti organici.
A differenza di quei sistemi che hanno una strutturazione fisica poco variabile nel corso del tempo e degli eventi(ad es. un foresta di abete rosso), gli ecosistemi fluviali hanno forti variazioni fisiche, anche in conseguenza delle variazioni della portata, e questo fatto si ripercuote anche in un' elevata diversità biologica. Infatti questa situazione può creare condizioni molto propizie per l'instaurarsi di quelle specie che sono più adattabili e non specializzate.
È bene sapere che tutte le comunità acquatiche e il metabolismo fluviale siano influenzati fortemente anche dai processi che si verificano nei tratti più a monte rispetto alla zona di riferimento.
Vi sono anche numerosi fattori che all'interno di un corso d'acqua provocano degli spostamenti, che possono essere locali o generali dello schema ideale tracciato dal River Continuum Concept.

Corridoio fluviale.

I corsi d'acqua vanno interpretati non solo nella loro dimensione longitudinale, ma anche su quella trasversale, che, come già evidenziato, ha una notevole influenza, sulla funzionalità del corso d'acqua.
Infatti, anche in questa importante dimensione possiamo distinguere molti microhabitat, posti trasversalmente alla direzione della corrente, molto significativi.
Per fare un esempio, le comunità macrobentoniche differiscono lungo la sezione trasversale, al variare del substrato litologico/ granulometrico

sottostante (sabbia, ciottoli, massi) o delle caratteristiche della corrente.
Il primo studioso che usò questo termine per la prima volta (riparia) che significa, dal latino "ripa", riva o sponda, fu Linneo nel 1758. Egli chiamò la rondine delle rive Riparia Riparia, la quale andava a nidificare nei tratti in prossimità degli alvei, dove trovava delle coperture adeguate.
Da un punto di vista strettamente ecologico la fascia riparia è un ecotono,cioè funge da zona di transizione tra due sistemi ecologici adiacenti.
L'ecotono non è una fascia statica, ma una zona dove due comunità vengono a contatto. Esso può avere delle dimensioni ampie, come capita spesso, o ridotte, come nel caso di certe situazione montane con forte grado di confinamento.
Le zone di transizione spesso hanno un' elevata biodiversità e le sue caratteristiche ecotonali influenzano fortemente le dinamiche delle popolazione animali che vi vivono dentro.

4.3. Fauna ospitata dalla vegetazione riparia

Analisi specifica delle componenti animali che vivono all'interno dell'ecosistema fluviale (Siligardi et Al, 2007:pp.90-100):

- la componente plantonica: questa parte assume importanza solo in alcuni tratti ("potamali") e va a comprendere alcuni organismi produttori, che sono i cosiddetti "fitoplancton", e gli organismi consumatori (zooplancton).
  I principali rappresentanti di plancton fluviale sono i rotiferi, i protozoi, e, in misura minore, anche piccoli crostacei come cladoceri e copepodi. In termini quantitativi, lo zooplancton che è presente nei fiumi è nettamente inferiore a quanto se ne riscontra in quegli ambienti lacustri con una concentrazione simile di clorofilla.
  Il gruppo dei fitoplanton dei corsi d'acqua comprende invece: Diatomee, Alghe verdi, ma anche il contributo dei cianobatteri può essere importante in molte situazioni, come nei torrenti più piccoli.
  Inoltre la biomassa dei fotoplanton è molto influenzata dai processi che avvengono più a monte, come gli inculi e gli aumenti locali delle precipitazioni, che sono associate alla presenza di zone sommerse.

- I macroinvertebrati bentonici: essi sono organismi con taglia relativamente inferiore al millimetro, vivono sui substrati favorevoli nei corsi d'acqua, e usano meccanismi di adattamento che li rendono capaci di resistere alla corrente. Essi si classificano come appartenenti ai seguenti gruppi: insetti, molluschi, crostacei, irundinei, tricladi,

oligocheti. Occupano tutti i livelli dei consumatori nella struttura trofica, negli ambienti delle acque correnti. Sono predati da molte specie, e convivono con carnivori, erbivori, onnivori, detrivori.
Nel processo di trasferimento e di trasformazione delle sostanze organiche, gli invertebrati bentonici hanno un duplice ruolo: consumatori diretti (per alimentazione e respirazione), e frantumatori del particellato in sostanze poi digeribili per i batteri fluviali. Essi appunti sono oggetto di predazione per molti vertebrati.
Queste attività garantiscono un mantenimento dell'ambiente in un corretto stato metabolico, e possono essere sintetizzate con il termine potere "depurante".
Vi è una composizione attesa/ottimale della comunità macrobentonica in un corso d'acqua, ed essa dipende dalla tipologia fluviale. Infatti in un fiume, dalla sorgente alla foce, variano diversi fattori, come velocità della corrente, tipologia di substrato, portata, temperatura, grado di ossigenazione, nutrienti presenti, durezza, e tipo strutturale di biocenosi.
Essi sono importanti per valutare la qualità e il buono stato di salute di un corso d'acqua, in particolare per l'applicazione dell'IFF; in questo caso, ci si può ricondurre un numero limitato di modelli generali.
Spesso, è sufficiente una verifica su un certo numero limitato di organismi che dovrebbero essere sempre presenti in una delle tipologie fluviali descritte e che, con la sensibilità che i macroinvertebrati manifestano verso le sostanze inquinanti, sono particolarmente idonee ad essere usate come indicatori.
Anche la componente abiotica, con le sue alterazioni, può andare a banalizzare queste comunità, perchè i diversi microorganismi si sono adattati, dal punto di vista ambientale e morfologico, ad ambienti diversi. I principali fattori che incidono sulla distribuzione sono comunque: natura del substrato e velocità della corrente.
Quelli tipici dei tratti montani dei corsi d'acqua, con velocità alta e substrati a massi e ciottoli sono: Efemerotteri, specie le larve litofite, che si muovono da un masso all'altro.
Invece le forme più scavatrici, vivono nella zone più planiziale, con correnti più lente, dove si possono spostare nuotano e possono scavare delle gallerie dentro ai substrati argillosi, sabbiosi e ghiaiosi.
Gli Efemerotteri hanno bisogno, in generale, di acque poco profonde, che gli consenta alla larve di sfarfallare e agli adulti di deporre le uova su un substrato sommerso.

Immagine 25: Macroinvertebrati

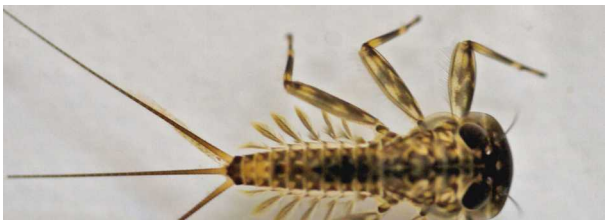


Immagine 26: Macroinvertebrati

www.ittiofauna.org

Dal punto di vista bioecologico, comprendono delle specie stenoaline dulcicole (cioè delle specie che devono svolgere l'intero ciclo vitale nelle acque dolci) ma anche delle specie eurialine migratrici(che conducono una parte della loro vita nel mare e una nelle acque dolci).
Questa migrazione può essere obbligatoria o facoltativa, che distingue in specie migratrici obbligatorie e facoltative. Questi gruppi, con l'aggiunta di quei pesci che compiono il ciclo biologico in mare ma che frequentano le zone lagunari e di foce, costituiscono *i pesci delle acque interne*.
In Italia, le specie delle acque dolci comprendono 48 taxa, che includono 13 di questi che sono endemici. Invece, 13 di questi sono a rischio e rientrano nelle prime 3 categorie di rischio della IUNC.
Sia in Italia, che in Europa, i gruppi sistematici più presenti sono senza dubbio i Ciprinidi, che vanno ad occupare con preferenza i tratti del fondovalle (*"potamon"*); vi sono inclusi alcune specie molto comuni sia nei laghi italiani che nei fiumi, come barbo comune e cavedano.
Invece i Salmonidi (come Trota Fario, Temolo, e altri) hanno come habitat di preferenza i tratti di torrente montano e pedemontano, chiamato "*rhithron*".
Nell'ambito della popolazione, che viene definita come "*stock*" in termini di energia e biomassa, è un gruppo di individui appartenenti ad una stessa specie e che vive in una data area in un certo tempo.
Una comunità è invece costituita da processi di interazione e associazione tra più popolazioni differenti.
Si creano quindi, nei nostri habitat lacuali e torrentizi, delle complesse

dinamiche di interazione e la composizione delle diverse comunità ittiche dipende da una serie complessa di fattori ambientali, sia biotici che abiotici. Fra i primi figurano il tipo litologico del substrato e il regime delle portate o l'andamento della temperatura, mentre nei secondi sicuramente è importante l'interazione tra pesci di differenti specie.

La fauna ittica, nello spazio che essa occupa, è un sistema complesso che viene influenzato molto dalle condizioni al contorno, nelle differenti scale spaziali (macroregione, bacino, corso d'acqua, tratto, microhabitat, ecc..).

A livello di bacino idrografico, un criterio fondamentale è quello della *zonazione ittica*, che definisce, per gli ecosistemi di acqua corrente nell'Europa, quattro zone fondamentali (Huet, 1959):

1. zona della trota fario
2. zona del temolo
3. zona del barbo
4. zona dell'abramide

Questa zonazione è poi stata modificata, per essere adattata alla realtà della situazione italiana, pertanto sono state scelte queste zone:

1. zona dei Salmonidi (trota fario, trota macrostigma): zone con acqua limpida e ben ossigenata; corrente molto veloce, con anche rapide, un fondo a massi, ciottoli o ghiaia; temperatura non maggiore di 16/17 gradi, ma spesso molto più bassa, anche con temperature prossime allo zero.
2. Zona dei Ciprinidi a vegetazione *litofila* (cavedano, barbo comune e canino, vairone); presenza di acqua limpida che però saltuariamente è soggetta a momenti di torbida di breve durata, con una discreta ossigenazione. La corrente è veloce, ma in molti punti rallenta a causa dell'approfondimento del fondo che si presenta come ghiaioso o sabbioso; si crea così una habitat idoneo a queste specie. La temperatura raramente è maggiore di 20 gradi.
   "Litòfila - pianta che predilige vivere tra le rocce (dal greco lithòs, roccia o pietra, e philèo, amore").
3. Zona dei Ciprinidi a deposizione *fitofila* (con tinca, scardola, triotto); con acqua dolce, di frequente torbida, e solo moderatamente ossigenata in pochi periodi. C'è una bassa velocità delle corrente, fango sul fondo e abbondanza di specie macrofite.
4. Zona dei Mugilidi: con acqua salmastra (cefalo, muggine); in seguito al rimescolamento delle acque dei fiumi (dolci) con quelle del mare.
   Il fondo è fangoso, con corrente molto lenta o nulla, presenza di macrofite, temperatura, concentrazione di ossigeno e gradi di torbidità molto variabili.

Possono andare ad incidere negativamente su questi equilibri ed ecosistemi, che si susseguono lungo i corsi d'acqua montani a poi alluvionali: interventi di regimazione delle acque, presenza di captazioni, prelievi idrici e idroelettrici, interventi di taglio sulla vegetazione riparia, spondale, e sommersa; poi ci sono le interazioni negative tra le specie(come la predazione), la preferenza per determinate condizioni idroqualitative e di microhabitat, le modalità di comportamento in determinati periodi della riproduzione; e infine gli interventi di disturbo, come quelli di origine antropica, ma soprattutto le immissioni di specie dannose o alloctone e gli eccessivi interventi di ripopolamento. I tagli eccessivi, sulla vegetazione riparia e sommersa, in particolare, è molto grave a volte perchè può distruggere le nicchie ecologiche idonee alla sopravvivenza dei pesci.

- Anfibi: nelle vicinanze dei corsi d' acqua, si possono trovare diverse specie di anfibi, i quali sono obbligatoriamente legati all'ambiente acquatico per svolgere il loro ciclo. Alcuni esempi: la Salamandra Pezzata è diffusa nei territori collinari, si trova comunemente nei boschi collinari e di montagna, fino a quota superiori ai mille metri. Essa è strettamente legata all'acqua nei primi mesi di vita: le femmine partoriscono alcune decine di larve, che sono provviste di branchie, in ruscelli a corrente non elevata. Poi il piccolo si nutrirà di piccoli invertebrati bentonici e in pochi mesi arrivano allo stadio adulto.
  Il Tritone alpestre (*Triturus alpestris*) è acquatico dalla primavera inoltrata fino all' estate, ma durante il resto dell'anno frequenta i boschi umidi e spesso si insedia nelle fosse. La riproduzione di questa specie avviene prevalentemente nei laghi alpini, stagni o torbiere; esso può essere rinvenuto anche nelle anse dei torrenti. La distribuzione geografica di questa specie va dall'arco alpino, alle Alpi Marittime, Appennino Ligure, e altre province dell'Italia Centrale. Simili ad esso vi sono anche il *Triturus Cernifex*, che è presente in tutta la penisola, e il *Triturus vulgaris* (o Tritone punteggiato).
  Ma il più importante anfibio legato ai torrenti appenninici è la salamandrina dagli occhiali (*Salamandrina tergiditata*), la quale negli stadi giovanili vive nei ruscelli montani. Esso è un urodelo con una grande importanza di conservazione, perchè è una specie endemica delle Alpi.
  Negli ambienti acquatici al margine descritti in precedenza, vi sono anche anuri: il più diffuso è il rospo comune (*Bufo Bufo*)che è molto grande, ma ci sono anche specie minori come la Raganella (Hyla spp.) e gli ululoni (*Bombina variegata* e *B.pachypus*). Un altro anuro, che si trova nei torrenti montani, è la *Rana temporaria*.

Essa ama riprodursi preferibilmente nelle torbiere e nei laghetti montani, ma a volta è possibile osservare i suoi girini anche in tratti laterali o canali secondari dei torrenti.

Immagine 27: - Rospo Comune

- Italiana da - Sveva Sagramola

Immagine 28: Raganella

– da Agraria.org

Immagine 29: Girini di rana temporaria

- Rettili: quelli più presenti negli ambienti acquatici italiani sono la *Natrix natrix* (biscia d'acqua dal collare) e la *Natrix tassellata* (biscia tassellata), la *Natrix maura* (biscia viperina) che è presente solo in Sardegna, Piemonte, Lombardia, Liguria. Essi si nutrono in prevalenza di anfibi, larve, e piccoli pesci; a volta rientrano anche gli invertebrati. Un bosco ripariale moderatamente umido è congeniale anche alla presenza del Saettone (*Elaphe longissima*), invece i massi e le ghiaie dei greti possono essere siti di termoregolazione per colubridi (il colubro ferro di cavallo, il colubro di Esculapio, ecc..) sia per i viperidi.

Immagine 30: Natrix tassellata

La successione vegetazionale

Guardando il corso d'acqua da un punto di vista trasversale, la vegetazione di ripa solitamente si sviluppa secondo modalità ben precise (ovviamente variabili in base a tutte le condizioni), ma che sono soprattutto influenzate dal regime delle portate.
Come già riportato, quando si parla di vegetazione, l'attributo ripario non si deve confondere con l'attributo spondale (o fascia perifluviale) che fa riferimento a una zona topografica e prescinde dalla composizione in specie.
Procedendo dall'ambiente acquatico a quello terrestre, la prima fascia vegetata che si incontra è quella del greto fluviale, che è colonizzato spesso da specie pioniere, di tipo erbaceo, e annue. Queste si definiscono "specie erbacee pioniere di greto".
Poi, nella fascia perifluviale, a partire dal limite esterno dell' alveo di morbida, che l'azione del corso d'acqua diventa più moderata permettendo così la costituzione di formazioni vegetate ben strutturate.
Dal limite esterno dell'alveo di morbida dunque (ma sempre all'interno della fascia di pertinenza fluviale) si possono insediare delle formazioni arbustive riparie, che sono in prevalenza saliceti e ontanete. In questa fascia perifluviale infatti, laddove la morfologia del suolo (bassure), con la frequenza di inondazioni e il livello idrico in falda determinano un costante ristagno idrico (specie se siamo in presenza di una granulometria fine) si insediano formazioni di elofite e anifite.
La presenza di elofite, idrofite, anifite consente di individuare facilmente le zone fluviale umide, ossia quei particolari ambiti (perennemente o saltuariamente) inondati dall' acqua oppure a suolo idromorfo per la presenza della falda affiorante.
Le formazioni arboree riparie sono in grado di tollerare, seppure in modo diverso, anossia radicale e periodi di sommersione.
Spesso, negli ambiti perifluviali, a causa dell' uso antropico di porzioni di territorio anche molto prossime al fiume, si ha un'estrema banalizzazione della vegetazione di ripa con forti riduzioni in termini di complessità di struttura tra le formazioni riparie. A volte si può verificare la totale assenza delle formazioni o una loro forte semplificazione della strutturazioni in cenosi a sviluppo parallelo lungo il corso d'acqua. In vicinanza del corso d'acqua possono trovarsi formazioni non riparie, quali le formazioni secondarie dominanza di specie esotiche o persino, coltivazioni e insediamenti.
Così, capita spesso che le formazioni di ripa siano dominate dai robinieti, da arbusteti che presentano pesanti ingressi di specie esotiche, da formazioni erbacee a dominanza di nitrofile, sinantropiche ed esotiche.

Nella maggior parte dei casi pratici, le formazioni riparie che più spesso si rinvengono lungo i corsi d'acqua trentini, ma anche italiani, sono gli arbusteti: questo prevalentemente è dovuto al carattere pioniero di queste formazioni, ma anche alla loro localizzazione all'interno di ambiti poco interessanti dal punto di vista antropico(alveo di piena).
Lungo i corsi d'acqua, sino ai 1000 m di quota è diffusa ampiamente la presenza di specie esotiche, che avendo un comportamento pioniero, tendono a colonizzare un ambiente perifluviale.
Nell'ambito tipicamente montano, si ritrova una forte semplificazione a causa dell'acclività dei versanti, che fa si che il corso d'acqua riesca ad esercitare la propria influenza su un territorio circostante molto limitato, e spesso l'unica formazione che riesce ad insediarsi è una stretta fascia di salici arbustivi.
Si tratta quindi di una semplificazione ma del tutto naturale, che fa si che i corsi d'acqua montani abbiano una maggior fragilità ed un minore resilienza rispetto ai tratti pedemontani e di pianura.
La massima funzionalità si riscontra in quegli ambiti fluviali con più tipologie vegetazionali diverse e che si sono insediate secondo modelli strutturali complessi, in funzione di gradienti ecologici legati al corso d'acqua.
Per “formazione” si intende una comunità di organismi vegetali appartenenti a specie diverse e associate secondo modalità proprie, che poi dal punto di vista fisionomico costituiscono un' entità omogenea.
Vi sono poi dei valori “soglia”: ad esempio un filare arborato od una striscia arborata che abbia un' ampiezza inferiore ai 10 m, non sono catalogabili come formazioni. La presenza di “arginature”, che determina l'individuazione di una fascia perifluviale secondaria, che interrompe la continuità tra alveo e territori circostanti, provoca una forte riduzione della funzionalità ecologica delle formazioni vegetali, che peraltro in queste situazioni sono di norma alterate dal punto di vista della composizione.

