

IL RUOLO DELLA VEGETAZIONE RIPARIALE E LA RIQUALIFICAZIONE DEI CORSI D'ACQUA

ATTI DEL SEMINARIO NAZIONALE

TORINO - 1 Ottobre 2008

QUADERNI DI TUTELA DEL TERRITORIO



Parco fluviale del
Po torinese



ipla istituto per
le piante da legno
e l'ambiente ipia spa



CITTA' DI TORINO



AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA



Parco
Lame del Sesia

Foto di copertina:

Il fiume Po dalle colline del Monferrato



Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo,
Economia Montana e Foreste
Settore Idraulica Forestale e Tutela del Territorio

IL RUOLO DELLA VEGETAZIONE RIPARIALE E LA RIQUALIFICAZIONE DEI CORSI D'ACQUA

ATTI DEL SEMINARIO NAZIONALE

TORINO - 1 Ottobre 2008

Progetto e coordinamento

Regione Piemonte

Settore Idraulica Forestale e Tutela del Territorio

Vito Debrando
Giorgio Cacciabue
Giovanni Castellana

Stampa a cura del

Centro Stampa della Regione Piemonte

Gennaio 2009

Info e distribuzione

Regione Piemonte

Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Economia Montana e Foreste
Settore Idraulica Forestale e Tutela del Territorio

Via dei Guasco, 1
15100 – Alessandria
Tel 0131-285045 – fax 0131-285042
www.regione.piemonte.it



Parco fluviale del
Po torinese



istituto per
le piante da legno
e l'ambiente ipa spa



CITTA' DI TORINO



AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA



Parco
Lame del Sesia

PRESENTAZIONE

La gestione della vegetazione riparia rientra nell'ambito delle attività di manutenzione del corso d'acqua, in primo luogo come indispensabile attività di prevenzione contro i pericoli naturali e le piene.

È necessario operare tenendo in considerazione le necessità di protezione dei siti con quelle di conservazione o ripristino degli habitat.

Una corretta e razionale manutenzione deve essere prioritaria rispetto a tutti gli altri tipi di intervento poiché garantisce l'efficienza a lungo termine delle opere di protezione, assicura la necessaria sezione di deflusso in caso di piena e contribuisce alla conservazione e alla valorizzazione degli spazi vitali all'interno e nelle adiacenze dei corsi d'acqua.

Per gestire correttamente la vegetazione ripariale è necessario fissare regole di comportamento che definiscano, in base alle caratteristiche del corso d'acqua e alla situazione locale, il miglior approccio.

Il seminario nazionale organizzato dalla Regione Piemonte ha voluto proporre un momento di riflessione su una tematica multidisciplinare come quella della gestione e tutela dei corsi d'acqua. È stato affrontato in particolare il tema del ruolo della vegetazione riparia e golenale nel complesso dell'ecologia dei corsi d'acqua, gli interventi di gestione e ripristino.

C'è sta poi anche l'analisi di alcune esperienze di gestione della vegetazione riparia e di rinaturalizzazione dei corsi d'acqua in atto nel bacino del Po e in altri contesti italiani.

Alle tre giornate di studio hanno partecipato oltre 300 persone portando i loro qualificati contributi finalizzati a raggiungere l'obiettivo prefissato, cioè quello di porre a confronto le diverse esperienze e i differenti punti di vista riferiti alle tipologie di scelta, alle priorità ed esigenze di intervento e i conseguenti riflessi sull'ambiente fluviale.

Con particolare piacere quindi presento nelle pagine successive le relazioni finali con la convinzione che l'attività che la Regione Piemonte ha intrapreso, improntata alla difesa dall'acqua, debba e possa coniugarsi con la necessità della tutela dei corsi d'acqua e dei loro habitat.

Bruna Sibille

Assessore allo Sviluppo della Montagna e Foreste, Opere Pubbliche e Difesa del Suolo

INDICE

INTRODUZIONE	1
ESPERIENZE DI GESTIONE E RINATURAZIONE DEI CORSI D'ACQUA	3
GESTIONE FORESTALE E RINATURAZIONE SUL FIUME TICINO: IL CASO DEL PARCO TICINO LOMBARDO (<i>Furlanetto D., Parco V.</i>)	5
RICOSTRUZIONE DI BOSCHI E AMBIENTI NATURALI SUL FIUME OGLIO: L'ESPERIENZA DEL PARCO DELL'OGLIO SUD (<i>Perlini S.</i>)	12
IL PARCO DI SAN COLOMBANO E IL SUO RUOLO NELLA TUTELA DEGLI ECOSISTEMI FLUVIALI (<i>Goldoni M., Davoglio G.</i>)	17
I PROGETTI DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (<i>Farioli C.</i>)	28
L'ATTIVITÀ REGIONALE DI INDIRIZZO TECNICO, TUTELA E GESTIONE (<i>Cacciabue G.</i>)	40
VEGETAZIONE E RISCHIO IDRAULICO, RINATURALIZZAZIONE DEI CORSI D'ACQUA: TECNICA E RICERCA	45
GESTIONE DELLA VEGETAZIONE RIPARIA E SICUREZZA DEL TERRITORIO (<i>Preti F.</i>)	47
RIQUALIFICAZIONE DEI CORSI D'ACQUA RURALI (<i>Bischetti G.B.</i>)	51
VEGETAZIONE E RIQUALIFICAZIONE – MONITORAGGIO DEGLI INTERVENTI: LE GRANDI FORESTE DI PIANURA DELLA REGIONE LOMBARDIA. ANALISI E PROSPETTIVE (<i>Assini S., Sartori F.</i>)	57
INTERAZIONE TRA VEGETAZIONE ARBOREA E PROCESSI DI INSTABILITÀ IN AMBIENTE TORRENTIZIO (<i>Tropeano D., Turconi L. in collaborazione con G. Savio</i>)	66
L'INGEGNERIA NATURALISTICA NELLE SISTEMAZIONI IDRAULICHE (<i>Cornellini P., Sauli G.</i>)	76
LA DINAMICA DEI POPOLAMENTI VEGETALI E LE DIVERSE SCALE DELL'APPROCCIO TIPOLOGICO NELLA GESTIONE DELLA VEGETAZIONE RIPARIA (<i>Varese P.</i>)	86
ALTRI CONTRIBUTI	95
ESPERIENZE DI GESTIONE FORESTALE (<i>Lazzaro Q.</i>)	97
CONSERVAZIONE DI <i>POPULUS NIGRA L.</i> E <i>POPULUS ALBA L.</i> NELL'AMBITO DI ATTIVITÀ DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE: IL CASO DELL'ISOLA COLONIA DI PALAZZOLO VERCELLESE (<i>Dulla M., Vietto L., Chiarabaglio P.M., Cristaldi L.</i>)	101
MANUTENZIONE PROGRAMMATA DELLE ASTE FLUVIALI CON TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA IN PROVINCIA DI AVELLINO (<i>Doronzo G. – Roca M.</i>)	111
CRITERI PER LA MANUTENZIONE DELLA VEGETAZIONE RIPARIALE DI CORSI D'ACQUA COLLINARI E MONTANI (<i>Preti F., Guarnieri L.</i>)	113
CORSO D'ACQUA E VEGETAZIONE: TECNICHE DI PARAMETRIZZAZIONE MEDIANTE ANALISI DI DATI LIDAR (<i>Forzieri G., Guarnieri L., Castelli F., Preti F.</i>)	125
PROGETTO CORONA VERDE: PIANIFICAZIONE STRATEGICA E GOVERNANCE CAVA GERMAIRE E MONVISO (<i>Estratto da "Progetto Corona verde" – 2007</i>)	133
LA GESTIONE DEL VERDE NEI PARCHI FLUVIALI DELLA CITTÀ DI TORINO (<i>Bovo G., Hosmer Zambelli D.</i>)	136

1 - INTRODUZIONE

A livello europeo è ormai riconosciuto che occorre affrontare il tema dell'assetto dei corsi d'acqua e del territorio con un approccio di tipo integrato e multi-obiettivo, considerando cioè insieme, oltre agli aspetti idraulici, anche quelli geomorfologici ed ambientali; mettere ciò in pratica richiede però di modificare i metodi di pianificazione, progettazione e gestione dei corsi d'acqua, alla ricerca di un nuovo punto d'equilibrio tra esigenze diversificate.

Occorre passare da una pianificazione parziale che considera la gestione del corso d'acqua solo attraverso la necessità di regolarne l'andamento delle acque in un alveo artificiale, ad una pianificazione complessiva considerando piuttosto la possibilità di lasciare allo stesso le proprie aree di espansione; ad una gestione che non implica la distruzione totale della vegetazione arborea, quanto il suo costante controllo secondo criteri distributivi e strutturali compatibili con il buon deflusso delle acque nei periodi di piena; ad un utilizzo della vegetazione ai fini del consolidamento dei terreni e della difesa delle rive stesse.

Con le giornate di studio che il Settore Idraulica Forestale della Regione Piemonte ha organizzato nei giorni 1-2-3 ottobre 2008 si è voluto avviare un tavolo di discussione sulle problematiche complesse di gestione dei corsi d'acqua partendo dalle esperienze italiane di buone pratiche e approfondendo alcuni degli aspetti tecnici con il contributo di importanti Enti e Istituti di ricerca italiani.

Al seminario del 1° ottobre hanno seguito due giornate tecniche di visite sul fiume Sesia e sul fiume Po e gli Atti che sono raccolti in questa pubblicazione, che costituisce il terzo volume della collana "Quaderni di tutela del territorio", sono stati raggruppati in tre sessioni:

- 1) esperienze di gestione e rinaturazione dei corsi d'acqua;
- 2) vegetazione e rischio idraulico, rinaturalizzazione dei corsi d'acqua: tecnica e ricerca;
- 3) altri contributi.

Nel primo gruppo, oltre alle esperienze di gestione illustrate nella prima giornata, sono state inserite le relazioni più generali dell'Autorità di Bacino del fiume Po e della Regione Piemonte.

Nel secondo gruppo rientrano gli approfondimenti sulle diverse attività di ricerca e i contributi specialistici.

Nel terzo gruppo sono inseriti ulteriori esperienze di ricerca e i contributi relativi alle visite tecniche.

Tutte le presentazioni della giornata del 1° ottobre sono invece pubblicate sul sito web regionale: www.regione.piemonte.it/montagna/ nell'area eventi della sezione tematica relativa all'idraulica forestale.

L'apprezzamento manifestato da molti per l'iniziativa intrapresa costituisce un ulteriore stimolo per il Settore Idraulica Forestale e Tutela del Territorio per continuare nell'attività di divulgazione e di ricerca nel campo delle gestione dei corsi d'acqua e delle vegetazione riparia, questo anche alla luce del processo di riorganizzazione regionale che ha attribuito al settore medesimo le competenze in materia di coordinamento della pianificazione regionale in campo idraulico-forestale dei bacini montani, collinari e delle fasce riparie, nonché la ricerca, monitoraggio e sperimentazione relativamente alle sistemazioni idraulico-forestali e all'ingegneria naturalistica.

A conclusione di questa presentazione è doveroso rivolgere un sentito ringraziamento a tutti i relatori, agli Enti Parco, ai tecnici e ai colleghi che hanno collaborato con noi e hanno permesso la buona riuscita dell'evento e la pubblicazione degli Atti.

Vito Debrando
Giorgio Cacciabue
Giovanni Castellana





ESPERIENZE DI GESTIONE
E RINATURAZIONE
DEI CORSI D'ACQUA

GESTIONE FORESTALE E RINATURAZIONE SUL FIUME TICINO: IL CASO DEL PARCO TICINO LOMBARDO

Furlanetto D.¹, Parco V.¹

1 - IL PARCO DEL TICINO E IL SUO RUOLO NELLA TUTELA DEGLI ECOSISTEMI FLUVIALI

Situata in parte in territorio elvetico e in parte al confine fra Lombardia e Piemonte, la Valle del Ticino occupa una vasta area che porta i segni di un'antropizzazione antica e di un recente grande sviluppo urbano e industriale. Ciononostante è anche un territorio in cui sono presenti condizioni di eccellenza da un punto di vista ecologico, paesaggistico, architettonico e culturale.

Il fiume Ticino e la valle omonima costituiscono una vera e propria *bioregione* che inizia alle sorgenti del fiume nel massiccio del S. Gottardo, prosegue con la vasta porzione di territorio elvetico che prende il suo nome, il Canton Ticino, scorrendo in un territorio abbastanza ben conservato fino all'imbocco della Piana di Magadino, dove viene imbrigliato in argini che ne fanno un banale canale fino al delta con cui sfocia nel Lago Maggiore; una volta uscito dal bacino del Verbano, attraversa la Pianura Padana, incidendola, e termina dopo aver lambito Pavia, con la confluenza nel Po.

La Valle del Ticino costituisce il più importante corridoio ecologico tra Alpi ed Appennini, anello essenziale di connessione biologica tra l'Europa continentale, il bacino del Mediterraneo e l'Africa, e da circa trent'anni nel tratto sublacuale è protetta da due parchi che ricadono nelle due regioni a cui il Ticino fa da confine, il Piemonte e la Lombardia. A seguito di un protocollo d'intesa tra le due Regioni, sottoscritto nel 1995, il Parco lombardo e quello piemontese sono stati formalmente uniti in un unico Parco Interregionale che, nel complesso, costituisce una delle più vaste aree fluviali protette d'Europa.

Il Parco del Ticino lombardo è noto come un mosaico diversificato di ambienti naturali e naturaliformi, di paesaggi e di testimonianze culturali e storiche, come un territorio dove coesistono aree ad elevata biodiversità e attività antropiche (industrie, agricoltura, turismo). Questa ricchezza e varietà costituiscono i punti di forza di un territorio che, per tali caratteristiche, è unico nell'intera Pianura Padana. Tale varietà ha un elemento unificante, un filo conduttore: il fiume Ticino e i suoi boschi periferici.

Grazie al fiume e al suo reticolo idrografico si sono sviluppati ambienti naturali (boschi, lanche, ecc.) e habitat popolati da un gran numero di specie animali e vegetali che qui hanno trovato e tuttora trovano le condizioni idonee per il loro insediamento e riproduzione; lo stesso ambiente fluviale costituisce di per sé un ecosistema unico e variegato, popolato e frequentato a sua volta da numerose specie animali legate all'ambiente acquatico.

Il fiume si caratterizza anche per una molteplicità di elementi distintivi, problematiche e modalità di gestione: dalla qualità alla quantità di acqua, dal mantenimento dell'ecosistema naturale sino ai vari usi della risorsa idrica, dall'assetto geomorfologico e dalle dinamiche fluviali naturali alla regimazione e artificializzazione del suo corso.

La colonizzazione antropica delle sponde e le conseguenti attività economiche legate alla presenza dell'uomo, hanno contribuito a modificare il tracciato naturale del corso del Ticino: ciò è avvenuto sia a causa degli scavi in alveo, oggi per fortuna vietati, sia a causa delle arginature e dei forti prelievi idrici.

Se una situazione di carenza idrica risulta critica sugli equilibri dell'ecosistema fluviale, altrettanto problematica è la situazione opposta qualora si verificassero eventi di piena che, se non gestiti, possono creare sul territorio vere e proprie emergenze ambientali, anche in termini di sicurezza pubblica.

¹ Consorzio Parco lombardo della Valle del Ticino

I fenomeni di erosione durante le piene si manifestano, con prevalenza, laddove l'area fluviale già occupata da rami laterali attivi ha subito sensibili modifiche e riduzioni. Alla riduzione dell'alveo, difatti, consegue la tendenza da parte del fiume in occasione delle piene ad invadere gli originari rami laterali in molti casi occupati dall'uomo con gli insediamenti abitativi o attività agricole.

Una soluzione alternativa alle difese spondali "rigide", ma funzionale per limitare l'erosione e gli eventuali danni da piena, che consente di ridurre la forza delle acque e la libera divagazione del fiume, è quella di individuare un'area a rischio idraulico da destinare a cassa d'espansione. Si tratta di una porzione di territorio di consistenti dimensioni il cui uso deve essere controllato e limitato in funzione delle dinamiche del fiume. Individuare e progettare una corretta cassa di espansione richiede una precisa conoscenza della "vita" del fiume e del suo bacino idrografico, un'analisi sulle opere di regimazione idraulica realizzate lungo l'intero tratto fluviale al fine di individuare i tratti dove è ritenuto indispensabile intervenire con difese spondali e altri, invece, dove è possibile eliminare i vincoli imposti dall'uomo alle divagazioni del fiume, così come previsto anche dal Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.) del Parco.

L'approvazione del "Piano per l'assetto idrogeologico del bacino idrografico del Po" (P.A.I.) ha fornito un ulteriore supporto legislativo alle previsioni già contenute nel P.T.C. del Parco. Nel rispetto delle varie norme che regolano i complessi sistemi fluviali, il Parco ha realizzato una serie di interventi che hanno interessato molti dei comuni rivieraschi.

Nella progettazione sono state individuate le moderne tecniche di realizzazione e di inserimento ambientale avendo per obiettivi la limitazione dei vincoli alla libertà di scorrimento del fiume e la riqualificazione della fascia forestale periferica. Particolare attenzione è stata inoltre posta all'inserimento ambientale e paesaggistico delle opere artificiali, soprattutto realizzando piantumazioni di salici, pioppi e ontani che, una volta affermatasi, hanno garantito un inserimento coerente con il paesaggio fluviale circostante.

Il lavoro realizzato dal Parco - sia attraverso la gestione diretta di alcuni progetti, sia con il controllo esercitato sul territorio, sia con l'indirizzo di altri progetti di recupero presentati direttamente da privati - ha consentito di recuperare molte aree boscate che negli anni immediatamente precedenti l'istituzione del Parco erano state trasformate in aree agricole dedicate alla pioppicoltura.

Va segnalato che in molte situazioni di minore impatto territoriale "la natura ha fatto il suo corso" e si sono raggiunte condizioni ambientali di qualità senza praticamente dar corso a particolari interventi.

2 - LE AZIONI DEL PARCO DEL TICINO PER LA PROTEZIONE E RIQUALIFICAZIONE DELL'ECOSISTEMA FLUVIALE

Come accennato il Parco negli anni ha acquisito esperienze e competenze nell'ambito della riqualificazione dell'ambiente fluviale e ha attivato numerosi progetti di rinaturalizzazione del corso d'acqua e dell'intero ecosistema, finalizzate alla ricostituzione della continuità ambientale del fiume e al restauro e miglioramento delle sue caratteristiche paesaggistiche e naturalistico-ecologiche e ciò come azione di riequilibrio e restauro del sistema fluviale.