5. Gestione delle fasce tampone

5.1. Scheda tecnica descrittiva della zona: guida alla compilazione

Le fasce tampone, come abbiamo visto, svolgono dei ruoli molto importanti nel contesto dei fiumi e torrenti, e senza di esse la vita e la biodiversità che si ritrova quando un corso d'acqua è in buona salute, viene meno.
Questo sia dal punto di vista delle comunità ittiche e macrobentoniche che vivono dentro l'acqua, sia di quelle degli uccelli, insetti, mammiferi che vivono fuori dall' acqua.
Ecco perchè è importante provvedere ad un oculata gestione.
I motivi, già elencati, sono molteplici e possiamo ora fare un focus su come queste fasce vadano gestite, nelle varie casistiche e tramite dei parametri particolari che sono da analizzare e comprendere.
L'applicazione di questo metodo, con delle schede descrittive e compilative della zona in questione, richiede conoscenze sull'ecologia fluviale e sulle dinamiche funzionali che vi sono correlate (Siligardi et Al, 2007: p.149).
Una fase essenziale delle compilazione delle scheda è l'analisi in campo, che richiede un' attenta lettura dell' ambiente in esame, e la scelta di risposte adeguate e pertinenti.
Il contento della scheda non po' ovviamente prendere in esame tutte le casistiche possibili, ma ne vuole analizzare solamente un numero limitato, questa fase può presentare un certo livello di difficoltà.
Per rendere le cose più facili all' operatore, in questo capitolo vengono riportate 14 domande, delle quali ognuna delle stesse è corredata da risposte e da una serie di chiarimenti che costituiranno il percorso che l' operatore dovrà seguire per la fase di rilevamento sul campo (alcune delle domande non saranno trattate in modo così esaustivo cosi come sull'indice delle funzionalità fluviale, questo per motivi di spazio e tempi)

I chiarimenti saranno raccolti nei 4 punti principali:

1. obiettivi della domanda
2. principi: contiene i concetti di ecologia fluviale su cui è fondata la domanda, con la finalità di aiutare l'operatore a interpretare gli aspetti indagati
3. cosa guardare: indica qual'è l'oggetto che viene presentato nella domanda, e quali sono le caratteristiche ambientali che l'operatore deve focalizzare con più attenzione e sui cui verte l'analisi
4. come rispondere: fornisce le indicazioni che guidano alla scelta di una

delle quattro possibili risposte

Elenchiamo ora, le prime sette domande (che sono sufficienti per la comprensione del metodo IFF), in ordine, e e per ognuna di esse i quattro punti di chiarimento appena citati. (Siligardi et Al, 2007: pp. 150-190).

Domanda 1: Stato del territorio circostante

Secondo la casistica, possiamo distinguere in:

- assenza di antropizzazione
- compresenza di aree naturali e usi antropici del territorio
- colture stagionali e/o permanenti, con urbanizzazione rada
- aree urbanizzate

1) Obiettivi della domanda: sono valutare indirettamente le ripercussioni sulla funzionalità fluviale che sono indotte da modifiche ad uso del suolo, che possono poi causare incrementi degli apporti di materiale organico (sia puntiforme che diffuso)e anche di nutrienti, oltre che di inquinanti per ruscellamenti superficiali e scorrimento ipodermico. Si possono poi verificare anche degli altri processi come la permeabilità del suolo e l' infiltrazione.

2) Principi: la permeabilità del suolo e la copertura vegetale favoriscono l'infiltrazione delle acqua meteoriche, andando quindi a diminuire i picchi di piena (e il disturbo idraulico sulle comunità bentoniche), oltre a favorire l' immagazzinamento nella falda acquifera, il che è un bene perchè essa è un regolatore naturale del livello d'acqua. Queste funzioni sono compromesse da un cambiamento d' uso del suolo a scopo agricolo, con possibili disboscamenti o lavorazione del terreno, ma ancora di più dall' urbanizzazione; questi fenomeni vanno a ridurre la permeabilità del suolo.
Quindi la presenza di attività agricole può andare ad interferire con la funzionalità dei corsi d'acqua secondo varie modalità, tutte con conseguenze rischiose: rimozione della copertura boschiva, apporti inquinanti (superficiali e sotterranei), che derivano da fertilizzanti e pesticidi, spianamento del terreno (lavorazioni del suolo), riduzione della biodiversità ambientale, interventi artificiali per sottrarre terreno alle dinamiche naturali.
La copertura vegetale, specie se di natura forestale, rappresenta un importante fonte di residuo organico a supporto delle reti trofiche naturali, e al tempo stesso è un filtro che va a proteggere i corsi d'acqua dall' azione degli inquinanti. È essa fonte di grossi detriti legnosi, che arricchiscono l' habitat dei fiumi e ne favoriscono l'evoluzione geomorfologica, oltre ad essere essi un risorsa trofica a lungo termine. In generale, si dice che più un'area è antropizzata, e più essa “fa fatica” ad ospitare comunità ittiche e

macrobentoniche, perchè le attività umane influenzano negativamente gli ambienti fluviali.
Un esempio lampante sono quegli insediamenti produttivi e abitativi che utilizzano i corsi d'acqua come corpo recettore dei reflui industriali e urbani.

3) Cosa guardare: la stima deve essere effettuata su una porzione di territorio che circonda il corpo idrico, e che ha un influenza diretta su di esso.
È fondamentale che l'operatore faccia un riferimento al tipo di bacino imbrifero a cui siamo di fronte: se siamo di fronte ad un corpo idrico che scorre in una valle a V a, con pendii scoscesi, si osserverà una fascia di territorio più estesa, mentre se siamo nei tratti alluvionali non confinati o planiziali l'osservatore osserverà una fascia meno estesa.
Se si tratta di corpi idrici pensili o arginati da muri in terra o cemento, la zona da prendere in considerazione è quella immediatamente esterna agli argini.
Per rispondere alla domanda risultano di grande utilità le foto aeree, che danno una migliore panoramica del territorio circostante.

4) Come rispondere, con vari casi (4).
caso a) Il corso d'acqua scorre in un area la cui presenza umana è talmente ridotta da non essere considerata come impattante: il terreno è prevalentemente caratterizzato da bosco di latifoglie o conifere, macchia mediterranea, arbusteti collocati oltre il limite altitudinale degli alberi, praterie collocate oltre il limite anche degli arbusti di quota, zone umide di origine naturale.
caso b) sono quelle situazioni in cui l'uomo, pur modificando talvolta l'assetto morfologico del territorio, permette una compresenza equa tra le attività umane e l'ambiente che le ospita. Per esempio la pastorizia sarà limitata, gli arativi non saranno preponderanti rispetto al totale del territorio. Fanno parte di questa casistica per esempio il bosco ceduato, i ghiaioni, le praterie/ pascoli che derivano da un disboscamento operato dall' uomo, ecc...
caso c) sono le situazioni in cui sono presenti coltivazioni intensive che hanno modificato il territorio in maniera marcata, riducendo la biodiversità ambientale. Questo tipo di agricoltura è industrializzata e fa un abbondante uso di fertilizzanti e pesticidi: esempi ne sono le coltivazioni di mais, riso, frumento, ortaggi, fiori, piccoli frutti, che ogni anno vengono piantate.
Vengono peraltro incluse anche quelle colture permanenti, cioè quelle che necessitano di pratiche agricole durante un lungo periodo come frutteti, vigneti, ecc...
Ne fanno parte anche i laghetti di pesca sportiva, le itticolture, i laghetti per l'irrigazione, i bacini di raccolta per la protezione civile e laghi di cava, solo se essi sono interessati da un processo di rinaturalizzazione molto evidente, altrimenti rientreranno nella categoria seguente.
caso d) sono tutte le aree urbanizzate o comunque totalmente artificiali. Ad

esempio, possiamo citare: un insieme di abitazioni, infrastrutture, servizi e strutture produttive, quando esse siano di dimensioni significative rispetto ai corsi d'acqua. Ad esempio non si considera come urbanizzata un area anche artificiale che abbia estensione inferiore a quella di 10 edifici di normale grandezza.

Domanda 2: Vegetazione presente nella fascia perifluviale (e in quella perifluviale secondaria)

1) Obiettivi della domanda: bisogna, qui, rilevare le caratteristiche in termini di composizione e struttura delle formazioni presenti nella fascia di pertinenza o perifluviale (ossia fascia individuabile lungo il corso d'acqua immediatamente all' esterno dell'alveo di morbida), al fine di valutare l'attitudine di queste formazioni vegetali presenti anche nello svolgere funzioni come: costituzione di habitat, capacità depurativa del corso d'acqua, filtro per l'inquinamento, stabilizzazione meccanica, stabilizzazione idrica, regolazione termica, ecc..

2) Principi: Su ogni corso d'acqua, pur compatibilmente con i fattori limitanti che sono diversi caso per caso, si instaurano fasce di vegetazione con un andamento parallelo all' alveo, che vanno a costituire biocenosi e popolamenti con una complessità strutturale che può essere di diversi livelli, in funzione delle diverse caratteristiche ecologiche e stazionali.
La massima funzionalità si ritrova in quegli ambienti che vantano più tipologie vegetazionali che si sono insediate con modelli complessi, in funzione anche dei gradienti ecologici.
Il fenomeno dell' artificializzazione dei corsi d'acqua e territorio circostante è deleterio per questi popolamenti, perchè determina forte semplificazione dei modelli, in termini di tipologie vegetazionali presenti e, all'interno di queste, determina più facilmente l' ingresso di specie esotiche e infestanti, come l' ailanto, che alterano la fisionomia delle biocenosi.
Si dice che un popolamento è funzionale se vi è la contemporanea presenza di perlomeno due formazioni arboree legnose, o elofite, che si susseguono in modo continuo.
Invece, se è presente solo una formazione, siamo in presenza di una bassa funzionalità.
La presenza di coperture arboree o arbustive non riparie viene considerate comunque di considerevole funzionalità, in quanto tali cenosi assolvono comunque una serie di funzioni importanti nel corridoio fluviale (ad esempio la continuità degli habitat per uccelli migratori e mammiferi). Viceversa, le formazioni arboree e arbustive prevalentemente esotiche sono assolutamente a bassissima funzionalità, per diversi motivi, anche perchè sono inerti e non si evolvono rispetto all'ambito delle dinamiche vegetazionali.

Per quanto riguarda le formazioni erbacee, sono da considerarsi assai poco funzionali in generale tutte quelle non strettamente idrofile e legate all' azione del corso d'acqua.
3) Cosa guardare: innanzitutto è fondamentale definire se la fascia perifluviale che si sta esaminando è quella primaria o secondaria.
La vegetazione si considera in fascia perifluviale primaria se si è consolidata con modelli naturali e siamo in assoluta condizione di permeabilità ai flussi superficiali sotterranei e sub- superficiali nel territorio circostante.
Al contrario, si intende una fascia perifluviale secondaria se siamo all' interno di un alveo artificializzato, con un'evidente interruzione della permeabilità e del continuum perifluviale trasversale.
È da considerarsi primaria quella fascia che sta nella zona di pertinenza anche in quei casi in cui siano realmente presenti le opere di consolidamento o difese spondali, se però esse garantiscono la permeabilità e la continuità con il territorio circostante o sono molto lontane dall' alveo. Ad esempio nel caso che si tratti di gabbionate con talee, massi, opere di ingegneria naturalistica, questa condizione è soddisfatta, mentre non lo è nel caso di massi cementati, muri in calcestruzzo, o scivoli in cemento armato.
In certi casi, una sponda può venire descritta con fascia primaria, mentre l'altra in modalità differente, con fascia secondaria.
Dopo avere individuato il tipo, vengono descritte le tipologie di copertura che vi sono presenti. Il rilevamento deve, a questo scopo, deve essere effettuato nel periodo vegetativo.
Le formazioni ad elofite devono essere considerate non solo nelle immediate vicinanze dell' alveo di morbida, da dove spesso partono, ma in tutta la loro totalità. Solitamente non si considerano le specie erbacee pioniere di greto.
Lungo i corsi d'acqua, solitamente si vanno ad insediare fasce che si susseguono parallelamente al corso d'acqua. Lo scopo del rilievo è prima di tutto quello dell' individuazione di tutte le formazioni presenti nella fascia perifluviale.
Cosa si intende esattamente per formazione ? Essa è "*una comunità di organismi vegetali che sono appartenenti a specie diverse e che sono associati con modalità propria, andando a costituire un' unità omogenea, che si riconosce come tale, e che lo è a livello strutturale e fisiognomico* "(Siligardi et Al, 2007: p.156).
Le principali formazioni che sono presenti (spontanee) sono le seguenti, raggruppate per classi di funzionalità, sono :
GRUPPO 1: (con una funzionalità buona)

- formazione arborea inondata riparia (con uno strato erbaceo costituito da specie igrofile)
- formazione arborea riparia
- formazione arbustiva riparia(a Salix spp o altre specie arbustive riparie)
- formazione erbacea igrofile con elofite o anifite

- formazione erbacea igrofila su suoli idromorfi in ambiente montano
- formazione a idrofite in acque lentiche (o lentamente fluenti)

GRUPPO 2: (con funzionalità sufficiente)
- formazione arborea autoctona non riparia
- formazione arborea di specie esotiche
- formazione arbustiva autoctona non riparia

GRUPPO 3: (con funzionalità molto ridotta)
- bordura di arbusti ripari
- formazione arbustiva riparia a forte presenza di specie esotiche e/ o infestanti
- bordura erbacea ad elofite o anfifite
- bordura ed erbacee igrofile in ambito montano
- bordura igrofila e riparia a struttura mista (arborea, arbustiva, a erbacee igrofile)

GRUPPO 4: (a funzionalità nulla)
- formazione arbustiva monofitica di specie esotiche e infestanti
- bordura di arbusti autoctoni non ripari
- bordura di arbusti esotici
- formazione o bordura erbacea non igrofila
- bordura di vario genere, anche arborata, non igrofila (es. di pino o frassino)
- filare arboreo isolato (con continuità lineare maggiore del 75 %)

A scopo informativo: si definisce "bordura" una formazione a sviluppo lineare ad ampiezza limitata, cosa che ne riduce la funzionalità. Possiedono una struttura e una fisionomia. Si considerano funzionali le bordure che sono costituite con forte prevalenza (>2/3) da specie riparie e igrofile.
Va fatto presente che vi sono delle soglie limite che caratterizzano ogni formazione; per esempio, una formazione, per essere definita arborea, deve avere un grado di copertura della chiome almeno di 2/3 del suolo, nel tratto considerato, e un'ampiezza di almeno 10m. In una formazione riparia il numero di specie riparie deve presentare una copertura delle chiome di 2/3 rispetto alla copertura totale delle specie presenti. Per ulteriori approfondimenti si rimanda a (Siligardi et Al, 2007: pp.158-160).

Concludendo, sono considerate *funzionali* quindi tutte le formazioni di specie arboree, le formazioni arbustive di specie autoctone e riparie, le formazioni erbacee igrofile, ma anche quelle bordure di specie riparie igrofile descritte in precedenza; hanno cioè una certa funzionalità tutte le formazioni

appartenenti ai gruppi 1, 2, 3.

Semplificando, possiamo riassumere il processo di riconoscimento della formazione, con i seguenti passaggi:

- individuare, nel tratto, la presenza di una o più formazioni intese come entità riconoscibili rispetto al resto, e con una propria omogeneità.
  Ad esempio si individuano le formazioni F1, F2, F3;
- Poi c'è il processo di riconoscimento della formazione, con verifica delle soglie fisionomiche di copertura, per specie riparie, igrofile, autoctone, esotiche e infestanti;
- riconoscimento della struttura prevalente, con verifica anche delle soglie strutturali di ampiezza: a questo punto si è riusciti, nella quasi totalità dei casi, ad individuare la formazione;
- poi nel tratto: individuazione di tutte le formazioni presenti, verifica delle compresenze,;
- infine: scelta della risposta.

4) Come rispondere (con 4 casi):
Per rispondere correttamente occorrerà prima avere individuato tutte le formazioni presenti nel tratto. Si provvederà ad individuare la compresenza di più tipologie a buona funzionalità.
Nel caso non sia mai stata rilevata la compresenza di formazioni con una buona funzionalità, si attribuisce il livello relativo alle formazioni con funzionalità maggiore.
Il minore punteggio che va attribuito alle stesse formazioni che sono poste però all'interno di un alveo artificiale, è giustificato dalla rottura del continuum morfologico/funzionale, che si ha con l'ambiente circostante, dalla limitazione agli spazi nei quali le formazioni di possono insediare, e dalla riduzione della diversità ambientale.
I quattro casi sono: (per maggiori approfondimenti vedi Siligardi et Al, 2007: pp.165-166)

caso a) tratto in cui la vegetazione presente nella fascia perifluviale è caratterizzata dalla massima funzionalità garantita dalla compresenza articolata di formazioni riparie. Si va a rispondere così qualora siano presenti almeno una formazione arborea riparia inondabile (anche da sola), oppure almeno due formazioni di cui una arborea riparia, o da 3 formazioni riparie non arboree.

caso b) tratti in cui la vegetazione nella fascia perifluviale consta di una buona funzionalità, pur in presenza di una semplificazione. Si risponde con questi casi qualora siano presenti almeno una formazioni riparie legnosa o ad elofite.

caso c) tratti in cui la vegetazione presente nella fascia perifluviale, pur essendo caratterizzata da presenza di formazioni naturali, presenta una funzionalità limitata per l'assenza di formazioni riparie. Si va a rispondere così qualora siano presenti:

- formazione arborea autoctona non riparia
- formazione arborea di specie esotiche
- formazione arbustiva autoctona non riparia
- bordura di arbusti ripari
- formazione arbustiva riparia a forte presenza di specie esotiche e /o infestanti
- bordura erbacea ad elofite ed anfifite
- bordura ad erbacee igrofile in ambiente montano
- bordura igrofila e riparia a struttura mista

caso d)
Vi sono tratti in cui sono presenti solo formazioni a funzionalità nulla o altre tipologie di uso del suolo; qui si riscontra l'assenza di ogni tipo di formazione funzionale. Sono questi i prevalenti casi:

- formazione arbustiva di specie esotiche e infestanti
- bordura di arbusti autoctoni non ripari
- bordura di arbusti esotici
- formazioni e bordure erbacee non igrofile
- altra bordura comunque non igrofila / riparia
- filare arboreo isolato
- coltivi
- suolo nudo o colonizzato da radi popolamenti
- zone in parte adibite a coltivazioni di vario genere (esempio piccoli frutti)

Domanda 3: Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale

1) Obiettivi della domanda: valutare l'ampiezza, nel senso ortogonale del corso d'acqua, del complesso di formazioni funzionali presenti nella fascia perifluviale, primaria o secondaria.

2) Principi: l'efficienza della vegetazione presente nella fascia è legata non solo alla complessità, ma anche alla diversità che garantisce la strutturazione in formazioni complementari, ma anche all'ampiezza ed estensione della formazioni stesse. Si ritiene che la fascia minima sia almeno 30 metri, minima per cui le formazioni presenti nella fascia possano svolgere correttamente le

proprie funzioni. Si considera appena sufficiente, per il mantenimento di livelli di funzionalità accettabili, un' ampiezza di almeno 10 metri.

3) Cosa guardare: sarà opportuno valutare, nel tratto considerato, l'ampiezza cumulativa di tutte le formazioni funzionali, ovvero arboree, ed elofite, ad idrofite e ad arbusti di ripa autoctoni, oltre che dei filari arborei. L'ampiezza va valutata come media dell'estensione del tratto considerato, la misura viene effettuata dal limite esterno dell' alveo di morbida.
La presenza di una strada, anche se sterrata, che abbia dimensione tali da andare ad interrompere la copertura arborea o alto-arbustiva, è da considerare come limite esterno della fascia.
Nel caso si tratti di vegetazione perifluviale secondaria, l' ampiezza massima possibile per lo sviluppo delle formazioni funzionali è data dalle opere longitudinali: argini o difese spondali.

4) Come rispondere:
caso a) fasce vegetazionali costituite da formazioni funzionali (arborea, arbustiva, riparia, ecc..) che, nel complessiva, supera i 30 metri di estensione.
Ciò significa che si guarda sempre l'ampiezza totale.
caso b) fascia di vegetazione che è costituita da formazioni funzionali (arborea, arbustiva, autoctona, ad elofite, ecc..) che nel complesso, ha un' ampiezza compresa tra i 30 e i 10 metri.
caso c) fasce di vegetazione che sono costituite da formazioni funzionali che nel complesso, ha un' ampiezza compresa tra i 10 e i 2 metri. In questa risposta, sono inclusi anche i filari arborei isolati con una copertura complessiva maggiore del 75%.
caso d) presenza di sole tipologie arbustive ed esotiche e infestanti o formazioni erbacee non igrofile; coltivi ed insediamenti, oppure suolo nudo.
È opportuno fare un'osservazione a questo punto: se si compila la scheda descrittiva di un tratto che comprende isole fluviali arborate, si può attribuire una risposta diversa rispetto a quanto sia rilevabile sulle fasce perifluviali.
Nel caso in cui l'isola fluviale sia molto vasta, è preferibile rilevare i due rami come due corsi d'acqua distinti.