Fra le più significative:

- recupero di vecchi tratti fluviali abbandonati, di meandri, lanche e golene;
- realizzazione di opere di protezione delle sponde con tecniche di ingegneria naturalistica;
- miglioramento dell'effetto tampone delle zone umide ripariali preservandole, dove ancora presenti, o ricreandole;
- miglioramento della capacità autodepurativa del fiume attraverso il riciclo della sostanza organica favorendo la crescita e recuperando la vegetazione ripariale;
- ripristino della continuità ecologica dell'ecosistema fluviale e salvaguardia della biodiversità del fiume ricostruendone i tratti forestali alterati dall'uomo o mancanti.

Altri interventi sostenuti ed attuati, riguardano azioni di restauro ambientale mirate alla salvaguardia di aree a particolare fragilità ambientale e/o al recupero e alla riqualificazione di aree degradate o abbandonate con finalità naturalistiche e ambientali. Con la ricostruzione di aree umide sono stati creati ecosistemi che svolgono importantissime funzioni, come quella del mantenimento dei livelli di falda, il controllo delle inondazioni, il controllo dell'erosione e il consolidamento delle rive, la ritenzione dei sedimenti, la cattura dei nutrienti, la mitigazione e la conservazione del microclima.

Di seguito si fornisce una breve sintesi di alcuni progetti realizzati, o in fase di attuazione, che meglio rappresentano il ruolo del Parco nella difesa delle acque del Ticino e dei suoi ecosistemi.

2.1 Recupero Ambientale ex Cava Pietrisco del Ticino – Comune di Somma Lombardo (VA)

Il progetto prevede il recupero morfologico e forestale di un'area di cava che ha interessato il terrazzo principale del fiume Ticino (altezza di oltre 50 m). L'attività estrattiva ha operato un arretramento del terrazzo, lasciando le scarpate in una situazione di instabilità e in allineamento morfologico ambientalmente non accettabile. Il progetto, attualmente in fase di realizzazione, prevede il recupero morfologico delle scarpate realizzando un andamento planimetrico che richiami un'ansa fluviale con il conseguente recupero erbaceo e forestale, sia delle aree a scarpata, sia delle aree in piano. La situazione altimetrica varia ha consentito di prevedere un progetto di recupero forestale distinto in tre fasce:

- bosco di scarpata
- bosco di pianura asciutta
- bosco di pianura umida



Fig. 1 La cava prima dell'intervento (sinistra) e in corso di riqualificazione (destra).

Un aspetto importante di questo recupero è dato dal fatto che la zona svolge la funzione di area filtro delle acque provenienti dal pianalto; da un punto di vista idrogeologico svolge la funzione di laminazione delle acque di piena del Ticino.

2.2 Conservazione e riqualificazione degli habitat e delle specie caratteristiche del SIC Ansa di Castelnovate

Il progetto è finalizzato alla conservazione ed alla riqualificazione della vegetazione naturale della foresta nella porzione meridionale del Sito di Importanza Comunitaria IT2010013 "Ansa di Castelnovate", ai sensi della Direttiva 92/43/CEE su superfici in parte di proprietà del Parco ed in parte concesse in comodato, per un'area di intervento di circa 15,4 ettari.

L'area presenta, in massima parte, una copertura del bosco mesofilo, quercu-carpineto, soprattutto di farnia con olmo e orniello. Sono presenti in altri tratti formazioni forestali con fisionomia di brughiera caratterizzati da una notevole ricchezza floristica, messa a rischio dalla diffusione delle specie esotiche, *Robinia pseudoacacia* e *Prunus serotina*, che compromettono la possibilità di rinnovazione delle specie indigene e alterano le caratteristiche edafiche delle aree xerofile.

L'intervento si pone l'obiettivo primario di conservazione e riqualificazione degli spazi aperti sui greti ciottolosi che presentano una vegetazione affine a quella della brughiera, con onerosi interventi di taglio su *Prunus serotina* a cui è seguito un rinfoltimento con specie autoctone arboree e arbustive. Inoltre, in congruenza con gli obiettivi di conservazione di Rete Natura 2000, l'intervento si finalizza al miglioramento dell'ambiente in relazione alle esigenze dell'entomofauna legata ai querceti maturi (*Ceramix cerdo* e *Lucanus cervus*).

2.3 Recupero e riqualificazione ambientale di un'area degradata da attività di escavazione

Il progetto è regolato da un Protocollo d'Intesa tra il Parco del Ticino e l'amministrazione comunale di Turbigo (MI). L'ambito territoriale d'intervento comprende 30 ha di bosco paralleli alla linea ferroviaria Novara –Milano, ubicato all'interno del Sito d'Importanza Comunitaria IT2010014 "Turbigaccio, Boschi di Castelletto e Lanca di Bernate"; presenta dunque diversi tipi di habitat di importanza ecologica, tra cui di particolare rilevanza risultano gli ambienti perifluviali con popolamenti di *Salix alba*, con caratteristiche presenze di canali e lanche.

Una parte del territorio del SIC è sfruttato da attività agricola, con situazioni di valore quali filari, siepi, canali d'irrigazione, prati stabili e marcite. L'intervento di recupero ambientale ha riguardato un'area all'interno del SIC che risulta impoverita dal punto di vista floristico per l'imponente invasione di specie esotiche e degradata per la presenza di strutture in cemento armato abbandonate e fatiscenti.

Il sentiero europeo E1 collega diverse parti dell'area e si snoda intorno al laghetto artificiale, ora rinaturalizzato, originatosi dalle attività di cava. I lavori hanno riguardato tre categorie di intervento: opere a verde, opere di demolizione e opere edili.

Per quanto riguarda le opere a verde si è intervenuti con una riqualificazione forestale su quattro lotti all'interno delle zone boscate, per un totale di 4,93 ha, oltre a 0,3 ha di bosco ripariale.

Si è effettuato il taglio e l'estirpazione dei semenzali di prugnolo tardivo e il diradamento della robinia. Rinfoltimenti e ripiantumazioni di specie arboree autoctone sono stati effettuati in modo differenziato a seconda delle caratteristiche dell'area, per un totale di circa 3.000 piante.

2.4 Lavori di recupero idraulico ed ambientale di rami laterali del Ticino

Fino al secondo dopoguerra, la sponda lombarda del Ticino era occupata da vaste riserve di caccia, ricche di boschi e zone umide, la cui esistenza ha posto le basi per la creazione del Parco del Ticino, o quanto meno del cuore del suo patrimonio naturalistico.

Con la dismissione delle attività venatorie, ed in virtù delle mutate condizioni socio-economiche locali, le strutture deputate all'esercizio della caccia si sono trasformate, ed in qualche caso, come ad esempio per le lanche, hanno perso le loro caratteristiche funzionali. Il progetto di recupero si è quindi articolato in una serie di interventi, parte in proprietà private, parte nella proprietà del Parco del Ticino, finalizzato a:

- effettuare operazioni di manutenzione nelle lanche una volta utilizzate per la attività venatoria;
- ripristinare la circolazione idrica in aree ove questa è venuta meno: è il caso del ripristino del collegamento a Ticino del canale "Delizia" nella Riserva Naturale Orientata "La Fagiana" di Magenta (MI);

- realizzare un'opera di presa dal canale scolmatore di Nord Ovest (regolabile), al fine di riattivare e rimpinguare la circolazione idrica in rami laterali del fiume (Portichetto) ed approvvigionare un'area interclusa fra i boschi.



Fig. 2 Il Ramo Delizia in seguito all'intervento di riattivazione

2.5 “Implementazione di un percorso di gestione partecipata finalizzata alla realizzazione di un ecosistema filtro per l'affinamento dei reflui del depuratore di Vigevano, per il riutilizzo in agricoltura di tali acque e per la riqualificazione della località Lanca Ajala”

Il progetto, in fase di attuazione, si pone come “intervento pilota”, finalizzato alla realizzazione di un ecosistema filtro a valle di un depuratore che serve la città di Vigevano (PV), attraverso una progettazione partecipata della risorsa idrica superficiale, incentivando il riutilizzo delle acque in uscita dal depuratore in agricoltura.

Il progetto prevede una duplice linea di azione: da un lato si prevede di realizzare un ecosistema filtro che recepisca le acque in uscita dall'impianto di depurazione biologica tradizionale, dall'altro si propone di riaprire un vecchio alveo di una roggia storica, nel quale convogliare i reflui in uscita dall'ecosistema filtro, in modo tale che i reflui, ora recapitati in Ticino, siano invece destinati al riutilizzo in agricoltura, eliminando quindi una fonte di impatto sul fiume.

L'insieme di questi interventi porterà ad una riqualificazione complessiva di tutta l'area contribuendo alla creazione di un'area umida, andando a supportare il disegno di Rete Ecologica locale individuato dal Parco del Ticino e costituendo contemporaneamente un'area di grande interesse per la conservazione di specie animali e vegetali legate agli ambienti umidi.

La riapertura dell'intero corso della Roggia Castellana-Magna, che porterà all'eliminazione dell'attuale chiavica di imbocco, costituirà un intervento migliorativo per il fiume, dato che non saranno più eseguiti i frequenti lavori in alveo volti a contrastare l'instabilità naturale delle opere di derivazione, con conseguenze benefiche sulla stabilità dell'alveo stesso e la riduzione di tale impatto.



Fig. 3 La località Lanca Ajala (Vigevano, PV) nell'attuale punto di collegamento tra i canali di derivazione e la lanca da cui viene derivata la portata irrigua della Roggia Castellana-Magna

2.6 Recupero naturalistico di un'area umida con interventi di ingegneria naturalistica in località Cascina Venara, Zerbolò (PV)

Il ripristino dell'invaso d'acqua, anticamente utilizzato come peschiera, situato in prossimità degli edifici di "Cascina Venara" ha avuto come scopo quello di ricreare lo stato originale dei luoghi, realizzando una lanca artificiale.

Per lanca si intende normalmente uno specchio d'acqua originatosi da un meandro abbandonato, collegato per via diretta o più spesso sotterranea, ai corsi d'acqua.

In questo caso si è operato in modo tale da ripristinare e ampliare l'antico vaso, creando un nuovo bacino idrico lungo circa 200 m e largo circa 25 m, di profondità variabile da 1 a 3 m, il cui mantenimento è strettamente legato ad un'efficiente circolazione d'acqua: per questo si è provveduto allo scavo di un canale che da nord alimenta, con le acque del canale Venara, la testa della lanca, la quale si ricollega nuovamente al Venara, sul lato sud. In questo modo si è creato una certa circolazione d'acqua nella lanca, sono stati ridotti i depositi e i punti d'accumulo di materiali e si è assicurata la presenza della zona allagata per tutto l'anno.

Durante lo scavo sono state lasciate due isole asciutte, occupate da vegetazione tipica delle zone umide (*Salix caprea*, *Salix cinerea*).

Le sponde sono state modellate in maniera diversificata: quella a sud è ripida ed è stata ripiantumata a Salici, la sponda a nord, è invece stata modellata con piccole anse per favorire l'impianto di macrofite emergenti (*Typha latifolia*, *Phragmites australis*).

I lavori di ripristino della lanca sono inseriti in un progetto più ampio di recupero ambientale dell'intera zona che ha anche previsto l'impianto di specie arboree e arbustive tipiche delle zone umide di pianura.

Questo progetto è stato uno dei primi interventi di recupero ambientale effettuato con tecniche di ingegneria naturalistica dal Parco.

2.7 Interventi sul colatore Gravellone vecchio nel Comune di Travacò Siccomario (PV) e Pavia

Il progetto è frutto di uno sforzo congiunto fra il Comune di Travacò Siccomario (PV) e il Parco del Ticino, finalizzato al recupero naturalistico e ricreativo del canale di colo chiamato “Gravellone vecchio”. Da molti anni privo d’acqua corrente (una volta sede di scarichi fognari), il Gravellone nel tratto denominato “vecchio” è stato acquisito dal Comune di Travacò dal demanio in virtù della Legge 37/1994 (legge Cutrera), al fine di ricostruire un ambiente naturalistico perifluviale ed un percorso pedonale che portasse a Pavia lungo la sponda del Ticino.

Il Gravellone vecchio riceve acqua di falda e piovana: nel corso degli anni, l’accumulo di sedimenti e la mancanza di manutenzione ne hanno interrato l’alveo facendo sì che, in mancanza di pioggia, questo si trovasse in asciutta.

Il progetto ha avuto la finalità prioritaria di ripristinare la circolazione idrica nell’alveo del Gravellone, attraverso lo scavo dei sedimenti e la creazione di un canale di magra.

Parallelamente a questi interventi si è curato il ripristino naturalistico delle sponde del canale, piuttosto povero di specie e di corredo floristico, con il rimboschimento con specie tipiche dei luoghi. Il lavoro è stato completato con la creazione del sentiero che dall’imbarcadero di Travacò conduce a Borgo Ticino in Pavia.



Fig. 4 Il colatore Gravellone Vecchio (Pavia) prima e dopo gli interventi di riqualificazione

E’ doveroso, infine, ricordare che il Parco del Ticino, oltre alle azioni dirette appena illustrate, interviene anche a livello istituzionale con l’obiettivo di ridurre gli impatti provocati, ad esempio, dalle varie infrastrutture di attraversamento, imponendo vincoli specifici affinché vengano rispettate le caratteristiche ambientali idrauliche e paesaggistiche del territorio.

RICOSTRUZIONE DI BOSCHI E AMBIENTI NATURALI SUL FIUME OGLIO L'ESPERIENZA DEL PARCO DELL'OGLIO SUD

Perlini S.¹

RIASSUNTO

Le scarse condizioni di naturalità delle fasce perfluviali determinano una ridotta efficienza ecologica del corso d'acqua: ecco allora l'esperienza della ricostruzione di boschi e ambienti naturali effettuata dal Parco agricolo-fluviale dell'Oglio Sud nelle fasce fluviali, prevalentemente su aree demaniali ma anche in aree private, sperimentando diverse modalità realizzative e coinvolgendo enti e operatori locali con varie forme di accordi di gestione. La realizzazione di interventi di re-habitat sul fiume Oglio può costituire un utile esempio da esportare anche in contesti simili nel bacino del Po, sia su aree demaniali che private al fine di dare più "natura" al corso d'acqua ma anche più sicurezza e più fruizione per chi ci vive o per chi vorrebbe "tornare al fiume".. Scenari nuovi, ancora più innovativi, si potranno aprire con la concreta attuazione, in tutto il sottobacino, del Piano d'azione per la riqualificazione dell'Oglio Sub-lacuale, recentemente costruito mediante un complesso e innovativo processo partecipato.

Il Parco dell'Oglio Sud opera, seguendo gli indirizzi del proprio Piano territoriale di coordinamento, in un ampio territorio, esteso per oltre 12.000 ettari, che comprende la valle fluviale nel suo tratto terminale, a cavallo delle Province di Cremona e Mantova.

La sporadica distribuzione delle aree naturali nelle fasce fluviali e la loro frammentazione è il risultato delle molteplici attività umane che hanno trasformato completamente il paesaggio originario. In un ambiente così fortemente antropizzato la vegetazione naturale residua copre superfici esigue; il fiume regimato e canalizzato manifesta scarsa mobilità laterale ed è quindi molto limitata la possibilità di insediamenti pionieri di vegetazione naturale.



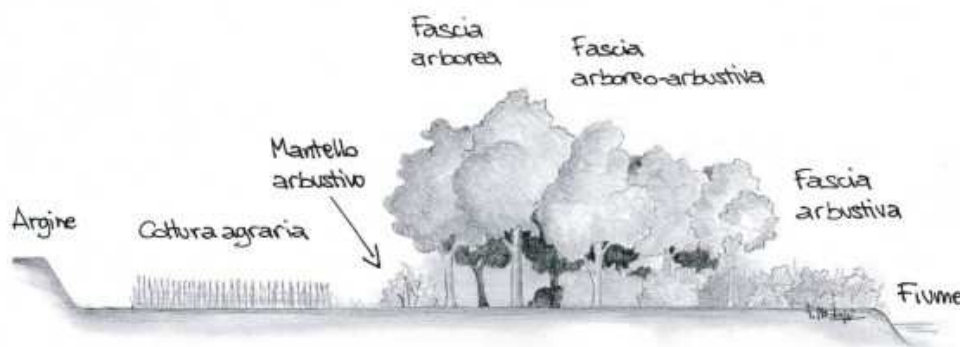
Veduta aerea della golena del fiume Oglio

Considerato l'assetto territoriale, le finalità del Parco agricolo-fluviale, le previsioni normative del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico), soprattutto nei suoi aspetti di riqualificazione fluviale e di riduzione dell'impatto ambientale delle tecniche agricole, e del codice dell'ambiente (D.Lgs. 152/2006 art. 115 comma 1), il Parco si è fatto promotore di varie iniziative volte a conseguire una maggiore naturalità mettendo in atto un migliore sistema di gestione delle fasce fluviali.

¹ Direttore Parco Regionale Oglio Sud

In questi ultimi anni sono stati avviati interventi diffusi di rimboschimento protettivo, produttivo e di rinaturazione, finalizzati a ricostruire la continuità della vegetazione lungo le rive del fiume, collegare tra loro gli ambienti frammentati, ripristinare l'idrodinamismo dei sistemi umidi per conservarne l'igrofilia e creare opportunità di integrazione di reddito per gli imprenditori agricoli e nuove professionalità legate alla forestazione, alla riqualificazione ambientale e alla fruizione.

Tra gli interventi più significativi rientra il progetto DEM.O.S. "Gestione del Demanio Fluviale del Parco dell'Oglio Sud", redatto in applicazione del P.A.I. (Piano di Assetto idrogeologico del Bacino del Po) con il quale sono in corso, dal 2003, interventi di forestazione protettiva, nelle aree del demanio fluviale, che hanno per obiettivi l'aumento della capacità autodepurativa e della funzionalità ecologica del corso d'acqua, l'aumento della biodiversità delle fasce fluviali e la creazione di aree idonee di sosta per la fruizione turistica, didattico-ricreativa e l'osservazione della natura.