Domanda 4: Continuità delle formazioni funzionali che sono presenti in fascia perifluviale

1) Obiettivi della domanda: è quello di valutare la continuità della vegetazione e, più specificatamente, del complesso delle formazioni funzionali presenti nella fascia perifluviale (primaria o secondaria), individuando delle eventuali interruzioni.
2) Principi: l'efficienza della vegetazione presente nella fascia perifluviale è

legata anche alla continuità della copertura delle formazioni funzionali presenti. Il mantenimento del continuum è di fondamentale importanza, e le interruzioni, siano esse di natura artificiale o naturale, possono compromettere molte delle funzioni ecologiche che naturalmente svolge.
La continuità è garantita dalla presenza di formazioni arborate e arbustive, di tipo ripario ed erbacee o elofite (come per esempio il canneto a *Phalaris arundinacea* o *Praghmites australis*)
3) Cosa guardare: si deve rilevare la presenza, la frequenza, e l'ampiezza delle interruzioni di continuità delle formazioni funzionali della fascia perifluviale stessa, ricordando il limite per la funzionalità (30 metri di solito).
Interruzioni che sono costituite da:

- suolo nudo
- formazioni erbacee non igrofile
- formazioni arbustive a dominanza di esotiche e infestanti
- in generale, un area di qualunque forma che, all' interno di un formazione riparia funzionale, manca della vegetazione caratteristica di quel popolamento

Per valutare la continuità delle formazioni arborate, bisognerà osservare principalmente in base al grado di copertura delle chiome, mentre per le formazioni ad idrofite la continuità è costituita dalle parti flottanti/emergenti, ma anche da quelle sommerse.
Questo parametro della continuità va valutato effettuando osservazioni su entrambe le sponde, non solo quella opposta; inoltre è bene avvalersi anche di foto aeree, con un' osservazione preventiva delle ortofotocarte del corso d'acqua in questione.
4)Come rispondere: (con 4 casi)
caso a) situazioni in cui le formazioni riparie funzionali non hanno discontinuità di rilievo:

- discontinuità < 10%, nel caso di formazioni di fascia con un'ampiezza maggiore di 10 m
- discontinuità minore del 5%, nel caso di formazioni di fascia con un'ampiezza minore di 10 m

caso b) sono le situazioni in cui le formazioni di fascia perifluviale presentino, nel loro complesso,delle discontinuità significative ma ancora tali da garantire il mantenimento dell' efficienza funzionale delle formazioni:

- discontinuità comprese tra il 10 e il 25 %, nel caso di fasce di formazioni funzionali con ampiezza > di 10 m;
- discontinuità comprese tra 5 e 15%, nel caso di fasce di formazioni con un'ampiezza < di 10m.

caso c) situazioni in cui le formazioni funzionali, presenti in fascia

perifluviale, presentano nel loro complesso delle discontinuità frequenti, che vanno poi a compromettere in modo significativo l'efficienza funzionale delle diverse formazioni:

- discontinuità > del 25% nel caso di fasce di formazioni funzionali di ampiezza > di 10m;
- discontinuità minore > del 15 %, nel caso di fasce di formazioni funzionali di ampiezza < di 10m.

Viene utilizzata questa risposta anche per tipologie di vegetazione con una scarsa funzionalità: cioè filari arborei isolati (con una copertura maggiore del 75%; copertura continua e consolidata, ed una vegetazione ad arbusti non autoctoni o infestanti.
caso d) popolamenti radi, o suolo nudo, coltivi, insediamenti umani e attività antropiche.

Domanda 5: Condizioni idriche

1) Obiettivi della domanda: questa domanda ha l'obiettivo di valutare le ripercussioni sulla funzionalità dell' andamento delle portate.
Esso è determinato dalla frequenza del regime idrologico del tratto in esame, e a sua volta la frequenza e l'intensità delle variazioni di portata, che si verificano sul corso d'acqua, vanno ad incidere sull'efficienza di colonizzazione delle comunità vegetali e animali.
La condizione migliore è che si verifichino bassi sbalzi nelle portate e che esse siano naturalmente modulate, cioè non siano indotte da alterazioni nella morfologia o delle stesso regime idrologico.
2) Principi: il regime idrologico di un corso d'acqua è determinato da una serie di fattori, prima di tutto: natura climatica, geologica, morfologica dei versanti e sponde; vanno ad agire sull'entità e sull'andamento nel tempo delle portate, determinando diversi regimi.
Vi è il caso di emissari di laghi e risorgive, che mantengono più o meno costante il loro regime nell'arco dell' anno. I regimi idrologici che sono determinati prevalentemente da un apporto nivo- glaciale, presentano picchi di portata in estate.
In quei torrenti che si alimentano prevalentemente con gli apporti meteorici, e poco da sorgenti lacuali, carsiche o nivali, si possono avere delle interruzione di portate molto intense con periodi di siccità invernali e estiva.
Corsi d'acqua con un' alimentazione pluviale mista, presentano delle alterazioni di portata significative, dipendenti da apporti meteorici, con un'alternanza di magre e piene a livello stagionale.
Si possono anche avere degli alvei che normalmente sono asciutti, ma che sono interessati da piene estive.
La tipologia delle struttura granulometrica sotto l'alveo, l'estensione e la modalità di utilizzo della falda, possono andare ad influenzare moltissimo i

fiumi, e spesso incidono su come sono distribuiti i deflussi, nel tempo e in che quantità.
Un altro fattore che ha un'incidenza molto elevata, è la tipologia di copertura del suolo nel bacino: essa ha influenza sulla permeabilità, sul tempo di corrivazione, e sul meccanismo del trasporto solido.
Le variazioni di portata stagionali, che sono dovute in prevalenza al regime degli apporti meteorici, possono comunque avere degli effetti positivi sul corso d'acqua, perchè ne favoriscono la diversificazione morfologica con il trasporto di materia organica e solida.
Anche altri fattori possono incidere pesantemente sul regime; soprattutto le impermeabilizzazioni del territorio di bacino sono significative, o ancora le alterazioni delle fasce fluviali e della vegetazione e boschi in generale (che fa variare "Ia", quella parte cioè della pioggia o neve che naturalmente sarebbe intercettata dalla vegetazione)e, forse la più importante, le captazioni di acqua.
Infatti, alle variazioni di portate che sono naturali, si aggiungono quelle indotte dall' uomo che, per la loro comparsa, spesso anche con una forte intensità, possono far diminuire molto la funzionalità in generale.
Quei fiumi o torrenti che hanno un regime idrologico naturale, hanno una forte biodiversità solitamente, e ospitano comunità vegetali e animali molto diversificate; se, al contrario, siamo in presenza di variazioni di portata molto forti e frequenti, si esercita una pressione selettiva, che è tollerabile da un minor numero di specie. Si riduce cioè il numero complessivo delle specie di vi vivono, e aumenta il numero delle specie più tolleranti al disturbo idraulico.
Un' altro danno che si genera nei fiumi a causa di uno sbalzo molto intenso delle portate, riguarda la riproduzione delle specie: alcune di esse infatti, come la trota marmorata o lo scazzone, tendono a depositare le proprie uova lungo le rive, ma capita poi che se arriva una magra con una diminuzione significativa della portata, le uova restano esposte agli agenti e muoiono.
Gli effetti che si hanno in conseguenza di un' alterazione delle portate, sono:

- diminuzione della superficie ad alveo bagnato, e del tirante idraulico, con sottrazione dello spazio vitale disponibile per il pesce e le altre comunità acquatiche
- possibile semplificazione dell' habitat, e in conseguenza si ha una perdita di diversità idraulico-morfologica (la velocità della corrente resta più omogenea)
- una minore diversità di acqua, con una conseguente riduzione del potere di autodepurazione, e di diluizione degli inquinanti
- alterazione del trasporto solido, e delle dinamiche di erosione, deposizione, e di modifica strutturale dell' alveo
- cambiamenti nelle caratteristiche chimico/fisiche dell'acqua: delle alterazione di portata inducono un abbassamento del tirante idrico e della velocità: questo porta ad un rialzo della temperatura e un

abbassamento della quantità di ossigeno disciolto.
Sono negative anche quelle condizioni di portata che riguardano le zone soggetta a DM W, cioè costanti ma artificiali; nonostante si possano insediare stabilmente delle comunità acquatiche, sul lungo periodo, mancando le dinamiche biologiche e con l'alterazione di quelle idromorfologiche, non si mantiene un altro grado di funzionalità.

3) Cosa guardare: "è fondamentale, prima dei rilievi in campo, raccogliere altre informazioni circa gli utilizzi dell'acqua nel bacino, come la presenza, la localizzazione, l'entità delle derivazioni, l'andamento delle portate (in termini di frequenza e fluttuazioni)".

È infatti noto come le osservazioni circa l'alveo di morbida, può dare importanti informazioni riguardo a frequenza e entità delle variazioni di portata. Nella fascia che emerge infatti, il principale che condiziona lo sviluppo delle specie erbacee pioniere di greto è la frequenza e la durata delle sommersioni; se ci sono dei casi di variazioni di portata molto frequenti (come nei corsi d'acqua che sono soggetti ad utilizzazioni di natura idroelettrica), non vi saranno presenti delle colonizzazioni vegetali di rilievo.

Invece,in quei corsi d'acqua caratterizzati dalla portate costanti, l'alveo di magra coinciderà con l'alveo di morbida.

La forma dell'alveo, che risulterà essere più o meno inciso, determinerà l'ampiezza della fascia inondata durante la fase di piena.

4) Come rispondere (con 4 casi):

caso a) vi sono dei tratti che risultano caratterizzati da portate molto stabili a livello giornaliero, e con delle fluttuazioni stagionali che risultano non estreme (che non determinano mai delle situazioni di completa asciutta). Essi sono ambienti con una buona capacità autodepurante, e una buona dinamicità dell'alveo; sono in grado di sostenere una biodiversità animale ricca e diversificata. I tratti fluviali che sono alimentati da risorgive o fontanili, sono da attribuire a questo caso. Spesso, l'alveo bagnato è > di 1/3 dell'alveo di morbida.

Caso b) tratti cono andamenti delle portate che parzialmente ne limitano la funzionalità. Sono da riferire a questa risposta, tipologie idrologiche diverse:

- tratti con variazioni di portata stagionali, che sono anche amplificata da prelievi di natura antropica (per irrigazione, idroelettrico, idro potabile) e prelievi "indiretti", che derivano dallo sfruttamento delle falde acquifere. Le fluttuazioni stagionali, che non sono mai rilevanti, non sono comunque mai estreme (non determinano cioè mai completa condizioni di asciutta), anche se il corso d'acqua è soggetto a prelievi continuati: ci sono comunque stress idrologici che compromettono la funzionalità del corso d'acqua
- nei corsi con sponde non sub verticali, le riduzioni di portata possono essere dedotte dall'ampiezza dell'alveo (< ad 1/3 dell'alveo di morbida)
- tratti con una limitazione delle fluttuazioni delle portate, per

l'apposito rilascio di una specifico DMW modulato, secondo la legge sulla concessioni per le derivazioni idroelettriche.

caso c) tratti caratterizzati dal una fluttuazione non naturale delle portate, o comunque tale da alterare significativamente la funzionalità del corso d'acqua. Si riferiscono a questo caso, varie tipologie idrologiche:

- tratti soggetti a prelievi che inducono forti variazioni stagionali delle portata, determinando la presenza di ampie porzioni dell'alveo alternativamente coperte e poi abbandonate dall' acqua.
- tratti che subiscono variazioni stagionali estreme
- tratti a portata costante indotta artificialmente, che sono soggetti a rilascio di DMW
- tratti che per l'artificialità delle morfologia, della sezione, conduce, in funzione di variazioni naturali nella portata, a variazioni del battente e del tirante idrico h, e non dell"ampiezza dell'alveo bagnato; questo è il caso,per esempio, dei canali irrigui e di collegamento

caso d) tratti di corsi d'acqua con un regime idrologico totalmente alterato:è un caso limite di torrenti che, vuoi per azione antropica o per regime idrologico del bacino imbrifero di riferimento, subiscono delle alterazioni di portata molto frequenti (es. nei tratti a valle di impianti idroelettrici, che sono utilizzati per le produzioni di punta).

Domanda 6: Efficienza di esondazione

1) Obiettivi delle domanda: valutazione delle possibilità di un'esondazione, e la sua efficienza(in termini spaziali e temporali), in funzione dell'estensione della porzione inondabile, della frequenza cui essa avviene, della permanenza delle condizioni di ristagno idrico.
2) Principi: le variazioni nella portata creano un dinamismo all' interno del corso d'acqua: infatti con l'avvicendarsi dei periodi di magra, piena e morbida, si determinano una diversità strutturale e specifica degli ambienti.
Poichè durante le piene, siano esse ordinarie o eccezionali, il corso d'acqua occupa una porzione anche molto più grande di quello di morbida, andando ad inondare anche aree che naturalmente non sono interessate dallo scorrimento e/o dal ristagno delle acque.
La presenza di vaste aree che sono storicamente esondabili, è un punto chiave per ottenere il raggiungimento di un'ottimale funzionalità dell'ecosistema fiume.
Inoltre, la presenza di una piana inondabile fa si che, al momento dell'arrivo di una piena di dimensione ordinaria, l'andamento di crescita della velocità, che accompagna l'aumento della portata, sia segnato da una forte discontinuità.
Infatti, dopo una prima fase di crescita iniziale, si raggiunge il livello di

portata di bankfull, ed è allora che viene invasa dalla acque la piana inondabile.
In conseguenza della grande sezione che si viene a formare, l'incremento della portata si traduce in lievi incrementi del tirante idraulico in alveo.
La velocità delle corrente sarà perciò sufficiente al rinnovamento degli habitat in alveo, ma incapace di esercitare effetti distruttivi.
L'espansione periodica delle acque di piena nella piana, produce una serie di effetti morfologici e idrodinamici;

- contenimento degli aumenti di velocità nei canali fluviali, con una riduzione anche nell'incisione degli alvei
- diminuzione dello stress a cui sono sottoposti i pesci; mantenimento degli equilibri e degli habitat (come barre, buche, raschi), che in caso contrario, verrebbero spazzati via dalla violenza della corrente; al contrario, si vanno a generare un mosaico di habitat perifluviali.
- infiltrazione e mantenimento delle falde acquifere, che poi saranno quelle che contribuiranno al deflusso profondo
- con le condizioni che si vanno a creare, si possono avere sviluppi di ampie fasce vegetate riparie, arboree ma anche arbustive.
- Permette il reintegro in alveo di materiale organico dilavato, dalla piena(grazie al ritiro della acque dalla piena stessa, che sono ricche di apporto organico)

La permanenza quindi della piana, potenzia moltissimi aspetti della funzionalità, anche se la sua efficienza di riduce se la piana è stretta.
Il restringimento della piana inondabile causato dagli argini, comporta quindi una notevole diminuzione delle funzioni che essa svolge. Si crea una sorta di effetto “canalizzazione”, con delle sponde più ripide, e una serie di alterazioni morfologico- funzionali.

3) Cosa guardare: un indicatore molto semplice, ma efficace, per stabilire le funzioni che derivano dalle interazioni tra alveo e piana, è il confronto tra la larghezza dell' alveo di piena ordinaria (che comprende anche le due piane inondabili, sinistra e destra) rispetto all' alveo di morbida (quello “attivo”), compreso il suo grado di confinamento artificiale.
Per quanto riguarda la funzionalità ecologica, quello che conta è l'estensione della piana inondabile e la sua netta frequenza di inondazione.
Gli eventi di piena eccezionali, che si ripetono con tempi di ritorno pari a 50 anni o più, non contribuiscono granchè alla funzionalità ecologica.
La piana infatti, viene ad essere soggetta ad inondazioni, con una frequenza media di 1-3 anni con piene che abbiano un impeto tale da non causare gravi sconvolgimenti, ma che abbiano forza e impeto tali da creare un certo rimescolamento morfologico.
È necessario poi distinguere con correttezza (il che richiede buone

competenze in quanto a geomorfologia),una piana inondabile dall' alveo di morbida e da eventuali superfici terrazzate.
Piana inondabile: costituita da una superficie approssimativamente piana, a fondo ciottoloso e ghiaioso, e da uno strato di suolo a copertura arbustiva o arborea, che viene separata dall'alveo di morbida, da una piccola scarpata.
Le barre sono diverse perchè queste non hanno ciottoli visibili in superficie; e si distingue anche dai terrazzi perchè questi sono posti ad una quota sensibilmente più elevata, che non viene raggiunta dalla piene ordinarie.
Per andare a individuare il confine esterno della piana, occorre osservare la presenza di una rottura di pendenza, ad esempio al contatto con i versanti.
Sarà necessario osservare i segni in campo del passaggio delle piene ordinarie, che devono però essere distinti da quelli degli eventi eccezionali.
Un esempio sono i depositi di materiale di diversa granulometria, che da monte verso valle vengono trasportati, dal corso d'acqua, e che si distribuisce in massi, ciottoli, ghiaia, ciottoli, limo, argilla.
Oppure, un altro segno che può essere preso in considerazione, e che aiuta a determinare l'altezza massima raggiunta, è la presenza di depositi di foglie, rametti, erba, rifiuti, ecc. su tronchi e sui rami più bassi degli alberi.
Sono infine da prendere in considerazione quelle zone umide, piccoli stagni, pozze temporanee, e terreno saturo, che vengono alimentate da un corso d'acqua durante una piena.
4) Come rispondere: questa domanda vale per il tratto in questione, e quindi non si risponde in maniera differenziata, per sponda destra e sinistra.
Se il corso d'acqua è arginato da un solo lato, tutto il tratto va considerato come tale e si sommano le porzioni inondabili ai due lati.

a) tratto non arginato, con un'ampia zona di piana inondabile (larghezza alveo piena ordinaria > di tre volte l'alveo di morbida); il corridoio fluviale ha ampie piane inondabili; le acque restano nel suolo per tempi anche lunghi, e ciò rende possibile la costituzione di complesse aree riparie, con ambienti boscati periodicamente inondati.
b) tratto non arginato, con larghezza dell'alveo di piena ordinaria compreso tra 2 e 3 volte quello di morbida, oppure alveo di piena ordinaria (caso 2) arginato, superiore al triplo dell' alveo di morbida.
c)alvei non arginati, con una piana inondabile molto stretta (e larghezza dell'alveo di piena: 1-2 volte quella dell'alveo di morbida), sia essa così naturalmente o per opere di incisione di una piana inondabile più ampia, che vi si trovava in precedenza.
Sono da fare rientrare in questa categoria quei corsi d'acqua che presentano forti casse di espansione, con possibilità di espandersi in aree artificiali, con le porzioni che vengono inondate da piene, comprese in casse di espansione in linea.
Sono invece, escluse quelle aree comprese entro casse di espansione in

derivazione.
d) tratti di fiume con larghezza dell'alveo di piena ordinaria, circa uguale all'alveo di morbida, cioè alvei totalmente privi di piana.
I tratti con versanti molto acclivi, che sono caratterizzati da un deflusso molto veloce verso l'alveo stesso, anche nel caso di eventi di piena molto significativi, sono di questa categoria: rientrano pertanto in questa categoria, i torrenti montani dei torrenti con valli a V, o anche i tratti molto arginati, con ampiezza dell'alveo di piena ordinaria, minore di due volte l'alveo di morbida.

La presenza di un' area di deposito che è generata dalla presenza di una briglia, se ne ha le caratteristiche, viene paragonata a piana inondabile, ma declassata (vedi IFF, 184).