Modello di impianto tipo per le fasce fluviali

Gli interventi di forestazione sono progettati dallo staff del Parco e realizzati da aziende agricole locali tramite contratti di gestione in applicazione del D.Lgs. 18 maggio 2001 n. 228 "Orientamento e modernizzazione del settore agricolo a norma dell'articolo 7 della L.5 marzo 2001 n. 57".

Le scuole sono coinvolte con attività di monitoraggio, progettazione e con l'uso attivo delle aree naturalizzate; Consorzi di Bonifica e Comuni in alcune situazioni partecipano come partner e collaboratori a vario titolo.

Questa peculiarità contraddistingue tutte le iniziative ed è presupposto fondamentale per l'efficacia dei risultati, che non viene misurata soltanto dal punto di vista quantitativo, ma anche dal grado di condivisione e partecipazione delle comunità locali al processo di restauro del paesaggio.

Sono stati impiegati finanziamenti regionali, contributi della Fondazione Cariplo e misure del Piano di Sviluppo Rurale.

Lo staff del Parco, integrato da studenti in stage, è costantemente impegnato nella ricerca dei finanziamenti, nella progettazione, nel controllo delle manutenzioni e dell'efficacia dei risultati, il che ha consentito negli anni di rivedere alcune scelte iniziali e di migliorare le tecniche impiegate.

L'approccio seguito fino ad oggi è quello classico della forestazione, che prevede uso di specie locali adattate alle difficili situazioni idro-morfologiche e pedologiche della golena, sesti d'impianto regolari, quando possibile a file sinusoidali, regolari cure colturali per i primi 3-5 anni, necessarie per il controllo delle esotiche naturalizzate, in particolare *Sycios angulatus* e *Amorpha fruticosa*.



Bosco di nuovo impianto

Dopo i primi anni sulla base dei risultati conseguiti, si sono riscontrate due esigenze:

- ridurre i costi delle cure colturali, particolarmente elevate soprattutto in relazione ai decorsi stagionali sfavorevoli (estati siccitose, magre fluviali);
- differenziare gli impianti in relazione ai caratteri pedologici, modificando lo schema d'impianto nelle situazioni più sfavorevoli (suoli sabbiosi con aridità estiva) .

Sono state quindi sperimentate diverse soluzioni e diverse tipologie d'impianto:

- impianti boschivi con pacciamatura in film plastico biodegradabile ;
- impianti boschivi con il metodo delle “macchie seriali”;
- impianti boschivi con prevalenza di specie della fam. Salicaceae, da impiantare a gruppi monospecifici .



Impianto di bosco al quarto anno vegetativo

Tra gli ambienti naturali esistenti nel tratto fluviale considerato, rientrano alcune lanche, parzialmente o completamente interrate, sia per interventi antropici, che per naturale evoluzione. Esse includono boscaglie igrofile a *Salix alba* e comunità a dominanza di elofite, prevalentemente a *Carex* e *Cyperus*, quali cinture d'interramento disposte alla periferia dei corpi d'acqua, all'interno dei quali si rinvengono fitocenosi pleustofitiche e più raramente rizofitiche.

Considerato l'assetto morfologico stabile del fiume e la scarsa dinamica evolutiva, queste situazioni costituiscono elementi di pregio in quanto ospitano habitat naturali estremamente rari, non più riproducibili. Alcune aree del demanio fluviale presentano evidenti tracce di ramificazioni e percorsi fluviali ancora parzialmente attivi.

Questi piccoli rami o bacini temporanei ad acque lentamente fluenti costituiscono inoltre efficienti sistemi autodepurativi delle acque e contribuiscono ad aumentare la capacità d'invaso delle golene. In assenza di interventi di ricostruzione attiva questi ambienti relitti sono destinati a scomparire.

In alcune di queste aree sono stati sperimentati periodici interventi di scavo per la riattivazione delle lanche, riattivazione dell'idrodinamismo, apertura di piccoli bordi, con ricostruzione delle successioni vegetali al termine degli scavi.

Sono state inoltre avviate azioni per conservare i piccoli boschi di salice esistenti in buone condizioni vegetative, con la finalità di impedire il disseccamento delle piante e lo sradicamento delle ceppaie più vicine alla riva, frequente nei soggetti di grandi dimensioni.

L'assenza di gestione potrebbe condurre il soprassuolo, composto da *Salix alba*, specie pioniera e poco longeva, a rapido invecchiamento con disseccamenti delle chiome e invasione di esotiche infestanti aggressive quali *Sycios angulatus* e *Amorpha fruticosa*. Queste infestanti sono in grado di compromettere, nelle radure create a seguito dei disseccamenti, lo sviluppo della rinnovazione naturale.



Sycios angulatus



Amorpha fruticosa

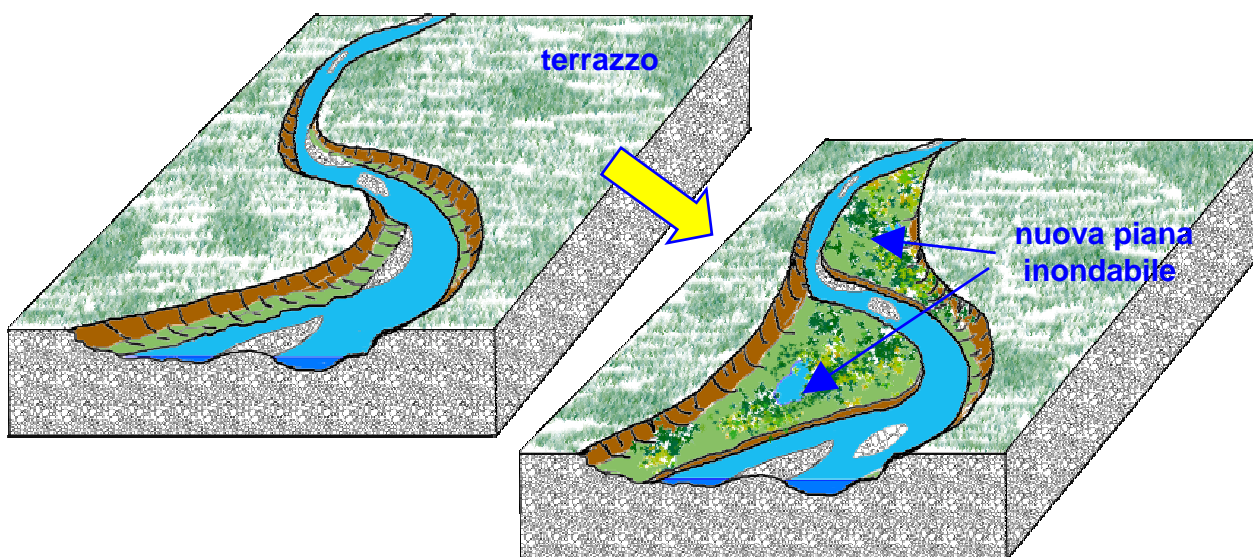
Nelle aree prossime a strade o centri abitati e con facile accessibilità sono state realizzate aree verdi, attrezzate per il pubblico e fruibili da gruppi scolastici o da associazioni, oggi particolarmente utilizzate a supporto di progetti di educazione ambientale incentrati sul fiume e la biodiversità, che vedono la partecipazione attiva delle scuole in attività di monitoraggio di macroinvertebrati, licheni, lepidotteri e di progettazione partecipata.

Lo staff del parco è supportato a livello scientifico da vari soggetti:

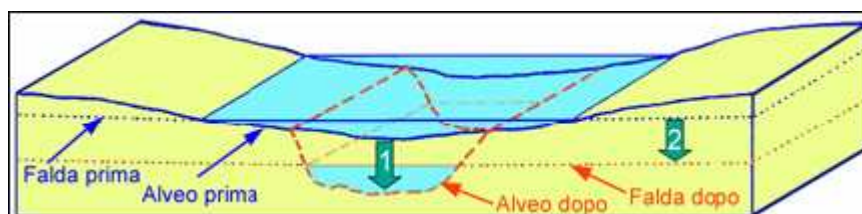
- Il CRA di Arezzo ha collaborato con il Parco per la diffusione di modelli culturali e competenze tecniche in ambito di arboricoltura da legno.
- Il CRA di Casale Monferrato ha coinvolto anche il territorio del parco Oglio Sud nel progetto per la diffusione delle specie pure di *Populus alba* e *Populus nigra* nelle fasce fluviali del bacino del Po, fornendo esemplari di origine locale selezionati dal CRA e monitorando il loro sviluppo.
- Il Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università degli Studi di Parma è impegnato nel monitoraggio delle acque superficiali del fiume e degli ecosistemi umidi ripari e utilizza il Parco fluviale come ambito privilegiato di studio delle relazioni tra la vegetazione, i sedimenti e le acque, fornendo un fondamentale supporto scientifico per delineare indirizzi e scelte gestionali al fine di migliorare lo stato di conservazione degli ambienti naturali.
- Il CIRF (Centro italiano per la Riqualificazione Fluviale) ha supportato con i suoi esperti il Parco

nell'ideazione e gestione del Forum dell'Oglio e della costruzione del Piano d'azione per la Riqualficazione fluviale, come fase preparatoria del Contratto di fiume. Il piano d'azione, recentemente approvato dal Forum, punta a ripristinare, nel bacino dell'Oglio sub-lacuale, condizioni di maggiore naturalità, affrontando, secondo un approccio integrato, i molteplici obiettivi in gioco: miglioramento ambientale, riduzione del rischio idraulico, gestione della risorsa idrica, incremento della fruibilità. I portatori d'interesse coinvolti hanno confermato la necessità di proseguire ed estendere al Parco Oglio Nord la rivegetazione delle golene ma, tra le linee d'azione più innovative riguardanti l'uso del suolo e l'assetto geomorfologico, hanno indicato anche azioni quali l'abbassamento delle golene, la rimozione di argini riconosciuti come "inutili" e la riconnessione delle lanche al fiume.