Domanda 7: Substrato dell'alveo e strutture di ritenzione degli apporti trofici

1) Obiettivi della domanda: valutare la potenzialità dell'alveo, sulla base della varietà dei microhabitat, ad ospitare una comunità animale ricca e diversificata, in grado di concorrere alla capacità autodepurante; inoltre, si vorrà analizzare la capacità di ritenzione dalla sostanza organica grossolana (fonte di energia per l'ecosistema), che viene operata da strutture morfologiche del fiume (massi, ciottoli, tronchi, radici, cali di velocità nelle curve, canneti, ecc..)

2) Principi: In un corso d'acqua, la struttura dell'alveo (insieme di substrati utilizzabili dal biota), è di fondamentale importanza, in quanto la maggioranza della funzioni biologiche, si svolgono sulla superficie sommersa.
La composizione degli alvei, cambia da monte a valle, e la granulometria media è dominata da, in ordine nella varie porzioni: massi, ciottoli, ghiaia, sabbia, limo.
La produzione primaria è fornita dal “fitobenthos”, la cui crescita è favorita dalla presenza di nutrienti associati a substrati più stabili.
Un alveo monotono e mobile, produrrà molti microhabitat,e zone di rifugio, e di conseguenza una comunità povera, sia quantitativamente che qualitativamente.
Stesso discorso vale anche per alvei stabili ma omogenei, come quelli cementificati e con presenza di lastre rocciose.
La ritenzione della materia organica, che è essenziale, è legata alle condizioni morfologiche e idrauliche. Infatti, un fondo scabro con strutture grossolane e stabili, esercita la ritenzione in modo efficace; un fondo invece uniforme, al contrario, con scarsi elementi atti al sequestro delle foglie, favorirà l'esportazione della materia organica, e un processo di spiralizzazione più

lungo.
In alcuni tratti, la ritenzione è assicurata da strutture che determinano la formazione di cascatelle, raschi (riffles), buche (pools), massi e quant'altro.
Per tratti a decorso lento (alluvionali per esempio) la ritenzione è operata da: canneti e idrofite in alveo.

3) Cosa guardare: la varietà deve essere valutata con attenzione, osservando il corso d'acqua in molti punti (come raschi, pozze, ciottoli, rive, ecc..), la stabilità può essere verificata anche osservando la composizione percentuale delle componenti granulometriche(roccia, massi, ciottoli, ghiaia, sabbia, limo)
Si deve osservare se ci sono strutture in grado di trattenere la materia organica grossolana (come foglie, rametti, e frammenti vegetali).
Questa domanda valuta la capacità di ritenzione potenziale, non effettiva.
Infatti, in un tratto possono non esservi frammenti vegetali, pur se esso ha capacità ritentiva, per uno dei seguenti motivi: intensa precipitazione (effetto momentaneo), disturbo idraulico dovuto a centrale idroelettrica (effetto molto frequente), assenza di fasce riparie funzionali e boschi sui versanti limitrofi (effetto permanente).
Si deve effettuare una distinzione a questo punto, tra corsi d'acqua a flusso laminare e corsi a deflusso turbolento (una distinzione che si può operare in base al numero di Rheinolds).

4) Come rispondere, nel caso di:

- corsi d'acqua a flusso turbolento

caso a) condizioni ideali per la ritenzione, tipiche dei tratti alti dei torrenti, dove la compresenza dei substrati diversificati (tra i quali anche massi, tronchi, radici) svolge un azione di trattenimento delle foglie, sia per incastro diretto sotto massi e ciottoli, sia nella zone di sedimentazione dovuta a perdita di energia dell'acqua, come presso le rive per esempio.
Caso b) alvei con ciottoli e alcuni massi incassati, dove il fondo è stabile, ma ha una minore efficacia ritentiva. Solitamente questi ambienti posseggono una pendenza minore, una granulometria di minore dimensione e meno eterogenea.
Caso c) struttura libere e mobili con le piene, tendenzialmente a limitata diversificazione; ne è un esempio un substrato di ciottoli che può essere smosso con facilità.
Caso d) alvei in cui la ritenzione è fortemente ridotta, e il materiale grossolano non riesce a essere trattenuto. È questo il caso di corsi d'acqua veloci e a fondo uniforme (roccioso o corazzato), oppure dei tratti con i cunettamenti, rivestimenti del fondo, plateazioni o alvei cementati.

Rientrano in questa risposta anche quei casi in cui i ciottoli sono cementati sul fondo da sedimenti fini.

- Corsi d'acqua a flusso laminare:

caso a) presenza di una lunga e continua fascia di erbacee palustri, lungo i bordi del corso d'acqua, e /o fitte presenza in alveo di idrofite che costituiscono i bordi e habitat diversificati, trattengono la sostanza organica, in superficie e sul fondo.
Caso b) situazioni di erbacee palustri, nelle zone di basse velocità dell' acqua e di ristagno idraulico, per esempio nel caso di allargamenti della sezione e riduzioni nella pendenza. Oppure con presenza di idrofite, che solo potenzialmente riescono a trattenere la sostanza organica.
Caso c) corsi d'acqua con discreta velocità, con delle rive ripide che presentano un fondo ad alghe con rade idrofite flottanti nell'acqua, che certo hanno scarsa efficacia in ritenzione.
Caso d) fondo con assenza di macrofite (gruppo costituito da numerose fanerogame erbacee, da un piccolo contingente di pteridofite, da numerose briofite e alghe macroscopicamente visibili); esso si può presentare limoso uniforme oppure può essere cementificato o artificializzato.

6. RISULTATI

Descriverò qui, brevemente, i sopralluoghi effettuati nella varie località della valle di Fiemme.

1) Rio Stava.

Intervento eseguito (dai bacini montani) :

Nei mesi di aprile e maggio, nel tratto che va da Tesero alla località Cerin (tratto che include anche la località Palanca, e poi la località Stava) lungo le rive del rio Stava sono stati eseguiti degli interventi di taglio delle vegetazione arborea e arbustiva,, per alcune motivazioni: gli obiettivi principali erano : eliminare il sedimento eccessivo che si era accumulato nel letto del fiume in conseguenza delle piene e dei fenomeni di trasporto e deposito e inoltre, anche rimuovere ed eliminare la vegetazione dentro l'alveo che stava diventando troppo preponderante.

Situazione attuale : sono state lasciate solo delle piante di sorbo e pioppo sulla sponda, o comunque qualche pianta sporadica.
Il sedimento si è dovuto andare a rimuovere con un ragno meccanico, dotato anche della possibilità di scavalcare le briglie, per movimentare il materiale; il materiale è stato poi addossato alle sponde, rendendo in questo modo le sponde molto fertili. Infatti, già ora sono visibili i segni della ricrescita della vegetazione arbustiva, e si stima che sarà necessario intervenire ancora tra cinque sei anni per arginare la repentina ricrescita. L' esposizione del torrente è verso sud, e consente quindi ancora maggiormente la ricrescita per la maggior presenza di luce.
Un 'altra cosa che è stato interessante notare nei tratti immediatamente a monte quelli dove sono stati eseguiti i lavori, è stata la diversa distribuzione del materiale d' alveo e di sedimento (che si presenta di diversa granulometria); è stato interessante notare come, in base al tracciato d'alveo e ai suoi tratti incurvati, si collocavano i tratti più depressi o le zone maggiormente emerse, come le isole fluviali o le barre.
Nei tratti che presentavano una debole curvatura verso destra, si poteva osservare che il materiale si accumulava solamente nella parte destra fluviale formando barre o isole, mentre nella parte sinistra prevalevano i processi erosivi, anche di tipo sotto-spondale. In conseguenza dell'accumulo dei sedimenti in una certa porzione d' alveo, c'è il rischio di sovralluvionamento, a causa della riduzione della sezione utile per il deflusso e le esondazioni, con anche possibilità di formazioni di colate detritiche.

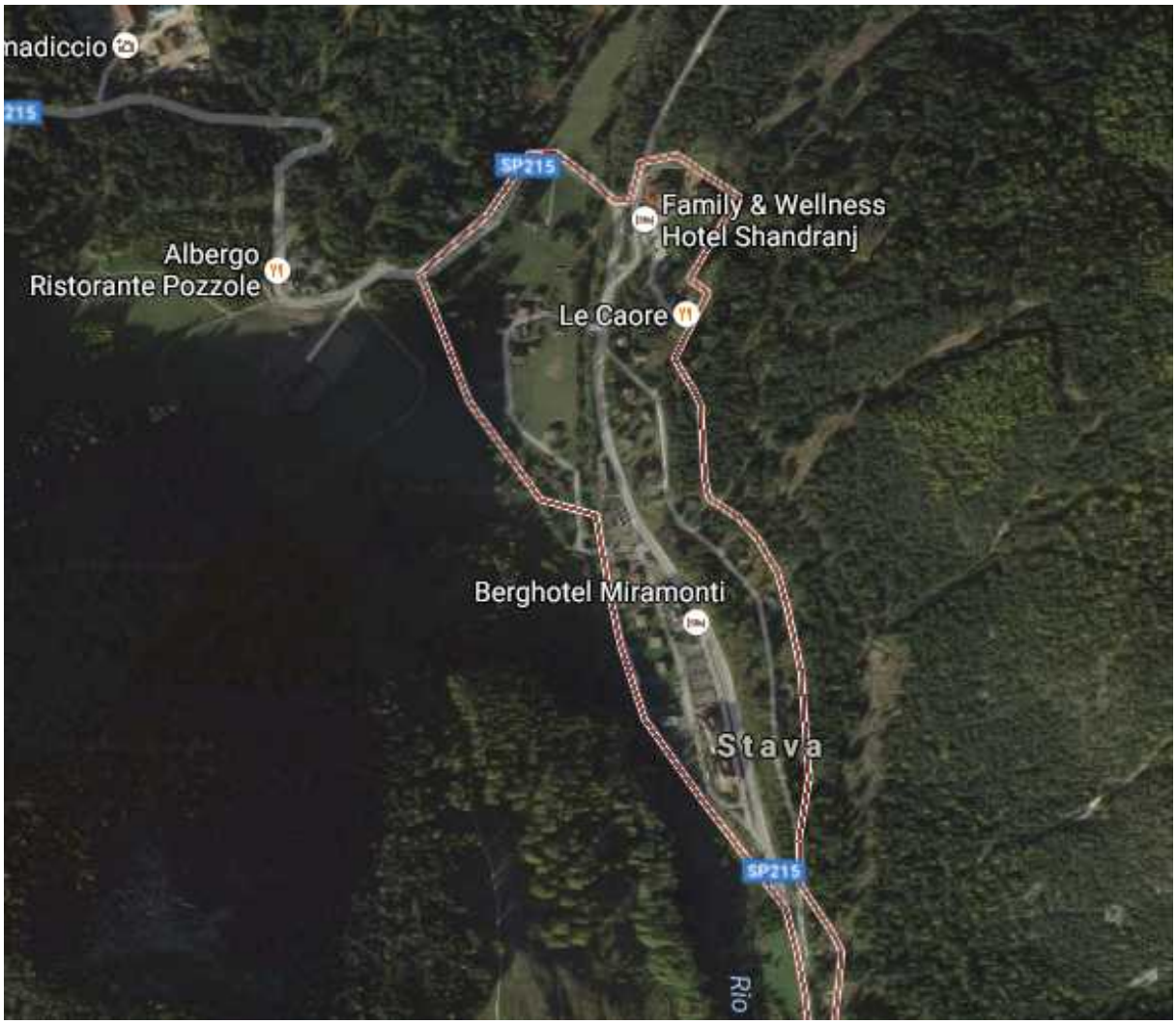
Per quanto riguarda le briglie, esse sono di grande efficacia, perchè in quel tratto fluviale, specie in quello più alto, presso Stava, la pendenza inizia ad essere molto elevata, e le briglie consentono, secondo il profilo di correzione, di distribuire il dislivello originario con la pendenze di origine, in un tratto poco pendente e poi in un "salto".
Quest'ultimo però, se si mantiene troppo elevato, oltre a non consentire la risalita della trote (che non superano con il loro salto un dislivello di più di 2/3 metri solitamente) crea anche un fenomeno di escavazione compiuto dall' acqua, che scava sia sul letto del fiume che anche sotto l'opera stessa, con il rischio di smuoverne la fondazione. Il valore che si sceglie per la pendenza di equilibrio, del tratto che intercorre tra due briglie adiacenti, deve tenere conto di tre fattori almeno:

1. geometria dell' alveo,
2. granulometria del materiale,
3. caratteristiche delle corrente.

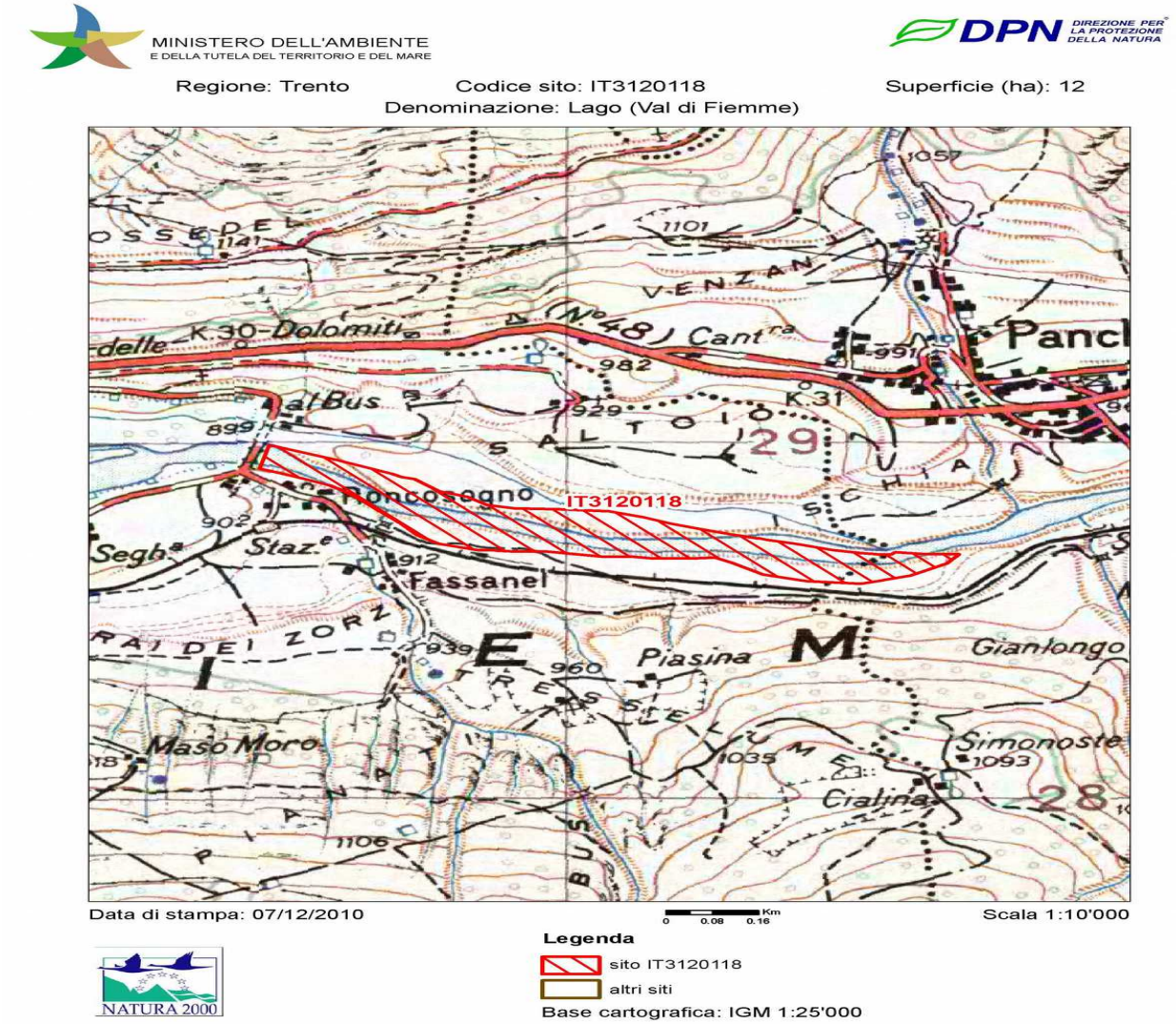
Criticità : non è stata una buona idea tagliare in modo così massiccio, perché la vegetazione tagliata contribuiva all' ombreggiamento e offriva riparo a molte specie ittiche, perchè consentiva loro di stazionare o trovare rifugio dentro di esse (se si trattava di vegetazione dentro l'alveo) o di scavare delle tane sotto di essa, nel caso di elofite, o di piante di sponda.

Proposte gestionali:
Il taglio ottimale quindi, sarebbe stato quello del solo taglio dei diametri più grossi solamente (cioè la vegetazione rigida e densa) e lasciare le piante più piccole e arbustive, con diametro minore di 10 cm, che esercitavano una positiva funzione tampone.
Inoltre, anche la rimozione del sedimento è discutibile, perchè si poteva operare diversamente: qui l' alveo è stato reso piatto e uniforme, il fondo è stato eccessivamente compattato dai mezzi meccanici, in molti tratti tra una briglia e l'altra non si è provveduto a scavare nemmeno delle piccole buche per la permanenza della fauna ittica. Al contrario si sarebbe potuto, anche considerando le esigenze della fauna ittica di maggiore dimensione, collocare dei massi di maggior dimensione in alveo (alcuni piccoli sono stati messi, quelli già in loco, ma nella maggioranza dei tratti sono insufficienti).
Infatti i massi in alveo sono molto importanti perchè, sono fondamentali per le esigenze della fauna ittica; infatti solo dietro ad essi le trote possono trovare riparo, scavare quindi le loro tane e riposarsi dalla fatica di nuotare contro la corrente. La presenza di massi riesce a spezzare l'impeto della corrente, e a creare dei ricircoli di acqua, zone di calma e turbolenze varie che sono favorevoli alla permanenza del pesce di taglia. La cosa migliore da fare quindi, da questo punto di vista, sarebbe stata trasportare con un camion di massi e collocarli nel letto del fiume, cercando anche di prenderli

dello stesso tipo litologico e geologico di quelli della zona.


nadiccio
215
SP215
Family & Wellness
Hotel Shandranj
Albergo
Ristorante Pozzole
Le Caore
Berghotel Miramonti
Stava
SP215
Rio

5) Considerazioni su interventi o tagli eseguiti nell'Avisio, in località Lago.



Descrizione sito:

La zona di Lago è inserita all' interno di una Rete di Riserve NATURA 2000, che comprendono varie SIC e ZSC.
Questa è una zona ZSC, dove vari habitat Natura 2000 coesistono all' interno (in particolare si segnalano gli habitat 3220, 3240, 91E0*, 3260, 6210, 6510).

Interventi eseguiti e stato attuale:
In questa zona, sono stati eseguiti dei tagli essenzialmente per scopo di prelievo del legname, poiché nella zona boschiva adiacente ogni locale ha il suo appezzamento a disposizione se lo desidera, ma è sovente capitato che diano in concessione anche zone riparie ai privati per fare la legna.
Un custode forestale, per farsi la sua legna, è andato a disboscare un tratto abbastanza ampio del fiume, ma poi è stato fermato, perchè stava tagliando una pineta a raso, creando un zona completamente priva di vegetazione.
È stato prelevato del legname anche dagli Alpini, per uno scopo sociale.
Ne è stato prelevato anche per dare la legna ai censiti, soprattutto a quelli che sono in pensione, e che non hanno il tempo di andare a farsi la legna.
Ad ogni modo, se un privato vuole avere a disposizione una zona per tagliare, deve presentare una domanda in carta bollata, sia per la domanda che per la risposta. Deve cioè pagare un prezzo di 30 euro, ed ecco che economicamente non gli è più conveniente.
Un altro intervento sconsiderato che è stato effettuato in zona, poco più a monte, riguarda una roggia che consentiva la risalita delle trote marmorate, che risalivano per via della riproduzione. Lì è stata tagliata tutta la vegetazione di ripa, che circondava la roggia, andandola perciò ad esporre alla predazione delle trote da parte di aironi ed altri uccelli ittiofagi. La motivazione che è stata fornita per questo intervento sicuramente sbagliato è stata che così si poteva predisporre la zona ad un miglior pascolamento (occorre fare presente che questa zona è confinante con una altra zona già sfruttata per il pascolamento delle capre) quando l' unica funzione della vegetazione della roggia dovrebbe essere solo di protezione, tutela e conservazione degli habitat.
Sempre in questa località qualche anno fa, in occasione di un evento sportivo, ci si è avviati con l'esbosco del legname e il taglio degli alberi in una modalità quasi a raso, cioè tagliando tutto e lasciando, in certe zone, anche pochissima copertura arbustiva. Le piante di salice bianco sono state decimate letteralmente, e l' habitat 91E0* in diversi punti è andato distrutto.
Criticità :
Gli effetti sugli ecosistemi sono stati gravissimi, anche per la fauna che vi era insediata. In questa zona, prima di questo intervento, si era stabilita una biodiversità molto affermata, e convivevano molte specie come il capriolo, topolini, arvicole, volpi, varie specie di avifauna, lepri. Animali come l'airone, il falco, hanno letteralmente decimato la popolazione di trota marmorata a altri piccoli roditori, ma anche quella di capriolo è stata completamente esaurita dall'attività dei predatori. Però in questo caso il taglio non è stato l'unica causa, ma anche la colpa è della competizione che si è venuta a creare, come conseguenza del pascolamento, tra domestici e selvatici.

La giustificazione data dai custodi forestali in seguito al taglio lascia molto a desiderare: la loro tesi è in un miglioramento paesaggistico.

Proposte gestionali :

In generale un disboscamento così ingente deve essere prima guidato con cura da un custode forestale o da un tecnico del settore, che non disboschi tutto, ma segni con cura le piante che sono da eliminare, per via della loro specie (non riparia) o della loro particolare collocazione, o del loro stato fisiologico.
Per quanto riguarda invece l' intervento di taglio quasi a raso che è stato eseguito, la tesi del miglioramento paesaggistico non è sicuramente una giustificazione plausibile: si sarebbe invece, dovuto operare diversamente: dando cioè la possibilità alla natura di rivegetare, tagliando solo le piante più grosse.

6) ANALISI SULLA ZONA DI PANCHIA', SOGGETTA A CEDIMENTI DEL FONDO E EROSIONE

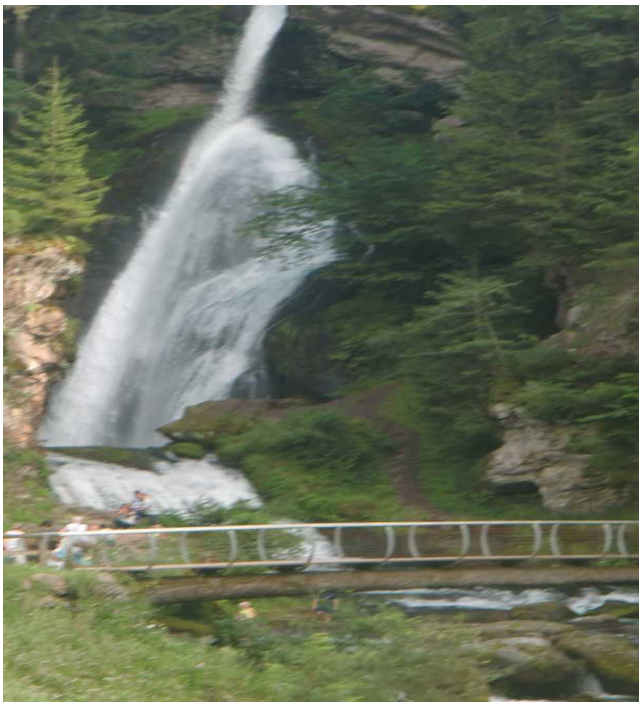
Caso attuale :
Abbiamo preso visione questo tratto di Avisio, presso la località "Ponte di legno di Panchià", che è particolarmente soggetto alle piene e dove, in occasione di esse, si verificano casi di cedimento o di erosione, sulle sponde.

Interventi eseguiti:
In questo caso si sono analizzati due tipi di interventi.
Il primo, che intendevano fare i Bacini Montani della Provincia, era collocare una serie di micropali di cemento per non fare calare il fondo. In questo modo, si preveniva che crollasse la base dove poggiavano le spalle del ponte.
L'alternativa era di costruire una massicciata di sassi o costruire briglie, che costava meno.

In questo caso, anziché micropali, occorrevano un camion di sassi a secco.
Questo è stato esattamente l' intervento che hanno fatto; sono state erette delle briglie imponenti più una massicciata di sassi a secco e avanzavano ancora soldi. A questo punto, con i soldi di disavanzo hanno eretto una rampa più una microbriglia per facilitare la risalita dei pesci, in particolare della trota marmorata, e che serviva anche per abbassare il dislivello di tutte le briglie. Questo intervento, operato per garantire la stabilità del ponte, è stato eseguito:

- senza usi di cemento armato
- usando meno soldi, tanto che ne sono avanzati per altri interventi
- il più naturale possibile
- con pochi rischi per la fauna ittica

Immagine 31: Foto sopralluogo- Cascata di Cavalese



Panchià di Fiemme

Ecco quindi un esempio di come la collaborazione e il confronto di idee possono portare ad un risparmio economico e alla realizzazione di interventi sicuramente meno impattanti, oltre più funzionali. Invece, se si opera una regime monodecisionale in questo tipo di interventi, si rischia di fare peggio, o comunque alcuni danni.
Questo è successo in alcuni tratti dei torrenti della Valle di Fiemme, come il 6a)Rivo Moena, un torrente che scende dall'omonima stretta Val Moena, in località 6b)"*Cascata", a* Cavalese, o anche sullo stesso Rio Stava. Qui sono stati collocati molti massi calcarei, di colore bianco, alterando quella che è la normale conformazione geolitologica. Infatti qui in valle il substrato è porfirico, e quindi collocare dei massi del genere è assolutamente non appropriato e anche brutto da vedere esteticamente.
Ma è stato fatto lo stesso per motivi di costo: infatti comprare dei massi di porfido costa molto, mentre quelli di calcare costano meno.

7) PRESA VISIONE DEL TORRENTE TRAVIGNOLO, E STUDIO DELLE REGIMENTAZIONI

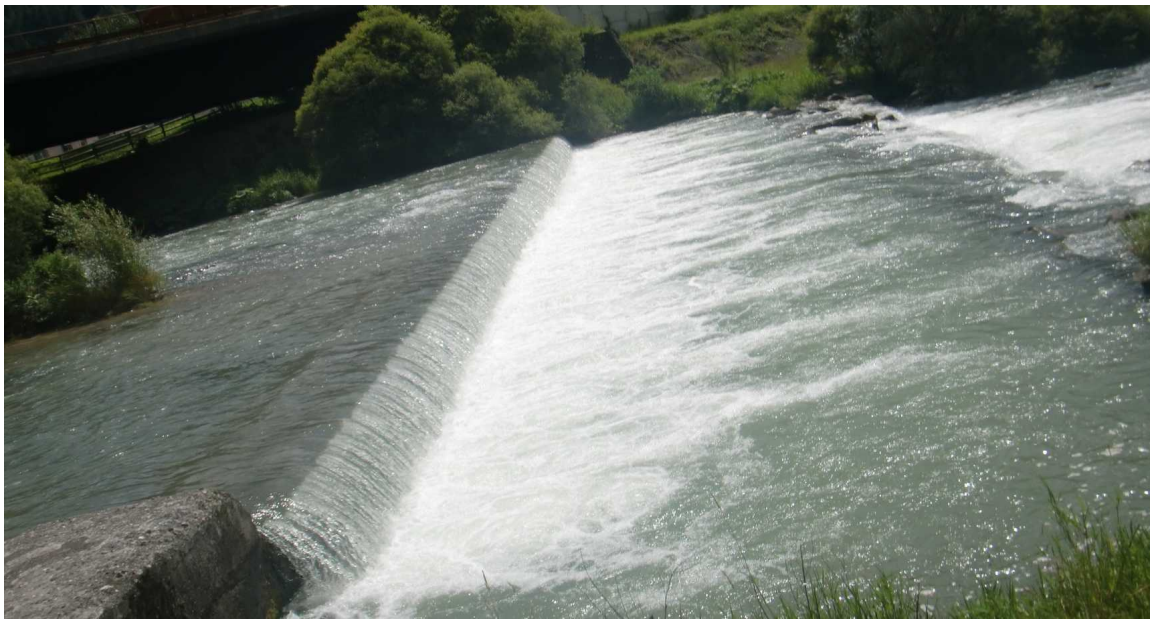
Caso attuale:
Alla confluenza del torrente Travignolo nell'Avisio, possiamo osservare tutte le tre tipologie di costruzione di opere che si possono effettuare con dei sassi a disposizione:

- delle scogliere a secco con massi ciclopici
- sassi piccoli, di dimensioni inferiori, cementati tra loro, a formare una sorta di muro
- briglie, fatte con massi di dimensioni intermedie, e lavorati

Interventi e opere costruite :
In questo particolare punto, cioè alla confluenza di tre rami (Travignolo, Avisio, le acque di scarico delle condotta forzata che dal bacino di Pezze di Moena va verso Predazzo) si è reso necessaria la compresenza di queste tre opere differenti.

Ma anche di briglie ne sono state realizzare di diverso tipo. Ce ne sono alcune, per esempio, del tipo “a corda molla”, cioè incurvate verso il basso nella zona centrale; ciò permette di ammortizzare le piene, e gli sbalzi del livello in generale: infatti l'acqua vi passa in mezzo di solito, e solo raramente ai lati in occasione di una piena molto intensa. La briglia a corda molla garantisce una maggior resistenza alla forza d'urto, perchè è anche incurvata verso l'interno. Poi ce ne sono anche del tipo “ a livello uniforme” che invece non hanno questa curvatura.

Immagine 32: Foto sopralluogo - Briglia a livello uniforme



In un tratto di 100 m, dalla foce risalendo il Travignolo, ci sono 5 briglie, perchè in questo tratto sono necessarie, anche se di norma l'obiettivo è quello di mantenere il torrente il più possibile inalterato. In Avisio, solitamente non vi è necessità di questo, ma vi sono posti dove l'elevato bisogno di protezione del torrente obbliga a mettere delle briglie molto ravvicinate. Dalla foce dell' Avisio fino a località Sottosasso, sono situate diverse briglie, all'inizio con delle distanze brevi, poi via via con distanze molto più ampie. In generale, si può dire che lungo il torrente Travignolo negli ultimi anni sono stati messi in campo molti interventi di regimazione, anche per il fatto che molte aziende edili, colpite dalla crisi economica, sono entrate nel settore della messa in sicurezza degli alvei.
Ma vediamo concretamente come si realizza una briglia:

1) si realizza una fondazione: scavo, anche fino a 2/3 metri di profondità, poi si conficca dei pali di legno, che danno un effetto stabilizzante;
2) si cola il cemento, che spesso viene fabbricato sul posto, all' interno di limitatori, che non sono altro che dei pannelli di legno sagomati;
3) si realizza la parte soprastante, con blocchi di cemento sagomati sul posto o anche pietre squadrate (le due ali), con la realizzazione della gavetta centrale.

La palta (o malta) e il cemento, vengono spesso fabbricati in loco. È infatti

consigliabile l'uso di materiale locale.
Tutte queste strutture hanno lo svantaggio che le trote non riescono a superare il dislivello spesso, per risalire, e per ovviare a questo problema sono state realizzate delle strutture cementate intermedie, che abbassano il dislivello.
Per quanto riguarda invece le scogliere con massi, se esse sono realizzate con delle piante che presentano impianto radicante tenace, hanno una maggiore tenuta (ingegneria naturalistica).
Le scogliere a secco, permettono infatti di solito la rivegetazione, che svolge una tripla funzione:

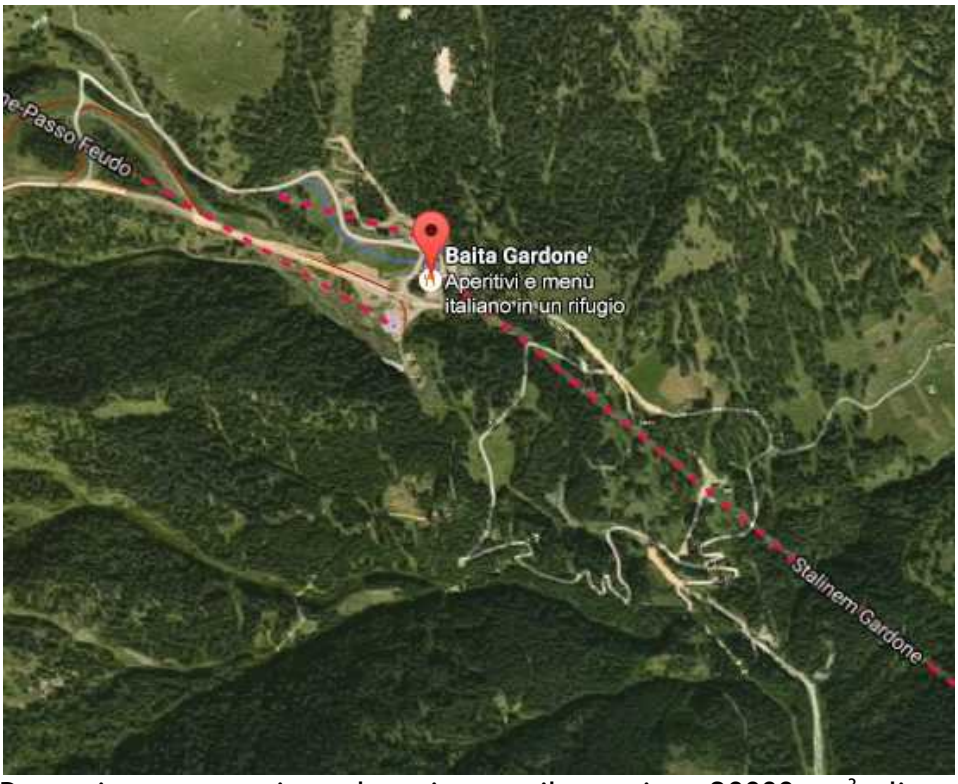
- consolidamento della scogliera
- aspetto faunistico (rifugio)
- insediamento di forme di vita

La rivegetazione è così rapida che di solito, dopo soli 5 o 6 anni, si raggiunge un'altezza di diversi metri (questo in particolare nei salici).
Le briglie e le altre strutture cementate non si prestano al taleaggio, mentre invece le scogliere a massi ciclopici si adattano molto bene alla semina di copertura e all'inserimento di talee.

8) LOCALITÀ AL COL

Interventi:
In questa località, al guado del Col, vi era del materiale che era lì depositato per interventi precedenti, che includeva sia massi che ghiaia. Questo materiale è stato da lì prelevato, per la costruzione di briglie filtranti, al Rio Gardonè. Questa è diventata quindi una riserva di materiale di riempimento o costruzione di opere di difesa del suolo.

La località al Col, si trova poco a valle della confluenza con la località “Val Deserta”.



Da qui sono stati prelevati con il camion 20000 m^3 di materiale, di granulometria intermedia, e sono stati necessari molti viaggi per riuscire a portare tutto quel materiale.
Sempre in questa zona, vi era anche un accumulo di massi ciclopici. Alcuni di essi sono stati dati ai pescatori, che dopo li hanno collocati dove volevano, altri invece, più grossi, li hanno messi a disposizione dei Bacini Montani.
Una curiosità è che questo è l'unico posto dell' Avisio nella valle di Fiemme dove si rinviene molta Artemisia.
Nel tratto immediatamente sottostante, la velocità del torrente viene appunto frenata da una briglia, che ferma le piante e rallenta anche la forza dell' acqua. Svolge cioè la duplice funzione che le briglie filtranti compiono, cioè quella idraulica di laminazione delle piene, abbassando la velocità della corrente, e quella meccanica, di intrappolare il materiale legnoso e far depositare i sedimenti.
A questo scopo, è anche importante la presenza dei massi ciclopici, che viene a favorire la rivegetazione spontanea, che anch'essa abbassa la velocità delle acque.
La presenza di questi massi è fondamentale anche per la messa in sicurezza dell'alveo.
Le briglie filtranti: hanno lo scopo di interferire con il deflusso ed il trasporto solido, in modo da:

- intercettare e trattenere (parzialmente o totalmente) i sedimenti
- laminare i sedimenti e le portate

• far depositare in maniera selettiva i sedimenti lasciando passare solo una determinata frazione granulometrica.
La parte più critica è la progettazione idraulica, cioè il dimensionamento e la forma delle aperture, che determinano le modalità d'interazione dell'opera con il deflusso e il sedimento (oltre che con il materiale fluitato) e quindi regolano il passaggio di sedimenti, il profilo di rigurgito, e l'azione sulle piene.

9) INTERVENTI VARI

Il ruolo dell'acqua è di fondamentale importanza anche per la tutela del territorio, infatti in un territorio, il regime idrologico delle portate è un elemento caratterizzante.
Vi sono perciò anche qui delle zone di espansione/ esondazione, realizzate appositamente, dove l'acqua deve essere libera di esondare, riempiendo tali spazi, per il pericolo delle piene improvvise.
Anche lungo il corso dell' Adige, storicamente, vi erano delle zone di esondazione; zone ampie, ghiaioni, zone aperte sul greto fluviale, ma che non toccavano le zone antropizzate, che erano fondamentali per non limitare troppo lo spazio del fiume.
Questo perchè in passato vi sono stati degli sbarramenti o franamenti, che hanno portato ad avere situazioni con degli ostacoli naturali all' interno del fiume, che andavano a sbarrare le piene: questo ovviamente conduceva ad impatti antropici e poi ad alluvioni.
Sul Rio di Costalunga, sono state realizzate delle briglie filtranti, che, come tutti questi tipi di briglie, selezionano il materiale, con una piccola vasca di accumulo.
Localizzazione geografica : il Rio di Costalunga divide i due massicci dolomitici del Latemar e del Catinaccio.
L' opera qui realizzata è stata molto costosa, ma almeno non c'è il pericolo di cedimento alla prima piena del fiume. Consta di due grosse barre di ferro, e una cementificazione al fondo (alla base), che consente una resistenza molto grande, e dà stabilità alle sponde, al fondo, e all'opera stessa.
In questo caso si è potuto compiere una spesa elevata, ma perchè c'erano le disponibilità economiche. Infatti una simile opera può venire a costare anche decine di migliaia di euro. In altri casi si è dovuti ricorrere ad una gestione più oculata dei soldi.

Immagine 33: Foto sopralluogo - Briglia filtrante sul Rio Costalunga

10) RIO VAL SORDA

Questo Rio non consente facilmente l' insediamento dei pesci, perchè la zona ha un qualche tipo di interazione negativa con la fauna ittica, ma non si è ancora capito bene quale sia la causa. Forse ha un pH sbagliato, ma non si capisce bene.
C'è uno stesso tipo di briglia filtrante, che si trovava sul Rio di Costalunga, ma meno mastodontica.
Qui però si è anche eseguita una piantumazione di frassini, aceri, salici, ma risalente lungo il versante ci sono più che altro conifere, abete bianco, abete rosso, larice, e qualche salicone.
Il rio Valsorda fa da confine con il feudo di Predazzo.

12) RIO PREDAIA

Zona in basso:

Su questo rio di montagna sono stati eseguiti interventi, nei quali sono stati

tagliati salici, ontani, ma anche piccole conifere. La zona bassa è completamente artificiale, mentre nella zona soprastante hanno realizzato delle briglie intermedie, per mantenere più o meno stabile il livello; infatti qui vi sono degli immissari, e il rischio possibile è l'erosione. Questa zone è ricca di buchette e tane idonee per la vita della fauna acquatica, e quella ittica in particolare. Poi questi animali vengono portati nel Rio di Cadino in primavera, quindi le trote seguono due spostamenti: da rivi montani minori, vengono portate prima nel Rio Predaia, dove vengono fatte accrescere. Poi da lì, al Rio Cadino.
Sul Predaia è presente anche una piccola derivazione per uso lavaggio.
Sulla sponde di questi rivi montani, si insedia bene anche un altro animale: la Natrix tassellata e comune, che trova qui nella ricca vegetazione erbacea il suo habitat preferenziale.
Poi, nel tratto poco soprastante a quello di confluenza con l'Avisio, si colloca un incubatoio. Immediatamente sopra a questo, si trova un tratto con massi ciclopici, che favoriscono la biodiversità. È questa una zona molto favorevole per la trote fario.