L'insieme delle attività di forestazione e riqualficazione descritte e finora attuate si inquadra in un scenario di mantenimento dell'attuale assetto morfologico del fiume. Diversi scenari futuri, definiti nell'ambito dell'attuazione del "Piano d'azione per la riqualficazione del fiume Oglio", potrebbero avviare innovative linee di intervento tese a innescare processi di rinaturazione spontanea e dinamica, per conseguire con maggiore efficacia gli obiettivi condivisi di qualità ambientale.



Schema esemplificativo di abbassamento delle golene volto ad attivare l'insediamento spontaneo di vegetazione riparia (Figura di G. Sansoni)



L'abbassamento della falda conseguente a incisione dell'alveo (Figura di G. Sansoni)

IL PARCO DI SAN COLOMBANO E IL SUO RUOLO NELLA TUTELA DEGLI ECOSISTEMI FLUVIALI

Goldoni M.¹, Davoglio G.²

1 - COS'È IL PARCO DI SAN COLOMBANO

Il Parco Locale di Interesse Sovracomunale San Colombano è situato interamente nel Comune di Suzzara (MN) a Sud di Mantova, esso comprende circa 723 ettari di terreno golenale del fiume Po sia in sponda destra che sinistra.

Le aree del Parco sono di recente costituzione fluviale, periodicamente sommerse durante gli eventi di piena ordinaria.

I terreni sono coltivati per la quasi totalità a pioppo con residuali aree naturaliformi; di questi 723 ettari circa 255 sono demaniali ed il Comune di Suzzara attraverso la legge "Cutrera" ne ha ottenuto la concessione.

Il Comune di Suzzara inoltre ha acquistato 25,98 ettari, per un totale di 281,53 ettari in gestione diretta (38,90 % sul totale).

Il parco di San Colombano rientra nella ZPS Viadana-Portiolo-San Benedetto-Ostiglia, IT20B0501, ricade in una zona estremamente sensibile agli usi antropici e in una zona di elevata vulnerabilità. L'area rientra nei corridoi ambientali sovrasistemici, primo livello della rete ecologica provinciale. Il parco è in fregio a percorsi di fruizione paesistica e ambientale, in particolare all'Eurovelo 8.

2 - COME VIENE GESTITO

L'amministrazione ha ritenuto che la gestione diretta delle aree sia il presupposto imprescindibile per potere operare riqualificazioni significative e durature e per il contenimento dei costi.

Per tali motivi la responsabilità tecnica del parco è stata affidata al funzionario dell'ufficio ambiente e la direzione politica all'assessore all'ambiente.

Le aree ottenute in concessione e quelle acquistate sono state affidate tramite un gara ad evidenza pubblica ad un gestore. La gestione è stata così affidata al Consorzio Forestale Padano di Casalmaggiore il quale si è impegnato a gestire l'area accedendo in modo autonomo alle varie forme di finanziamento e alleviando il Comune da onerosi costi di gestione. Il Comune ha mantenuto il controllo e la supervisione tramite l'approvazione di ogni progetto presentato sull'area.

3 - CARATTERISTICHE ECOLOGICHE

L'analisi corologica della comunità animali permette di fare considerazioni bioclimatiche sull'ambiente in cui esse sono presenti. Lo studio di alcuni gruppi d'invertebrati dell'area oggetto di studio, infatti, ha consentito l'approfondimento di alcuni aspetti microambientali, legati a particolari habitat.

Sono stati scelti quattro differenti *taxa* di invertebrati, uno prettamente acquatico (Coleotteri idroadeffagi), uno comprendente cenosi terrestri ed acquatiche (Molluschi terrestri e d'acqua dolce) e due puramente terrestri (Coleotteri Carabidi e Lepidotteri Ropaloceri).

Per avere un quadro di conoscenze sufficientemente approfondito e per definire le scelte nel piano particolareggiato, è stato anche svolto uno studio delle cenosi ornitiche che sono in grado di fornire

¹ Dott. Agronomo, progettista

² Assessore all'Ambiente – Comune di Suzzara (MN)

informazioni essenziali sulle tipologie strutturali dell'ambiente e sono utili riferimento normativo e di studio.

La fauna invertebrata esaminata nella gola del Po di Suzzara risulta prevalentemente costituita da elementi ad ampia distribuzione nella Pianura Padana oltre che da alcuni endemismi di Coleotteri Carabidi presenti comunque nell'intero territorio italiano.

I Coleotteri Idrodefagi e i Molluschi acquadulcicoli sono rappresentati da un basso numero di specie prettamente eurieche e ad ampia diffusione; ciò è da attribuire principalmente all'instabilità degli ambienti acquatici dell'area, come le ex cave che sono soggette a grosse escursioni del livello idrico ed alla predazione da parte di invertebrati legati alla coltivazione dei pioppi.

Per i Carabidi, invece, è stato rilevato un numero elevato di specie; infatti questo gruppo terrestre è costituito in gran parte da specie pioniere e molto mobili che trovano riparo sui cigli di scarpata del Fiume Po ricoperti da ampie distese erbose.

I Lepidotteri Ropaloceri, presentano un numero di specie piuttosto basso, rispetto a quelle potenziali per aree analoghe ma meno antropizzati.

Gli impianti a pioppo, infatti costituiscono sicuramente un ambiente ostile soprattutto a causa degli interventi specifici contro le larve litofaghe di alcune farfalle.

Nell'area in esame vi sono alcune siepi o fasce boscate che offrono rifugio a molte specie altrimenti difficilmente presenti tra i molluschi terrestri.

Si rinvencono, infatti, alcune entità tipiche di formazioni boschive che sono meno frequenti, se non del tutto assenti, negli estesissimi pioppeti razionali.

L'avifauna nidificante presente nella gola di Suzzara è costituita da un numero di specie variante tra 40 e 60 a causa dalle forte antropizzazione che induce un'estrema povertà di ambienti naturali di adeguate dimensioni.

Gli specchi d'acqua, come già accennato, risultano ambienti instabili a causa delle forti variazioni di livello ed inoltre le esigue dimensioni influiscono negativamente sulle possibilità di nidificazione di molte specie ornitiche.

Indubbiamente le cinture di vegetazione a idrofite emergenti (canneti, tifati, cariceti) rappresentano un habitat adatto ma di dimensioni insufficienti ad ospitare una massiccia presenza di uccelli.

Oltre alla fauna invertebrata ed avicola è stata accertata, durante i sopralluoghi, la presenza della rana verde (*Rana synclipton* "esculenta"), del rospo Comune (*Bufo bufo*), della raganella (*Hyla intermedia*), del ramarro (*Lacerta viridis*), lucertola muraiola (*Podarcis muralis*), della biscia dal collare (*Natrix natrix*) e della rana toro (*Rana catesbeiana*). Inoltre, sono state segnalate dalla società Herpetologica Italiana, Sezione Lombardia (Progetto Atlante erpetologico Lombardo, 1997) 13 specie tra anfibi e rettili.

Un'altra presenza faunistica rilevante è la Nutria (*Myocastor corpus*), un grosso roditore originario del sud America che da alcuni anni si è diffuso in gran parte della Pianura Padana causando notevoli problemi sia alle coltivazioni sia alle zone umide naturali, oltre che entrando in competizione con la fauna autoctona. Per questa ragione l'Amministrazione provinciale di Mantova ha avviato da alcuni anni un piano di eradicazione di questo animale.

4 - OBIETTIVI DEL PARCO

Il progetto, nel suo complesso, ha lo scopo di riqualificare le aree del Parco nell'ottica di una riqualificazione fluviale del fiume Po che dovrà poi attuarsi su scala più ampia.

L'intervento si raccorda all'unità ideale costituita dalla rete ecologica provinciale, dalle piste ciclabili, dal turismo fluviale e alla valorizzazione del tessuto produttivo circostante.

La riqualificazione di aree altrimenti poco fruibili per il pubblico è il punto di partenza per convogliare in tali zone interventi destinati alla creazione di fasce boscate, filari e siepi su strade alzaie e in fregio alle colture agrarie delle aziende agricole limitrofe e proporre al mondo agricolo vicinale forme di integrazione di reddito maggiormente compatibili con l'ambiente.

In dettaglio le linee progettuali, immaginano un sistema integrato in cui il patrimonio ambientale

esistente venga potenziato attraverso la realizzazione di nuovi impianti boschivi.

Fra le diverse tipologie ambientali tipiche della pianura Padana, sono state selezionate le formazioni boschive che rappresentano lo stadio evolutivo finale (*climax*) della successione ecologica e pertanto sono quelle con maggior grado di diversità, complessità e quindi stabilità, ovvero formazioni ove possono essere esaltati al massimo gli aspetti omeostatici dell'ambiente.