Zona soprastante: vige qui il canneto classico del biotopo a Phragmites australis, e la vegetazione è a crescita molto veloce; è stato effettuato un taglio di recente, ma solo della componente arbustiva più grossa; mentre per quanto riguarda le canne sulle rive, la vegetazione viene rimossa ogni 10 anni circa. Inoltre, a causa dell'elevata mobilità del materiale (molti rivi minori vi si immettono), si creano delle lingue di terra e sedimento, dove può poi insediarsi la vegetazione arborea. Si immettono infatti i rivi 12a) Rio Calvello, 12b) Rio Valbella, 12c) Rio Solaiolo.

Rio Predaia

Val Predaia

13) ZONA PREDAZZO

In un tratto analizzato in località Predazzo, che interessa ovviamente l'Avisio, lungo le sponde, sono collocati dei pannelli deflettori; essi hanno il compito di deviare le acque in vari punti e far assumere al corso d'acqua un aspetto maggiormente sinuoso, in modo da permettere di ammortizzare maggiormente l'effetto delle piene, le quali tenderebbero a erodere progressivamente le sponde dell' Avisio in quel punto.
La naturale conseguenza positiva consiste in una minore erosione.
Ma poi abbiamo anche una conseguenza negativa: dietro a questi pannelli deflettori, l' acqua crea un deposito di materiale e di sedimento, dove facilmente si può insediare la vegetazione arborea.
In sponda destra, si colloca anche una pista ciclabile; per la sua costruzione sono stati impiegati materiali di alveo, con il sedimento d' alveo come base; c' è inoltre una sistemazione di sponda, che viene utilizzata come rinforzo, che è una scogliera in massi, e pietrame.
Sull'altra sponda, posta in sinistra orografica, c'è una altra opera di rinforzo spondale (scogliera in sassi e in pietrame);
Qui, dopo l'intervento dei Bacini Montani, eseguito nell'autunno scorso, la crescita dei salici è stata velocissima; in un anno o più, anche di 2 /3 metri.

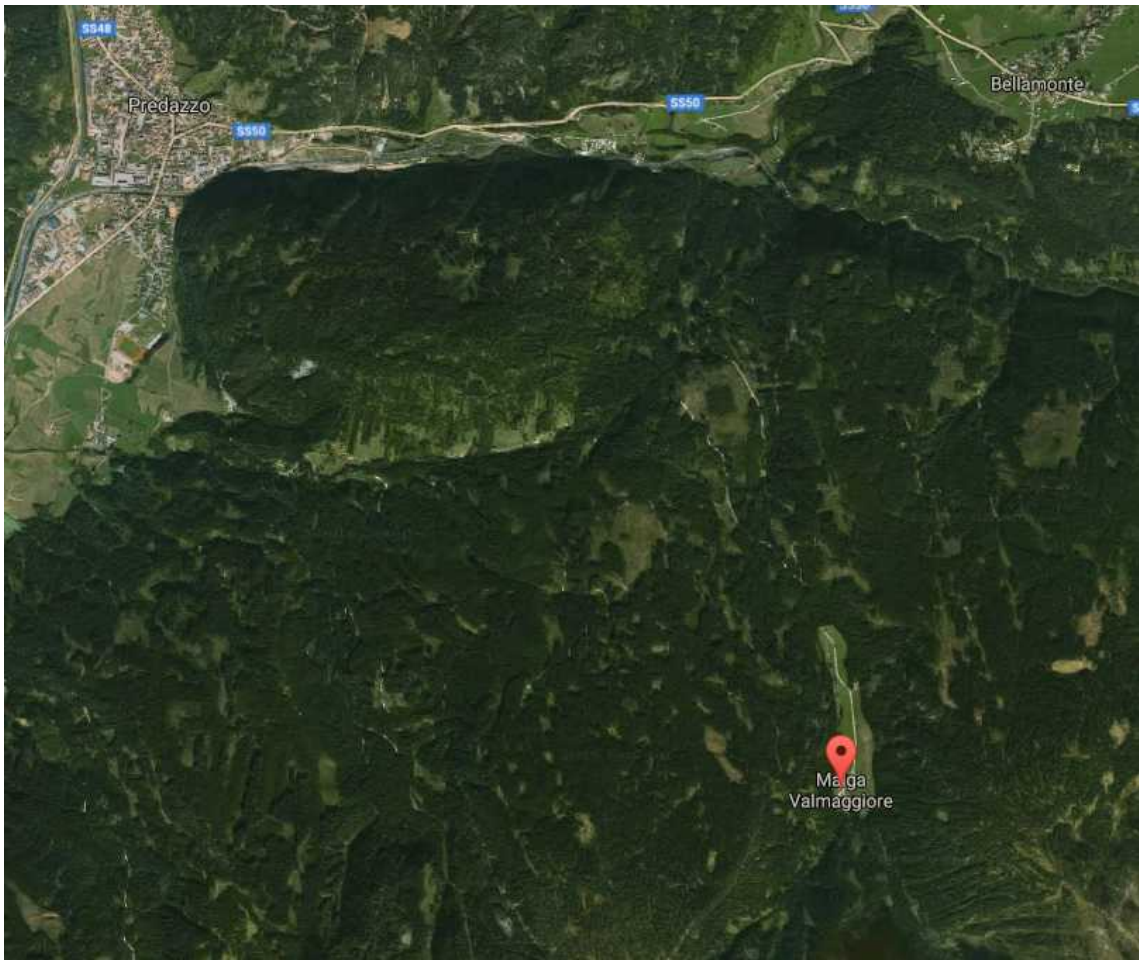
14) LAGO DI FORTE BUSO (O PANEVEGGIO)

Qui è stato effettuato un taglio di taglio raso di tutte le piante, che prima raggiungevano anche diametri di un metro o più; infatti, la presenza di alberi voluminosi, dal volume di diversi $m^{3,}$ contribuivano ad accrescere il volume del lago artificiale, cioè incrementavano il livello considerevolmente.

15) VAL MAGGIORE
PRINCIPALI RII CHE SI TROVANO IN ZONA VAL MAGGIORE:
Il principale Rio che si ritrova qui in Val Maggiore è il Rio di Valmaggiore, molto interessante anche dal punto di vista ittico.
Rio delle Laste: questo rio esce dal lago di Cece, ed ha una presa che confluisce nel lago di Paneveggio
Altri rivi che si trovano in questa zona sono:
15a) Rio Valon (che scende dalla Val Bona)
15b) Rio Vallonat
15 c) Rio delle Canvere

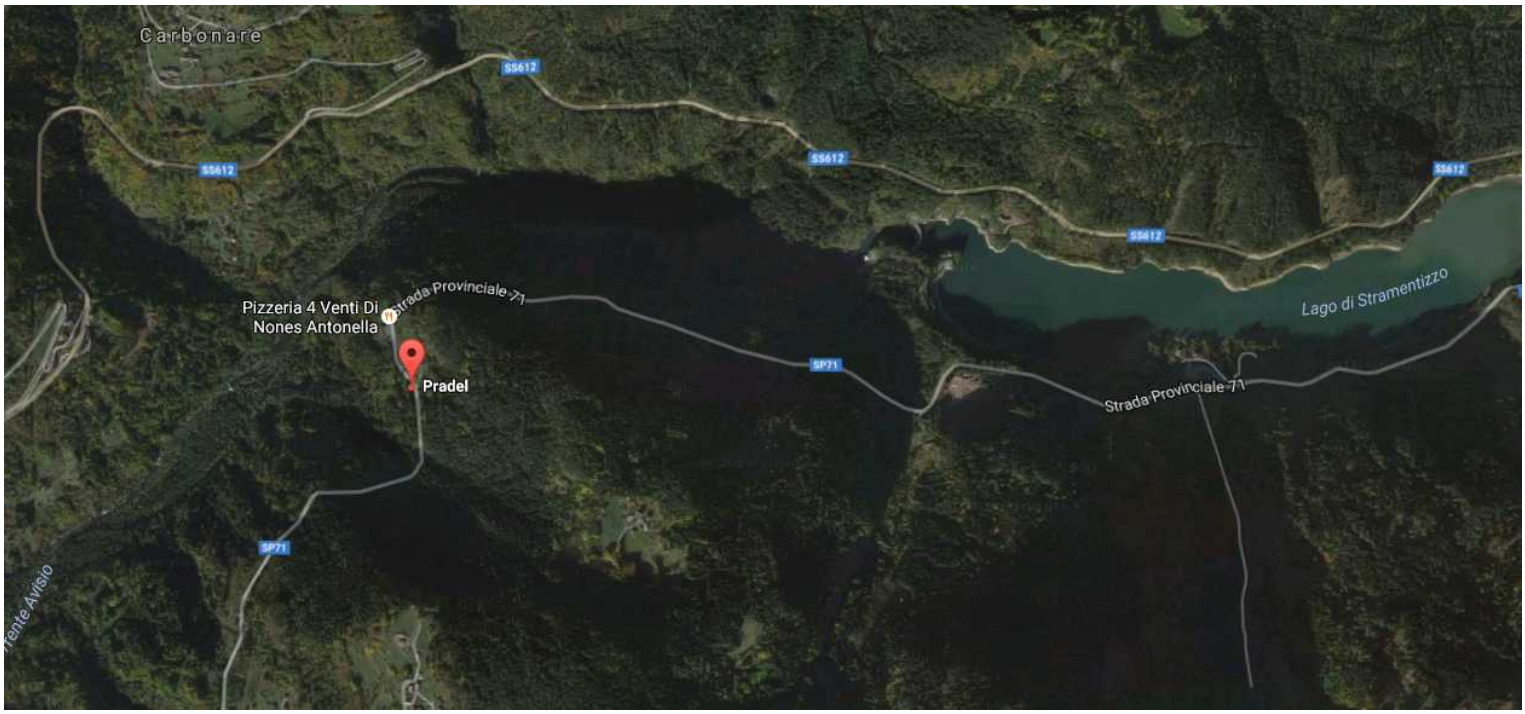
15 d)Rio Vallaccia
15 e) Rio Perenzen

Qui in Valmaggiore, sono realizzate delle sistemazioni e delle scogliere a secco, con la posa di massi ciclopici (sempre prelevati sul posto), per andare a costituire un rinforzo della strada forestale; questa ultima viene sostenuta dai terrazzamenti, e poi hanno hanno provveduto al rinverdimento, con opere di ingegneria naturalistica.
All'interno di questi territori infatti, e sui versanti in pendenza principalmente, c'è una grande instabilità, dovuta prevalentemente alle falde acquifere che scorrono sotterranee.
Infatti, in certi posti non si può proprio costruire, a causa dell'elevata franabilità del terreno.



16) PRADEL

NB: La località “Pradel”, si colloca alla fine della Val Floriana, una valle confinante con la Valle di Fiemme.


Carbonare
SS612
SS612
SS612
SS612
SS612
Pizzeria 4 Venti Di
Nones Antonella
Strada Provinciale 71
Pradel
SP71
Strada Provinciale 71
Lago di Stramentizzo
SP71

In questa località, è stato eseguito un intervento tanto interessante quanto avventato.
Occorre fare una premessa: qui, negli anni '80, era previsto che si realizzasse, nella porzione più a valle di questo tratto e sulla sponda destra orografica, una discarica a gradoni; cioè volevano realizzare una discarica di inerti, che dal fondo d' alveo, partiva e arrivava fino al Paese di Capriana. Il tutto in accordo con il Paese di Capriana, al quale in cambio veniva garantito un aiuto economico ingente per il miglioramento della viabilità, la costruzione di nuove case, acquedotti, fognature e quant'altro.
Ma il problema si poneva con la posa del livello più basso delle discarica: infatti se, per motivi legati alla naturale divagazione/erosione delle acque del torrente, esso fosse crollato, sarebbe crollata tutta la struttura.
Pertanto, per contrastare l'erosione del fondo, sono state progettate e costruite delle briglie, con lo scopo di regolare il livello del fondo dell' alveo, e anche diminuirne il dislivello.
Poi accadde che una legge nazionale, quindi vincolante, mentre i lavori erano ancora in corso d'opera (cioè dopo circa un anno dall' inizio dei lavori stessi), impose il divieto assoluto alla realizzazione di queste opere di discarica in alveo: in questo modo legge ha impedito la realizzazione dell'opera principali (sicuramente è stato meglio così), ma ha vanificato anche la realizzazione delle briglie.
Le briglie realizzate, sono state 6: mastodontiche, con micropali che si approfondivano fino a 16-17 metri di profondità: con l'escavatore, sono state realizzate le fondazioni, e dentro è stata effettuata una colata di acqua pesante.
Le briglie si espandono da una parte all'altra del versante (quindi molto oltre il letto del fiume), e come altezze le ali arrivano fino a circa 5-6 metri. Esse, e in particolare quella collocata più in basso (la più alta), impediscono la risalita della trota marmorata, per cui si creano delle zone intercluse, dove le trote si stanziano e si riproducono; nonostante questo il tratto presenta un' ottima pescosità.

Queste briglie sono collocate ad una distanza di circa 100 m, sono di tipo tradizionale; per la loro costruzione sono stati necessari molti metri cubi di cemento, e impiego di materiali pesanti, oltre a tutto un lavoro si

Immagine 34: Foto sopralluogo: Briglia a Pradel

sistemazione del territorio preposto a consentire il transito agli automezzi.
Il costo totale di questo intervento era stato, allora, di circa 4.000.000.000 delle vecchie lire, quindi veramente molto elevato.

La vegetazione, in concomitanza con i lavori, era stata tagliata per la maggior parte, anche per permettere il passaggio dei mezzi pesanti, che usavano le strade secondarie ivi presenti per il loro spostamenti.
Quindi il taglio eseguito sulla vegetazione stessa era stato molto ingente, quasi totale; poi, nel corso degli anni, la vegetazione si è ripresa e ha rivegetato (oggi è molto rigogliosa, include molte specie, ed ha un ampia diffusione); sono compresi anche pioppi, carpini, cornioli, frassini e altre numerose latifoglie riparie e non, oltre a conifere come abete rosso e pino silvestre.
Vi è la presenza di popolamenti molto densi di *Robinia presudocacia* e *Buddleja davidii*.

Immagine 35: Vegetazione a Pradel

Qui, in località Pradel, una volta vi vivevano molte persone: il Paese si chiamava Ischiazza, e ci sono ancora le case (che ora sembrano fantasma), resti di una vita tradizionale, della comunità che un tempo qui vi viveva; restano ancora, oltre ai resti e ruderi di caseggiati: pendii terrazzati, antiche strade che venivano percorse quotidianamente, e sono ora in disuso; poco più a monte, al confine con la Valle di Fiemme, c'è il "Sentiero dei Vecchi Mestieri", un tempo molto adoperato per i collegamenti e per gli spostamenti quotidiani delle persone che vivevano in valle. Ci si riusciva così a spostare anche da un versante all'altro.

Allegati

a) Documentazione fotografica delle zone in esame

Immagine 36: Lago

Immagine 37: Un tratto del Rio Stava

Immagine 38: Ragno meccanico che opera sul Rio Stava

Immagine 39: Ragno meccanico che opera sul Rio Stava

Immagine 40: Erosione spondale dovuta alle piene

Immagine 41: Una serie di briglie sul Rio Stava. Dopo l'intervento sul Rio Stava e la mobilitazione del materiale, laddove non sono stati collocati i massi ciclopici, le buche sotto le briglie sono le uniche ancora idonee per la fauna ittica di una certa dimensione.

Immagine 42: La zona soprastante all' intervento, ancora completamente naturale

Immagine 43: Sistemazione a gradinata, nella zona di intervento: si nota la presenza di

alcuni sorbi, sulla sponda sinistra orografica, che non sono stati tagliati

Immagine 44: Zona spondale dopo il taglio

-

Immagine 45: Masso ciclopico in alveo, che crea zone di rifugio e protezione per la fauna ittica

Immagine 46: Materiale mobilitato dal fondo d'alveo con ragno e addossato sulla sponda (Stava)

Immagine 47: Vegetazione di ripa tagliata sulla sponda (con essenze di vario genere)

Immagine 48: Abete rosso in zona perifluviale

Immagine 49: Vegetazione tagliata, accatastata e pronta per l' utilizzo

b) Calcolo della portata al picco di piena, in base ai vari tempi di ritorno, con sezione di chiusura a Stramentizzo

(da Thomas Epis, Servizio Bacini Bacini Montani PAT)

Iniziamo elencando i parametri morfometrici principali del bacino idrografico in questione, con sezione di chiusura a Stramentizzo.

PARAMETRI MORFOMETRICI PRINCIPALI					
Sezione di chiusura		Superficie (km2)	Quota minima (m)	Quota massima (m)	Quota media (m)
E	N				
685210,564	5126252,238	266,5933	779,25	2612,69	1612,07

Tabella 2: Caratteristiche morfometriche bacino

1. PER UN TEMPO DI RITORNO DI 30 ANNI

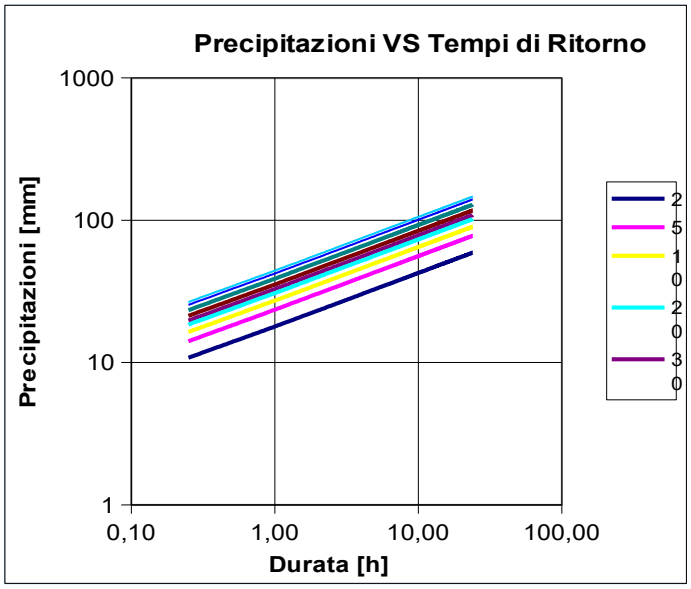


Immagine 50: Precipitazioni e tempi di ritorno

PARAMETRI LSPP										
a									n	
Tempo di Ritorno									Durata Precipitazione	
2	5	10	20	30	50	100	200	300	< 1h	> 1h
17,9	23,5	27,2	30,7	32,8	35,3	38,8	42,2	44,2	0,37	0,38

PRECIPITAZIONI									
	Tempo di Ritorno								
Durata (h)	2	5	10	20	30	50	100	200	300
0,25	10,8	14,1	16,4	18,5	19,7	21,3	23,3	25,4	26,6
0,50	13,9	18,2	21,1	23,8	25,4	27,4	30,1	32,8	34,3
0,75	16,1	21,1	24,5	27,7	29,5	31,8	34,9	38,0	39,8
1,00	17,9	23,5	27,2	30,7	32,8	35,3	38,8	42,2	44,2
2,00	23,2	30,5	35,3	39,9	42,6	45,9	50,4	54,8	57,4
3,00	27,0	35,5	41,1	46,5	49,6	53,5	58,7	63,9	66,9
4,00	30,1	39,6	45,8	51,8	55,3	59,6	65,4	71,2	74,6
5,00	32,8	43,1	49,9	56,4	60,2	64,9	71,2	77,5	81,2
6,00	35,1	46,1	53,4	60,4	64,4	69,5	76,3	83,0	87,0
7,00	37,2	48,9	56,6	64,0	68,3	73,6	80,8	88,0	92,2
8,00	39,1	51,4	59,6	67,3	71,8	77,4	85,0	92,5	96,9
9,00	40,9	53,8	62,3	70,4	75,1	81,0	88,9	96,7	101,3
10,00	42,6	55,9	64,8	73,3	78,1	84,2	92,5	100,7	105,5
11,00	44,1	58,0	67,2	75,9	81,0	87,3	95,9	104,4	109,3
12,00	45,6	59,9	69,4	78,5	83,7	90,2	99,1	107,8	113,0
13,00	47,0	61,8	71,5	80,9	86,3	93,0	102,1	111,1	116,4
14,00	48,4	63,5	73,6	83,2	88,7	95,7	105,0	114,3	119,7
15,00	49,6	65,2	75,5	85,4	91,1	98,2	107,8	117,3	122,9
16,00	50,9	66,8	77,4	87,5	93,3	100,6	110,4	120,2	125,9
17,00	52,0	68,3	79,1	89,5	95,5	102,9	113,0	123,0	128,8
18,00	53,2	69,8	80,9	91,5	97,6	105,2	115,4	125,7	131,7
19,00	54,3	71,3	82,5	93,4	99,6	107,3	117,8	128,3	134,4
20,00	55,3	72,7	84,2	95,2	101,5	109,4	120,1	130,8	137,0
21,00	56,3	74,0	85,7	96,9	103,4	111,5	122,4	133,2	139,5
22,00	57,3	75,3	87,2	98,7	105,2	113,4	124,5	135,6	142,0
23,00	58,3	76,6	88,7	100,3	107,0	115,4	126,6	137,9	144,4
24,00	59,3	77,8	90,2	102,0	108,7	117,2	128,7	140,1	146,8

Tabella 3: Parametri LSPP e misure pluviometriche

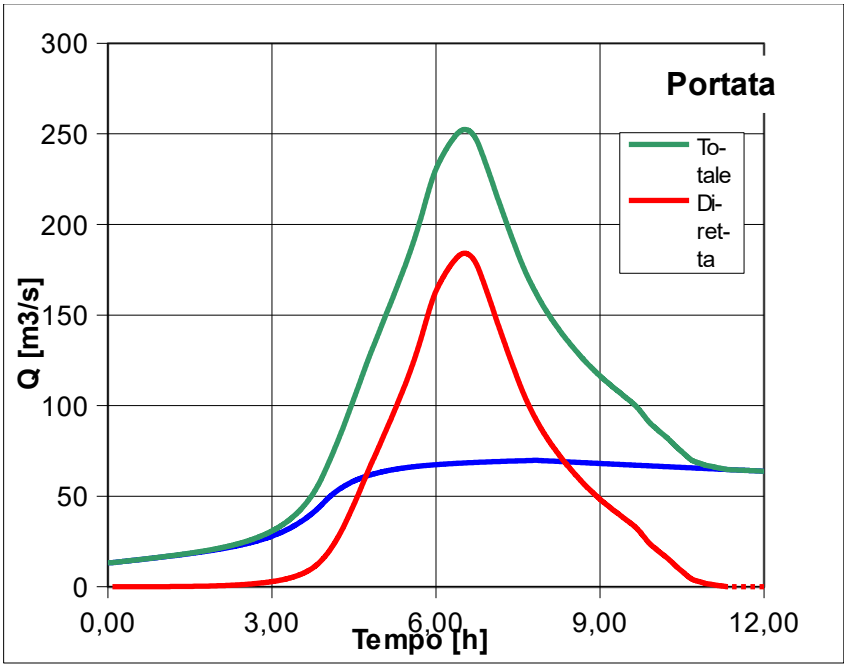
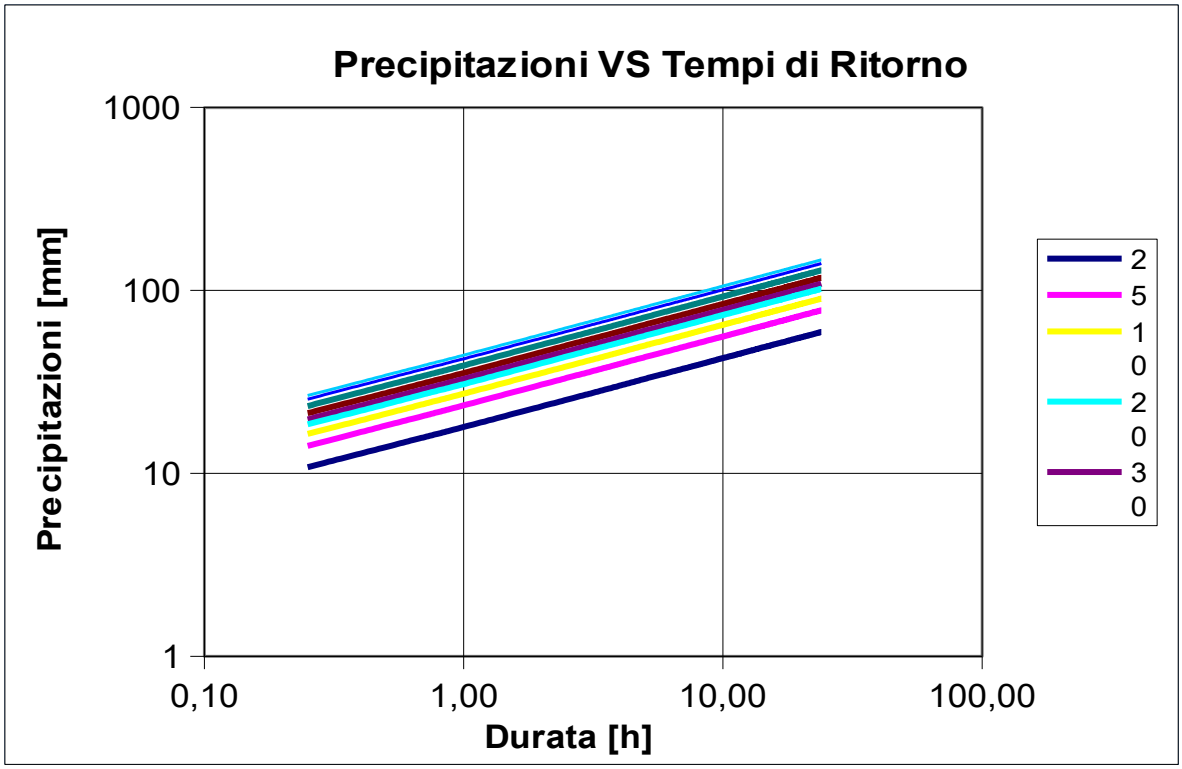


Immagine 51: Idrogramma di piena



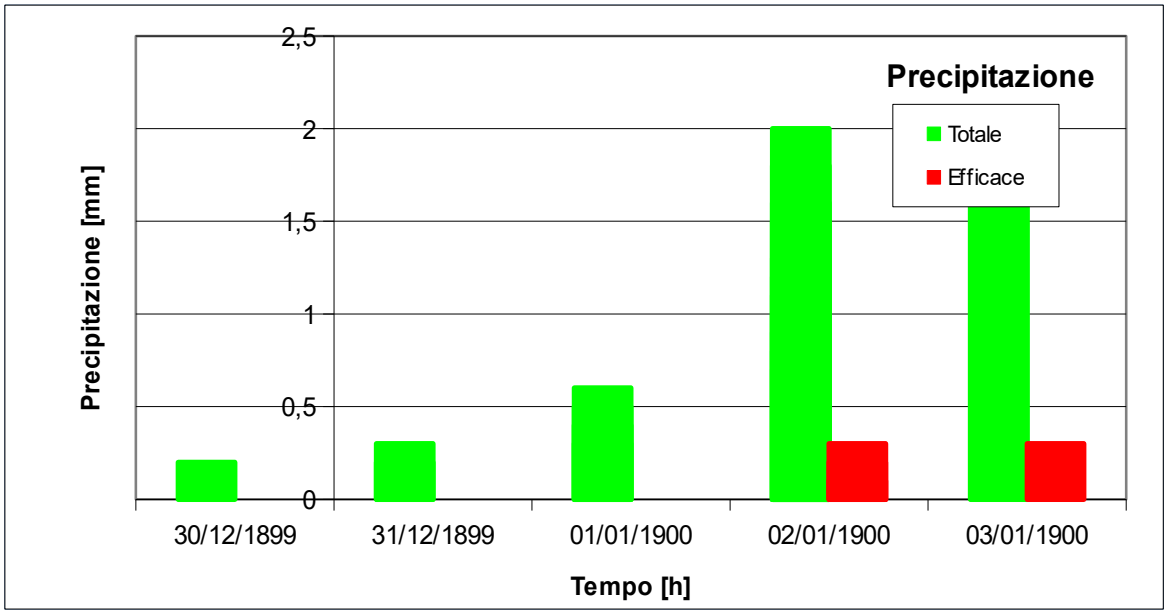


Immagine 52: Precipitazioni: totale e efficace

PARAMETRI DELLA SIMULAZIONE	
Portata iniziale (m3/s)	13,33
Cost. Esaurim. Deflusso Base	0
AMC	2,887
CN apparente	67,153
Perdite iniziali	266,593
Area del bacino (km2)	86,543
Area contribuente (%)	7,8
Velocità canale (m/s)	32,769
Velocità minima versante (m/s)	0,377
Velocità massima versante (m/s)	0,837
Costante k velocità versante (-)	WALLINGFORD
Soglia versante/canale minima (km2)	0,9
Soglia versante/canale massima (km2)	GUMBEL
Costante k soglia versante/canale (km2)	0,8
Durata precipitazione critica (h)	20
a	0,5
n	0
n < 1h	0
ARF	0
Forma ietogramma	shape
Riduzione pioggia	0
Modello LSPP	0
Fattore geomorfologico	0
Soglia fatt. geomorfologico	0
Avanzamento ietogramma	0

2. Per un tempo di ritorno di 100 anni

PARAMETRI LSPP										
a									n	
Tempo di Ritorno									Durata Precipitazione	
2	5	10	20	30	50	100	200	300	< 1h	> 1h
17,9	23,5	27,2	30,7	32,8	35,3	38,8	42,2	44,2	0,37	0,38

PRECIPITAZIONI									
	Tempo di Ritorno								
Durata (h)	2	5	10	20	30	50	100	200	300
0,25	10,8	14,1	16,4	18,5	19,7	21,3	23,3	25,4	26,6
0,50	13,9	18,2	21,1	23,8	25,4	27,4	30,1	32,8	34,3
0,75	16,1	21,1	24,5	27,7	29,5	31,8	34,9	38,0	39,8
1,00	17,9	23,5	27,2	30,7	32,8	35,3	38,8	42,2	44,2
2,00	23,2	30,5	35,3	39,9	42,6	45,9	50,4	54,8	57,4
3,00	27,0	35,5	41,1	46,5	49,6	53,5	58,7	63,9	66,9
4,00	30,1	39,6	45,8	51,8	55,3	59,6	65,4	71,2	74,6
5,00	32,8	43,1	49,9	56,4	60,2	64,9	71,2	77,5	81,2
6,00	35,1	46,1	53,4	60,4	64,4	69,5	76,3	83,0	87,0
7,00	37,2	48,9	56,6	64,0	68,3	73,6	80,8	88,0	92,2
8,00	39,1	51,4	59,6	67,3	71,8	77,4	85,0	92,5	96,9
9,00	40,9	53,8	62,3	70,4	75,1	81,0	88,9	96,7	101,3
10,00	42,6	55,9	64,8	73,3	78,1	84,2	92,5	100,7	105,5
11,00	44,1	58,0	67,2	75,9	81,0	87,3	95,9	104,4	109,3
12,00	45,6	59,9	69,4	78,5	83,7	90,2	99,1	107,8	113,0
13,00	47,0	61,8	71,5	80,9	86,3	93,0	102,1	111,1	116,4
14,00	48,4	63,5	73,6	83,2	88,7	95,7	105,0	114,3	119,7
15,00	49,6	65,2	75,5	85,4	91,1	98,2	107,8	117,3	122,9
16,00	50,9	66,8	77,4	87,5	93,3	100,6	110,4	120,2	125,9
17,00	52,0	68,3	79,1	89,5	95,5	102,9	113,0	123,0	128,8
18,00	53,2	69,8	80,9	91,5	97,6	105,2	115,4	125,7	131,7
19,00	54,3	71,3	82,5	93,4	99,6	107,3	117,8	128,3	134,4
20,00	55,3	72,7	84,2	95,2	101,5	109,4	120,1	130,8	137,0
21,00	56,3	74,0	85,7	96,9	103,4	111,5	122,4	133,2	139,5
22,00	57,3	75,3	87,2	98,7	105,2	113,4	124,5	135,6	142,0
23,00	58,3	76,6	88,7	100,3	107,0	115,4	126,6	137,9	144,4
24,00	59,3	77,8	90,2	102,0	108,7	117,2	128,7	140,1	146,8

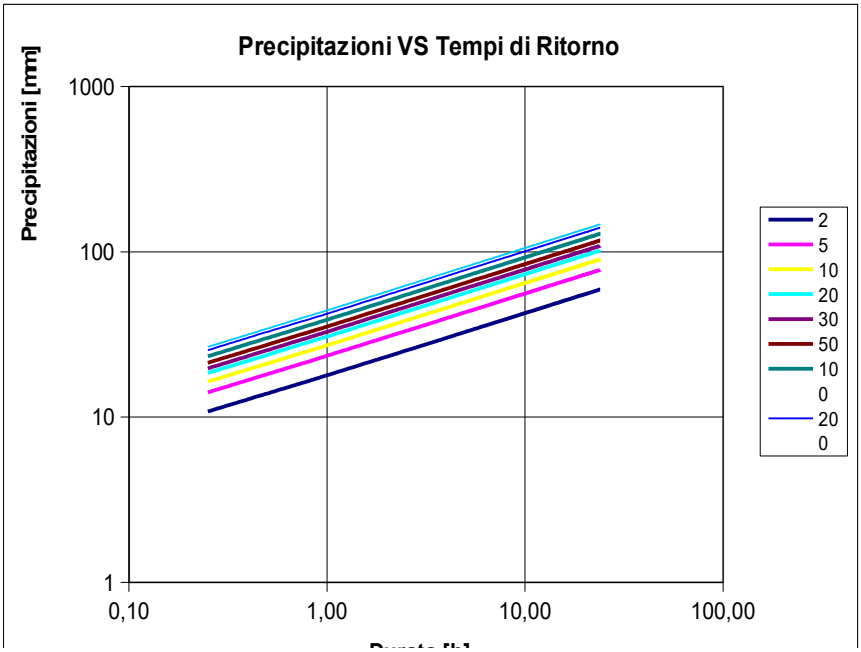


Immagine 53: Precipitazioni e tempi di ritorno

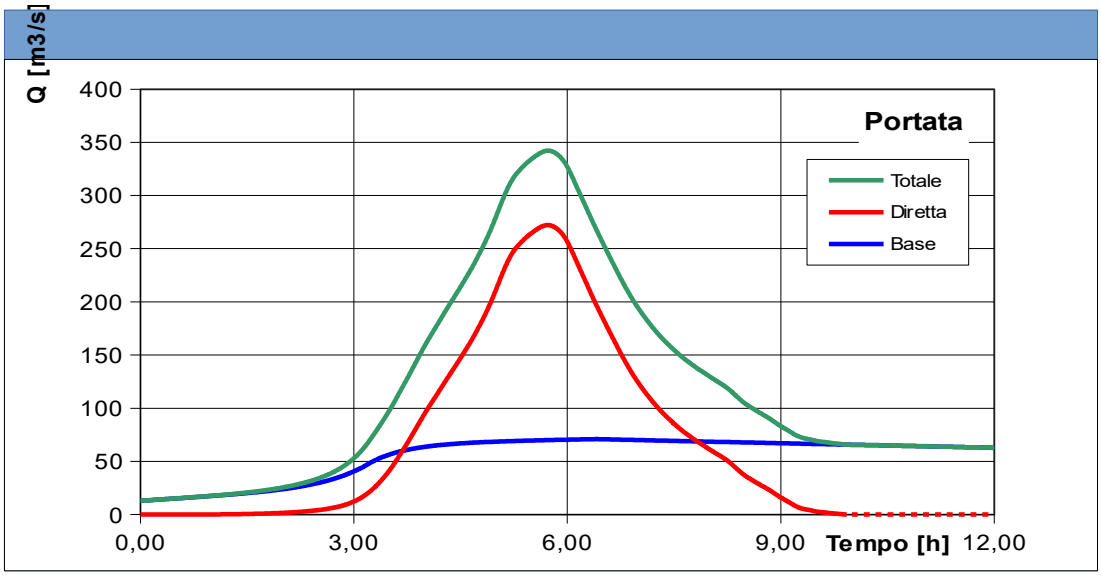
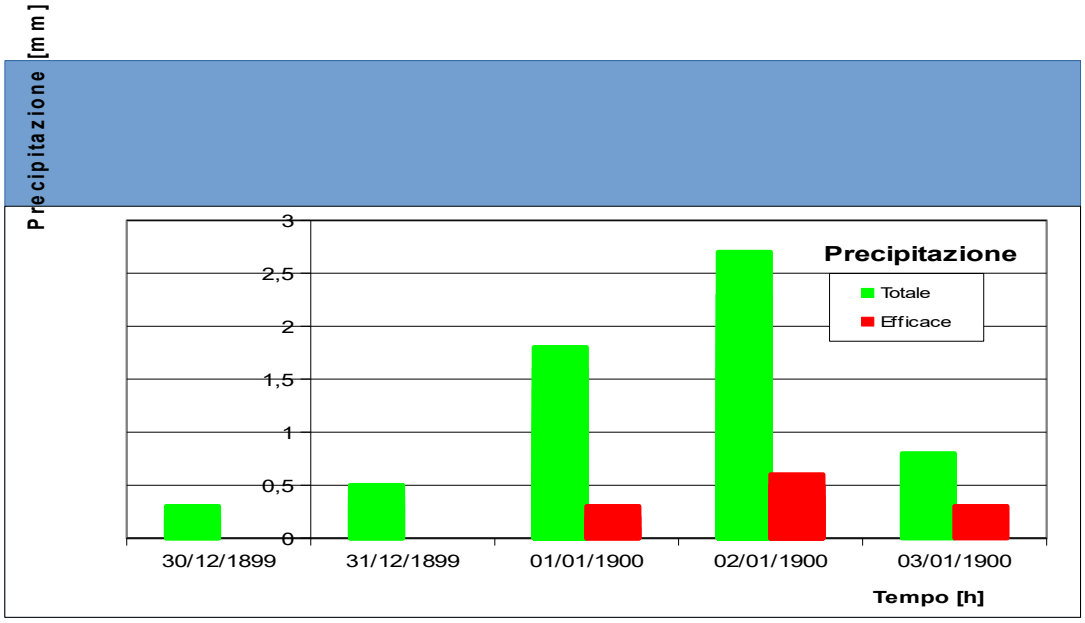


Immagine 54: Idrogramma di piena

Immagine 55: Precipitazione totale e efficace



PARAMETRI DELLA SIMULAZIONE	
Portata iniziale (m3/s)	13,33
Cost. Esaurim. Deflusso Base	0
AMC	3,125
CN apparente	69,971
Perdite iniziali	266,593
Area del bacino (km2)	100
Area contribuente (%)	6,3
Velocità canale (m/s)	38,776
Velocità minima versante (m/s)	0,377
Velocità massima versante (m/s)	0,805
Costante k velocità versante (-)	WALLINGF
Soglia versante/canale minima (km2)	0,9
Soglia versante/canale massima (km2)	GUMBEL
Costante k soglia versante/canale (km2)	0,8
Durata precipitazione critica (h)	20
a	0,5
n	0
n < 1h	0
ARF	0
Forma ietogramma	shape
Riduzione pioggia	0
Modello LSPP	0
Fattore geomorfologico	0
Soglia fatt. geomorfologico	0
Avanzamento ietogramma	0