In sintesi gli interventi programmati di riqualificazione, studiati secondo una logica di integrazione di funzioni, dovranno perseguire i seguenti obiettivi:

- Miglioramento ambientale ed ecologico;
- Ricomposizione del paesaggio (forme e colori);
- Funzione sociale e turistico-ricreativa;
- Miglioramento della qualità della vita.

5 - TIPOLOGIE DI INTERVENTO

Il degrado delle aree, dovuto alla mancanza di biodiversità vegetazionale, è particolarmente elevato e questo incide sulla carenza di specie animali.

Gli interventi pertanto hanno riguardato la piantumazione di boschi mesoigrofilo, la riqualificazione di zone umide quali le x cave di argilla e il cariceto del Crostolo.

Gli interventi hanno poi riguardato la creazione di una zona di ingresso fruibile la predisposizione di cartellonistica storico ambientale e la relativa creazione di un percorso di fruizione.

Nella successiva tabella sono illustrati gli interventi attuati.

Descrizione	Valore
Superficie totale riqualificata (nuovi boschi + aree riqualificate)	154 ettari
Ettari nuovi boschi	120 ettari
N° piante (boschi, fasce, Macchie)	135.084 piante
Anno Piantumazione.	2004 - 2005 - 2006 - 2007 - 2008
Spesa lavori	3.278.387 €
Spesa acquisto terreni	570.015 €
Totale spesa	3.848.402 €
Fonti finanziamento	Fondi propri del Comune Suzzara Provincia Mantova fondi PLIS Fondi Obiettivo 2 Piano sviluppo rurale 2000-2006 Regione Lombardia Nuovi Sistemi Verdi Cofinanziamento Consorzio Forestale Padano

5.1 Fruizione

Il parco presenta un area d'ingresso ove è presente l'attracco fluviale, un punto di ristoro con bar/ristorante e un'ampia area attrezzata per pic-nic.

Gli interventi hanno poi riguardato la predisposizione di cartellonistica storico ambientale e la creazione di un percorso di fruizione.

Sono state posizionate cinque bacheche storiche che ripercorrono la battaglia per la successione del trono di Spagna nel 1700-1714 e quattro bacheche naturalistiche con indicazioni sulla flora e fauna del parco.

I percorsi sono stati implementati tramite la posa di due passerelle in legno sul Crostolo e numerosi cartelli di segnalazione. I percorsi attualmente percorribili si snodano per circa 7 km.



Fig. 1 - Zona d'ingresso del Parco di San Colombano

5.2 Riqualificazione Crostolo

Il progetto di rimodellazione e piantumazione ha riguardato l'alveo abbandonato del fiume Crostolo dal limite del confine comunale con il comune di Suzzara fino allo sbocco nel fiume Po per 1.150 m.

Nel progetto sono state favorite scelte che hanno permesso il più possibile di assecondare la morfologia del terreno e le attuali vocazioni ambientali delle aree in oggetto.

In particolare si è operato per favorire un ripristino e un reinsediamento di biocenosi autoctone, tutelando in particolar modo alcune tipologie ambientali di pregio (es. cariceti), diversificando l'ambiente e migliorando l'aspetto paesistico dell'area.

La riqualificazione delle fasce boscate ha tenuto conto dell'appartenenza alle unità vegetazionali ascrivibili al *Populetalia albae*, e in particolare dell'*Ano-Ulmion*.

Si sono, quindi, privilegiate principalmente le piante di questa unità, sia già presenti a Suzzara che assenti, anche attraverso la reintroduzione di alcune specie autoctone di pregio.

Sono stati movimentati 3.000 m³ di terreno e poste a dimora 4.250 piante.



Fig. 2 - Riqualificazione del Crostolo al 4° anno

5.3 Riqualificazione Ex cave

Le ex cave di argilla hanno una superficie di circa 35.000 m² ed un perimetro di circa 795 m ed un dislivello rispetto al piano di campagna di circa 3 metri.

L'intervento ha avuto come scopo il rimodellamento e la rinaturalizzazione, tali interventi si sono prefissi l'obiettivo di migliorare l'aspetto paesaggistico, mitigare l'effetto antropico e migliorare la fruibilità del Parco San Colombano.

Per circa 25.500 m² verso il lato di Po, le ex cave presentavano una vegetazione naturaliforme di salice con alcune radure.

Nella restante parte verso argine maestro era presente solo una vegetazione erbacea.

La sponda verso argine maestro si presentava erosa e con la presenza di scarsa vegetazione, nella restante parte la vegetazione era maggiore e l'erosione modesta. La vegetazione spondale era formata da salici e cornus ma tutta l'area era infestata da *amorpha fruticosa*.

L'intervento si è prefisso la pulizia dalle infestanti e dalla *amorpha fruticosa* sia sul fondo che sulle sponde, il rimodellamento spondale della parte verso argine maestro con diminuzione delle pendenza e la piantumazione con essenze arbustive per il consolidamento.

Le sponde verso Po sono state pulite e nelle zone libere da vegetazione sono stati piantumati astoni di pioppo e salice. Sono stati movimentati 1.250 m³ di terreno e poste a dimora 4.000 piante.



Fig. 3 - Riqualificazione delle ex cave 1 anno



Fig. 4 - Riqualificazione del ex cave 4° anno

5.4 Boschi mesoigrofilii

L'impianto dei boschi segue una tecnica che prevede una preparazione minuziosa del terreno, la posa delle postime forestali nei mesi di gennaio-febbraio con apertura delle buche manuale o meccanica, la dotazione con piastra pacciamante in fibra vegetale 50x50 cm, la posa di uno *shelter* da 60 cm, la posa di una cannuccia di bambù da 180 cm.

La manutenzione nei primi 5 anni prevede cure attente, in particolare si esegue il controllo delle investanti con diserbo meccanico nell'interfila (3/4 interventi all'anno) e il diserbo chimico sulla fila (2/3 interventi all'anno) e si esegue l'irrigazione di soccorso (2/3 interventi all'anno).

Gli impianti messi a dimora si prefiggono di raggiungere i seguenti obiettivi:

- aumentare la ricchezza floristica e la biodiversità del sistema nel suo complesso;
- aumento delle biodiversità;
- aumento della resilienza ecosistemica;
- aumentare l'efficienza del sistema stesso nell'utilizzo dell'energia luminosa;
- rendere l'ambiente più ospitale per l'avifauna;
- miglioramento del paesaggistico.



Fig. 5 - Impianto al 1° anno



Fig. 6 - Impianto al 4° anno

5.4.1 Bosco mesoigrofilo TIPO 1

Sesto impianto 3 x 3 m

Piante ettaro 1110 piante/ha.

Disposizione a quinconce a file sinusoidali distribuzione random

Superficie 15,5 ettari

Nome Comune	Nome latino	Portamento	% piante
Pioppo Bianco	<i>Populus alba</i>	Arboreo	15%
Pioppo nero	<i>Populus nigra</i>	Arboreo	10%
Salice bianco	<i>Salix alba</i>	Arboreo	10%
Olmo campestre	<i>Ulmus minor</i>	Arboreo	10%
Pioppo grigio	<i>Populus canescens</i>	Arboreo	5%
Salice rosso	<i>Salix purpurea</i>	Arbustivo	10%
Sanguinello	<i>Cornus sanguinea</i>	Arbustivo	10%
Sambuco	<i>Sambucus nigra</i>	Arbustivo	10%
Frangola	<i>Frangula alnus</i>	Arbustivo	7%
Pallon di maggio	<i>Viburnum opulus</i>	Arbustivo	7%
Salice da ceste	<i>Salix trianda</i>	Arbustivo	6%

5.4.2 Bosco mesoigrofilo TIPO 2

Sesto impianto 3 x 3,5 m

Piante ettaro 950 piante/ha.

Disposizione a quinconce a file sinusoidali distribuzione random

Superficie 2,05 ettari

Nome Comune	Nome latino	Portamento	% piante
Pioppo Bianco	<i>Populus alba</i>	Arboreo	15%
Pioppo nero	<i>Populus nigra</i>	Arboreo	11%
Salice bianco	<i>Salix alba</i>	Arboreo	11%
Olmo	<i>Ulmus minor</i>	Arboreo	15%
Farnie	<i>Quercus robur</i>	Arboreo	10%
Frassino ossifillo	<i>Fraxinus oxycarpa</i>	Arboreo	8%
Pallon di maggio	<i>Viburnum opulus</i>	Arbustivo	5%
Frangola	<i>Frangula alnus</i>	Arbustivo	4%
Salice rosso	<i>Salix purpurea</i>	Arbustivo	4%
Sanguinello	<i>Cornus sanguinea</i>	Arbustivo	6%
Sambuco	<i>Sambucus nigra</i>	Arbustivo	4%
Salice da ceste	<i>Salix trianda</i>	Arbustivo	3%
Corniolo	<i>Cornus mas</i>	Arbustivo	4%

5.4.3 Bosco mesoigrofilo TIPO 3

Sesto impianto 3 x 3,5 m

Piante ettaro 950 piante/ha.