Tabella 5: Parametri di questa simulazione

3. Per un tempo di Ritorno di 200 anni

PARAMETRI LSPP										
a									n	
Tempo di Ritorno									Durata Precipitazione	
2	5	10	20	30	50	100	200	300	< 1h	> 1h
17,9	23,5	27,2	30,7	32,8	35,3	38,8	42,2	44,2	0,37	0,38

Tabella 6: parametri LSPP

PRECIPITAZIONI									
	Tempo di Ritorno								
Durata (h)	2	5	10	20	30	50	100	200	300
0,25	10,8	14,1	16,4	18,5	19,7	21,3	23,3	25,4	26,6
0,50	13,9	18,2	21,1	23,8	25,4	27,4	30,1	32,8	34,3
0,75	16,1	21,1	24,5	27,7	29,5	31,8	34,9	38,0	39,8
1,00	17,9	23,5	27,2	30,7	32,8	35,3	38,8	42,2	44,2
2,00	23,2	30,5	35,3	39,9	42,6	45,9	50,4	54,8	57,4
3,00	27,0	35,5	41,1	46,5	49,6	53,5	58,7	63,9	66,9
4,00	30,1	39,6	45,8	51,8	55,3	59,6	65,4	71,2	74,6
5,00	32,8	43,1	49,9	56,4	60,2	64,9	71,2	77,5	81,2
6,00	35,1	46,1	53,4	60,4	64,4	69,5	76,3	83,0	87,0
7,00	37,2	48,9	56,6	64,0	68,3	73,6	80,8	88,0	92,2
8,00	39,1	51,4	59,6	67,3	71,8	77,4	85,0	92,5	96,9
9,00	40,9	53,8	62,3	70,4	75,1	81,0	88,9	96,7	101,3
10,00	42,6	55,9	64,8	73,3	78,1	84,2	92,5	100,7	105,5
11,00	44,1	58,0	67,2	75,9	81,0	87,3	95,9	104,4	109,3
12,00	45,6	59,9	69,4	78,5	83,7	90,2	99,1	107,8	113,0
13,00	47,0	61,8	71,5	80,9	86,3	93,0	102,1	111,1	116,4
14,00	48,4	63,5	73,6	83,2	88,7	95,7	105,0	114,3	119,7
15,00	49,6	65,2	75,5	85,4	91,1	98,2	107,8	117,3	122,9
16,00	50,9	66,8	77,4	87,5	93,3	100,6	110,4	120,2	125,9
17,00	52,0	68,3	79,1	89,5	95,5	102,9	113,0	123,0	128,8
18,00	53,2	69,8	80,9	91,5	97,6	105,2	115,4	125,7	131,7
19,00	54,3	71,3	82,5	93,4	99,6	107,3	117,8	128,3	134,4
20,00	55,3	72,7	84,2	95,2	101,5	109,4	120,1	130,8	137,0
21,00	56,3	74,0	85,7	96,9	103,4	111,5	122,4	133,2	139,5
22,00	57,3	75,3	87,2	98,7	105,2	113,4	124,5	135,6	142,0
23,00	58,3	76,6	88,7	100,3	107,0	115,4	126,6	137,9	144,4
24,00	59,3	77,8	90,2	102,0	108,7	117,2	128,7	140,1	146,8

Tabella 7: precipitazioni e tempi di ritorno

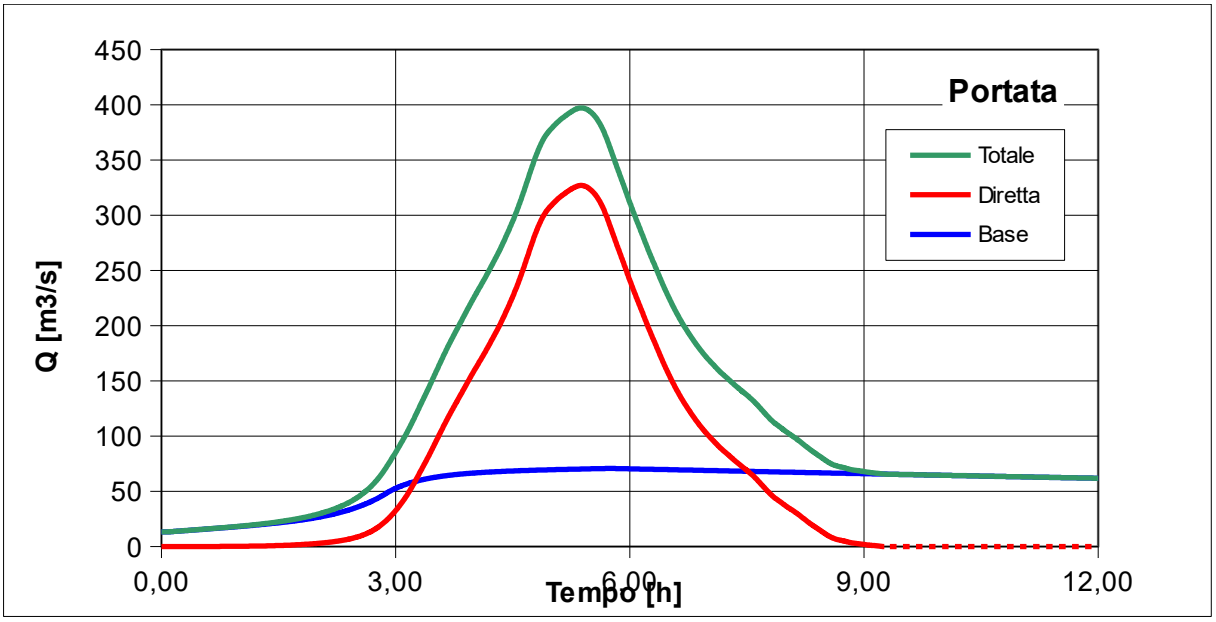


Immagine 56: Idrogramma di piena

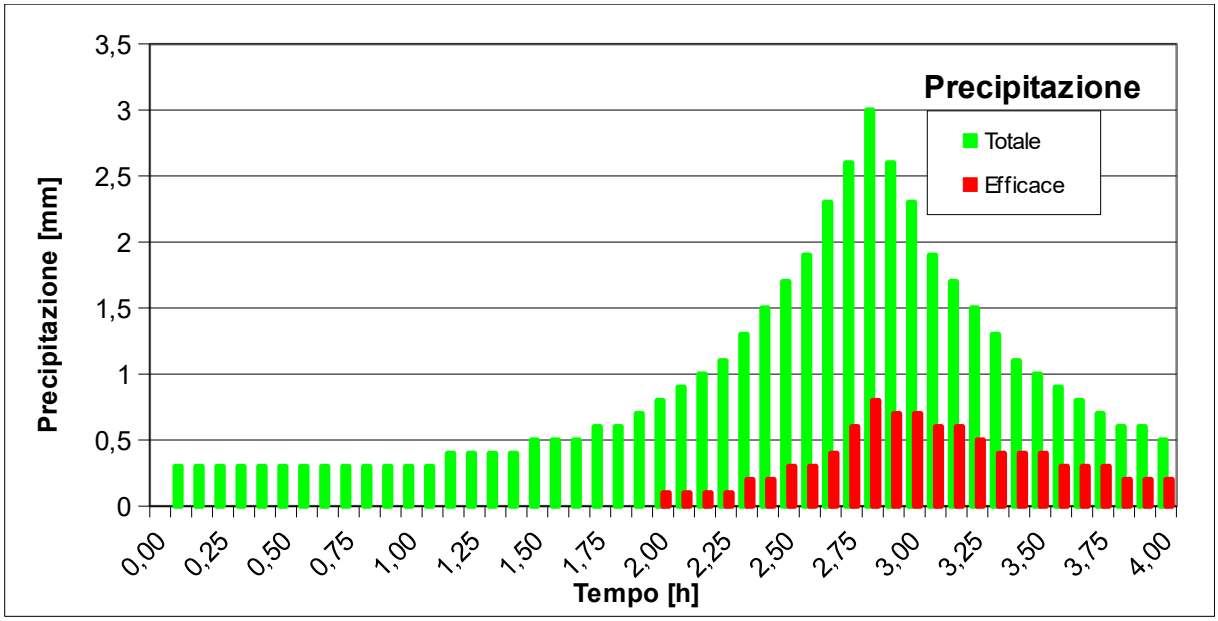
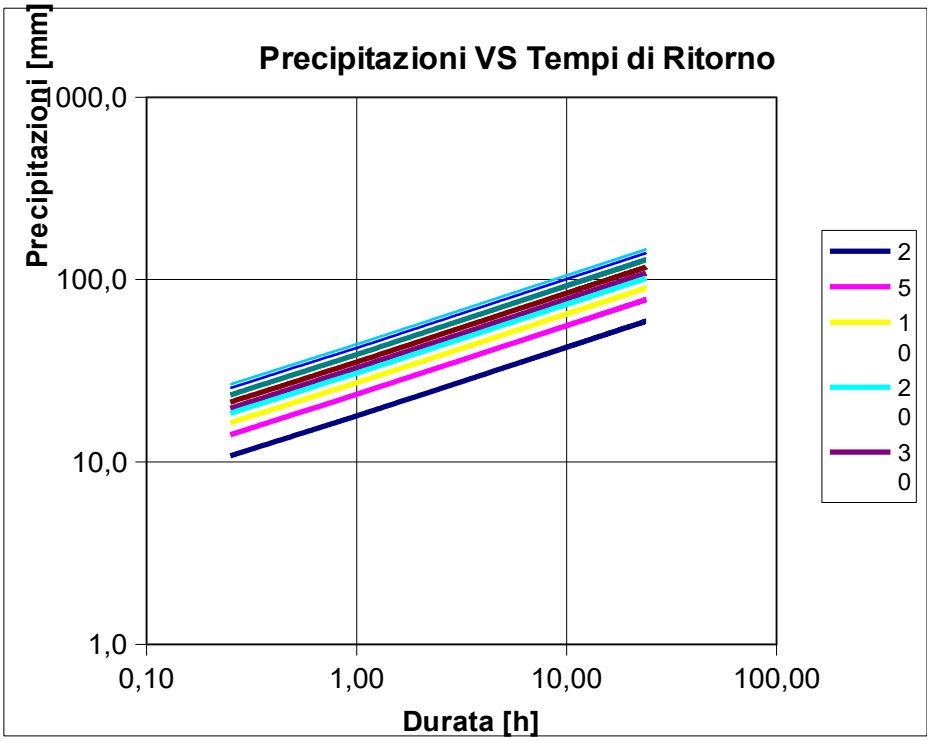


Immagine 57: pioggia efficace e utile

Immagine 58: Precipitazioni e tempi di ritorno



PARAMETRI DELLA SIMULAZIONE	
Portata iniziale (m3/s)	13,33
Cost. Esaurim. Deflusso Base	0
AMC	3,257
CN apparente	71,597
Perdite iniziali	266,593
Area del bacino (km2)	100
Area contribuente (%)	5,7
Velocità canale (m/s)	42,214
Velocità minima versante (m/s)	0,377
Velocità massima versante (m/s)	0,787
Costante k velocità versante (-)	WALLINGFORD
Soglia versante/canale minima (km2)	0,9
Soglia versante/canale massima (km2)	GUMBEL
Costante k soglia versante/canale (km2)	0,8
Durata precipitazione critica (h)	20
a	0,5
n	0
n < 1h	0
ARF	0
Forma ietogramma	shape
Riduzione pioggia	0
Modello LSPP	0
Fattore geomorfologico	0
Soglia fatt. geomorfologico	0
Avanzamento ietogramma	0

Immagine 59: Parametri della simulazione

7 CONCLUSIONI :

Questo lavoro comprende un'ampia introduzione teorica sull'argomento della “vegetazione in alveo”, che spazia anche dai principi dell' idraulica, alla geomorfologia, alla descrizione dei tipi forestali presenti in Trentino, alle specie specie infestanti e indicatrici maggiormente presenti negli alvei, fino a comprendere principi di ecologia fluviale. Sono anche presenti indicazioni da manuale per la gestione della fasce tampone.

Questa premessa teorica ha posto le basi per la comprensione del delicato ecosistema fiume, di cui la vegetazione di ripa rappresenta una elemento chiave e determinante.

La seconda parte è stata dedicata a presentare i sopralluoghi effettuati e all' analisi delle particolarità del territorio della Val di Fiemme si sono analizzate molte particolarità del territorio della Valle di Fiemme, considerando e ponderando le scelte nei tagli effettuati sulla vegetazione di ripa e nella opere di difesa del suolo, nonché le scelte operate riguardo alla movimentazione del materiale di sponda e dei depositi fluviali .
Sono state esplicitate, in zone oggetto di certi interventi, le motivazioni dei lavori, le conseguenze che hanno avuto, e come si sarebbe potuto intervenire in maniera più adeguata.
Da tale analisi è possibile affermare che in alcune zone dove sono stati eseguiti interventi di grande utilità, si è provveduto a dare una motivazione perché sono stati fatti, e si è riportato quali siano state le conseguenze per la fauna ittica, che costituisce parte inscindibile dell'ecosistema fiume.
In un ecosistema complesso come un biotopo o una zona speciale di conservazione (ZSC), non sempre è facile stabilire quali siano i possibili interventi migliori da realizzare, specie nel lungo periodo in quanto è difficile conoscerne l'evoluzione, ma è invece molto chiaro quali sono gli interventi di taglio e gestione da non effettuare, che rischiano di compromettere l'ecosistema complesso che vi vive.
Di fondamentale importanza risulta mantenere sul territorio le varie tipologie di habitat ripari(in riferimento alla rete Natura 2000) che sono presenti , evitando anche di introdurre specie alloctone (compresa l'avifauna nidificante, che va a compromettere quella già esistente, di cui l' immissione è comunque vietata da specifiche leggi nazionali), che rischiano di soffocare le specie riparie e arbustive autoctone già presenti . Quando già presenti, occorre cercare di eliminarle o contenerle, anche se nel caso di specie come la Robinia questo può essere non facile.
Per altri casi, si è spiegato il diverso impiego che è stato fatto di massi recuperati dal letto fluviale, oppure i metodi di contenimento dei versanti e delle sponde di particolari zone e vallate sottoposte a rischio idrogeologico.
Si sono analizzate anche quelle situazioni dei rii di montagna, che a causa dell' elevata pendenza devono essere oggetto di sistemazioni idraulico-

forestali, e dove comunque spesso si deve ricorrere a interventi di taglio della vegetazione arbustiva .
In altri sopralluoghi, si sono indagati anche aspetti storici, cioè tagli o interventi effettuati in passato e per una precisa motivazione. In questi casi, si vedono sicuramente anche effetti negli ecosistemi attuali. Ciò che risalta, è che per realizzare tali questi interventi spesso non c'è un'unica strada da seguire, ma che, in considerazione di vari fattori (sedimento, la tipologia di copertura arbustiva arborea erbacea, la pendenza, franabilità, la coesione del terreno, presenza di abitazioni e aree rurali, i livelli idrometrici normali e straordinari ecc...) si deve ponderare e scegliere tra vari interventi, tenendo sempre in considerazione anche la collaborazione tra enti e il confronto di idee.
In conclusione si può dire che ogni corso d'acqua, torrente, fiume, o rigagnolo che sia, è unico nel suo genere. Questo sia dal punto di vista ittico, che dal punto di di vista vegetazionale, che dal punto di vista sedimentologico, idraulico, SIF e delle opere di presa che vi si trovano, e quindi occorrerà valutare caso per caso che intervento effettuare, quando, con che gradi di intervento, e se eventualmente dovrà essere ripetuto in un futuro più o meno lontano.

8. RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare di cuore tutte le persone che mi hanno seguito in questo lavoro, specialmente per la parte pratica, che ha richiesto un impegno non indifferente da parte delle Magnifica Comunità di Fiemme, e in particolare nella persona del guardiapesca della Comunità **Alfredo Zorzi** .
Ringrazio anche il correlatore **Andrea Bertagnolli,** che si è preso l' incarico di visionare il documento al termine della sua compilazione, e che mi ha dato diverse indicazioni per la sistemazione finale .

Desidero ringraziare sentitamente anche, **Ilario Cavada,** che lavora come tecnico forestale presso MCF, il quale mi ha seguito con pazienza nel tirocinio da me svolto nell'estate 2015 e mi ha dato 'idea di svolgere questo lavoro di tesi, che si focalizza su questa tematica che in valle è molto sentita (oltre ad avermi dato proprio diversi spunti nella bibliografia):

Bibliografia:

1) Guarneri L.,Leone L.M., Preti F.(2009) . “Vegetazione ripariale: conoscenza e tecniche per corsi d'acqua e canali di bonifica”–. Pubblicazione del Corso di formazione e Aggiornamento Professionale, “Gestione della vegetazione ripariale dei corsi d'acqua e dei canali di bonifica ”. Tutto il volume.

Pubblicazione eseguita da: Regione Toscana (Settore Tutela e Valorizzazione delle Risorse Ambientali), Università degli studi di Firenze- Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale

In collaborazione con: Centro italiano per la riqualificazione fluviale

Con il patrocinio di: Unità Nazionale Comuni Comunità Enti Montani della Toscana

Unione Regionale per le bonifiche, l'irrigazione e l'ambiente della Toscana

Località: Toscana

Codice ISBN: non disponibile

Ha collaborato alla stesura di questo volume:

Florineth F.(2004). “Le piante invece del calcestruzzo”- Manule di Bioingenieria e tecnologia vegetazionale” Patzer Verlag di Berlino – Hannover, ISBN 3-87.617-1-107-5

2) Siligardi et Al, 2007. IFF 2007- “ Indice di funzionalità fluviale” -Nuova versione del metodo revisionata ed aggiornata.

Stampato in Italia da:

Lineagrafica Bertelli Editori snc- Trento.

Codice ISBN: 9788844803186

3) IDRAIM- - Rinaldi M, Surian N., Comiti F., Bussettini M. (2014): IDRAIM-“Sistema di valutazione idro-morfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua”- Pubblicazione ISPRA- Manuali e Linee Guida 113 /2014. Roma, giugno 2014.

Editoriale: Daria Mazzella

ISPRA- Settore Editoria

Codice ISBN: 978-88-448-0661-3

4) Progetto Life+TEN, della Provincia Autonoma di Trento.

Autori generali

Relazione a cura di:

Giuliano Trentini – Elementi di studio associato di Progettazione Ambientale

Giordano Rossi – Elementi di studio associato di Progettazione Ambientale

Gruppo di Lavoro:

Thomas Epis (PAT)- Servizio Bacini Montani

Valeria Fin (PAT): Servizio Conservazione della Natura e Valorizzazione Ambientale

Paolo Negri (PAT): Azienda Provinciale protezione Ambiente

Titolo del lavoro: "AZIONE A7 Linee guida per la gestione della vegetazione lungo i corsi d'acqua in Trentino"-

Trento, agosto 2013

5) Sitzia e Odasso,(2000) "Formazioni riparie igrofile"; pp.94-100. In: Odasso M. (2002)."I tipi forestali del Trentino"- Centro di Ecologia Alpina delle Viote-Monte Bondone. Trento, 2002.

Finito di stampare nel 2002, presso Tipografia Srl Lavis.

6) Materiale didattico di lezione (corso di Difesa del suolo)

7):: Carbonari A. - Mezzanotte M., (2000) – "Tecniche naturalistiche nella sistemazione del territorio". Pubblicazione della Provincia Autonoma di Trento.

Ristampa riveduta ed aggiornata della PAT, 2000

8) Gallati M., Sibilla S., (marzo 2015). Capitolo 7. Il moto nei liquidi reali e correnti in pressione. E capitolo 8: Correnti a superficie libera. A cura di: Gallati M., Sibilla S., "Fondamenti di idraulica".

Carocci editore

Corso Vittorio Emmanuele secondo, Roma

ISBN: 978-88-430-5171-7