Disposizione a quinconce a file sinusoidali distribuzione random

Superficie 1,77 ettari

Nome Comune	Nome latino	Portamento	% piante
Pioppo Bianco	<i>Populus alba</i>	Arboreo	17%
Pioppo nero	<i>Populus nigra</i>	Arboreo	12%
Salice bianco	<i>Salix alba</i>	Arboreo	12%
Olmo	<i>Ulmus minor</i>	Arboreo	17%
Frassino ossifillo	<i>Fraxinus oxycarpa</i>	Arboreo	12%
Pallon di maggio	<i>Viburno opulus</i>	Arbustivo	5%
Frangola	<i>Frangula alnus</i>	Arbustivo	5%
Salice rosso	<i>Salix purpurea</i>	Arbustivo	3%
Sanguinello	<i>Cornus sanguinea</i>	Arbustivo	6%
Sambuco	<i>Sambucus nigra</i>	Arbustivo	4%
Salice da ceste	<i>Salix trianda</i>	Arbustivo	3%
Corniolo	<i>Cornus mas</i>	Arbustivo	4%

5.4.4 Bosco mesoigrofilo TIPO 4

Sesto impianto 3 x 3,7 m

Piante ettaro 900 piante/ha.

Disposizione a quinconce a file sinusoidali distribuzione random

Superficie 27,71 ettari

Nome Comune	Nome latino	Portamento	% piante
Pioppo bianco	<i>Populus alba</i>	Arboreo	20%
Pioppo nero	<i>Populus nigra</i>	Arboreo	20%
Salice bianco	<i>Salix alba</i>	Arboreo	10%
Olmo	<i>Ulmus minor</i>	Arboreo	10%
Frassino ossifillo	<i>Viburno opulus</i>	Arboreo	10%
Salice rosso	<i>Salix purpurea</i>	Arbustivo	10%
Sanguinello	<i>Cornus sanguinea</i>	Arbustivo	5%
Salice da ceste	<i>Salix trianda</i>	Arbustivo	5%
Salice ripaiolo	<i>Salix eleagnus</i>	Arbustivo	5%
Biancospino	<i>Crataegus monogyna</i>	Arbustivo	5%

5.4.5 Bosco mesoigrofilo TIPO 5

Sesto impianto 3 x 3,7 m

Piante ettaro 900 piante/ha.

Disposizione a quinconce a file sinusoidali distribuzione random

Superficie 27,71 ettari

Nome Comune	Nome latino	Portamento	% piante
Pioppo Bianco	<i>Populus alba</i>	Arboreo	15%
Pioppo nero	<i>Populus nigra</i>	Arboreo	15%
Salice bianco	<i>Salix alba</i>	Arboreo	12%
Olmo	<i>Ulmus minor</i>	Arboreo	12%
Farnie	<i>Quercus robur</i>	Arboreo	8%
Frassino ossifillo	<i>Fraxinus oxycarpa</i>	Arboreo	8%
Pallon di maggio	<i>Viburno opulus</i>	Arbustivo	4%
Frangola	<i>Frangula alnus</i>	Arbustivo	4%
Salice rosso	<i>Salix purpurea</i>	Arbustivo	4%
Sanguinello	<i>Cornus sanguinea</i>	Arbustivo	5%
Sambuco	<i>Sambucus nigra</i>	Arbustivo	2%
Biancospino	<i>Crataegus monogyna</i>	Arbustivo	4%
Corniolo	<i>Cornus mas</i>	Arbustivo	4%
Evonimo	<i>Evonimus europaeus</i>	Arbustivo	3%

5.4.6 Bosco mesoigrofilo TIPO 6

Sesto impianto alberi 3 x 3 m arbusti 3 x 1 m

Piante ettaro 1564 piante/ha.

Disposizione a quinconce a file sinusoidali distribuzione a gruppi

Superficie 11,80 ettari

Nome Comune	Nome latino	Portamento	% piante
Farnia	<i>Quercus robur</i>	Arboreo	10%
Frassino ossifillo	<i>Fraxinus oxycarpa</i>	Arboreo	10%
Olmo campestre	<i>Ulmus minor</i>	Arboreo	10%
Salice bianco	<i>Salix alba</i>	Arboreo	10%
Pioppo bianco	<i>Populus alba</i>	Arboreo	8%
Pioppo nero	<i>Populus nigra</i>	Arboreo	8%
Sanguinello	<i>Cornus sanguinea</i>	Arbustivo	7%
Pallon di maggio	<i>Viburno opulus</i>	Arbustivo	6%
Biancospino	<i>Crataegus monogyna</i>	Arbustivo	5%
Frangola	<i>Frangula alnus</i>	Arbustivo	5%
Salice rosso	<i>Salix purpurea</i>	Arbustivo	5%

5.4.7 Bosco mesoigrofilo TIPO 7

Sesto impianto alberi 3 x 3 m arbusti 3 x 1 m

Piante ettaro 1333 piante/ha.

Disposizione a quinconce a file sinusoidali distribuzione a gruppi in base a modulo da 400 piante

Superficie 15,50 ettari

Nome Comune	Nome latino	Portamento	% piante
Farnia	<i>Quercus robur</i>	Arboreo	5%
Frassino ossifillo	<i>Fraxinus oxycarpa</i>	Arboreo	8%
Olmo campestre	<i>Ulmus minor</i>	Arboreo	8%
Salice bianco	<i>Salix alba</i>	Arboreo	10%
Pioppo bianco	<i>Populus alba</i>	Arboreo	12%
Pioppo nero	<i>Populus nigra</i>	Arboreo	12%
Biancospino	<i>Crataegus monogyna</i>	Arbustivo	10%
Sanguinello	<i>Cornus sanguinea</i>	Arbustivo	5%
Salice rosso	<i>Salix purpurea</i>	Arbustivo	5%
Salice da ceste	<i>Salix trianda</i>	Arbustivo	5%
Salice ripaiolo	<i>Salix eleagnus</i>	Arbustivo	5%
Corniolo	<i>Cornus mas</i>	Arbustivo	5%
Pallon di maggio	<i>Viburno opulus</i>	Arbustivo	5%
Sambuco	<i>Sambucus nigra</i>	Arbustivo	5%

I PROGETTI DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO

Farioli C.¹

1 - PREMESSA

L'Autorità di bacino del Fiume Po (di seguito AdB Po) è, come le altre autorità di bacino di rilievo nazionale, un organismo pubblico misto, costituito da Stato e Regioni, istituita con la L. 183/1989, che ne ha definito anche le funzioni istituzionali. Esse sono di pianificazione e programmazione generale, orientate alla tutela ambientale dell'intero bacino idrografico, secondo i seguenti obiettivi generali:

- mitigazione del rischio idraulico e idrogeologico;
- tutela della qualità dei corpi idrici
- razionalizzazione dell'uso delle risorse idriche
- regolamentazione dell'uso e valorizzazione del territorio, riqualificazione ambientale.

Le competenze dell'AdB Po non sono pertanto di progettazione e realizzazione di interventi diretti sul territorio e non hanno di norma connotazione locale; ciononostante, alcune tra le esperienze fatte, che qui verranno presentate, sono pertinenti alla tematica della gestione della vegetazione ripariale, in ottica pianificatoria, sia in relazione alla rinaturazione, che al rischio idraulico. Una di queste esperienze riguarda la predisposizione del Piano per la gestione della vegetazione ripariale del Torrente Parma, attività sperimentale svolta nel 2002 dalla Segreteria tecnico-operativa, di interesse metodologico; un'altra riguarda la predisposizione del Progetto di rinaturazione delle fasce fluviali del Po, svolta nel 2004-2006 dall'AdB Po in collaborazione con l'Università di Pavia, il Politecnico di Milano e l'Università di Milano, di interesse per l'approccio tecnico-scientifico e per vastità e caratteristiche dell'area.

2 - INTRODUZIONE

Per potere affrontare con chiarezza le tematiche relative alla gestione della vegetazione ripariale e alla rinaturazione nei corsi d'acqua, è opportuno esplicitare alcuni concetti di base, tra i quali le definizioni essenziali che si assumono; pertanto si intende per:

Vegetazione riparia (o ripariale): copertura vegetale situata in prossimità dell'alveo di magra, sulle sponde o sulle golene; è interessata dalle piene più frequenti e influenza direttamente la qualità fisica dell'ambiente acquatico (*Agence Eau RMC, 1998*).

Foresta planiziale (o retroripariale): formazione boschiva di pianure alluvionali, che si sviluppa in zone in cui la falda freatica è elevata, inondate in modo meno regolare e quindi comprendenti l'alveo di piena. Essa costituisce un ecosistema più complesso, in cui alle zone boschive si alternano zone a prato, paludose, lanche...; al suo interno le successioni vegetali possono essere assai diversificate (*Luisa Alzate, 2000*).

Rinaturazione: l'insieme degli interventi e delle azioni atti a ripristinare le caratteristiche ambientali, biocenotiche e la funzionalità ecologica di un ecosistema, in relazione alle sue condizioni potenziali, determinate dalla sua ubicazione geografica, dal clima, dalle sue caratteristiche biologiche, dalle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito e dalla sua storia naturale pregressa (*Autorità di bacino del Fiume Po, 2006*).

È inoltre opportuno conoscere la vegetazione reale e potenziale del corso d'acqua, in relazione al suo dinamismo, nonché i processi evolutivi in cui è coinvolta, tipici degli ambienti fluviali e condizionanti la stessa, come appare dalla seguente figura.

¹ Autorità di bacino del Fiume Po, Servizio Valorizzazione del territorio e delle fasce fluviali - christian.farioli@adbpo.it

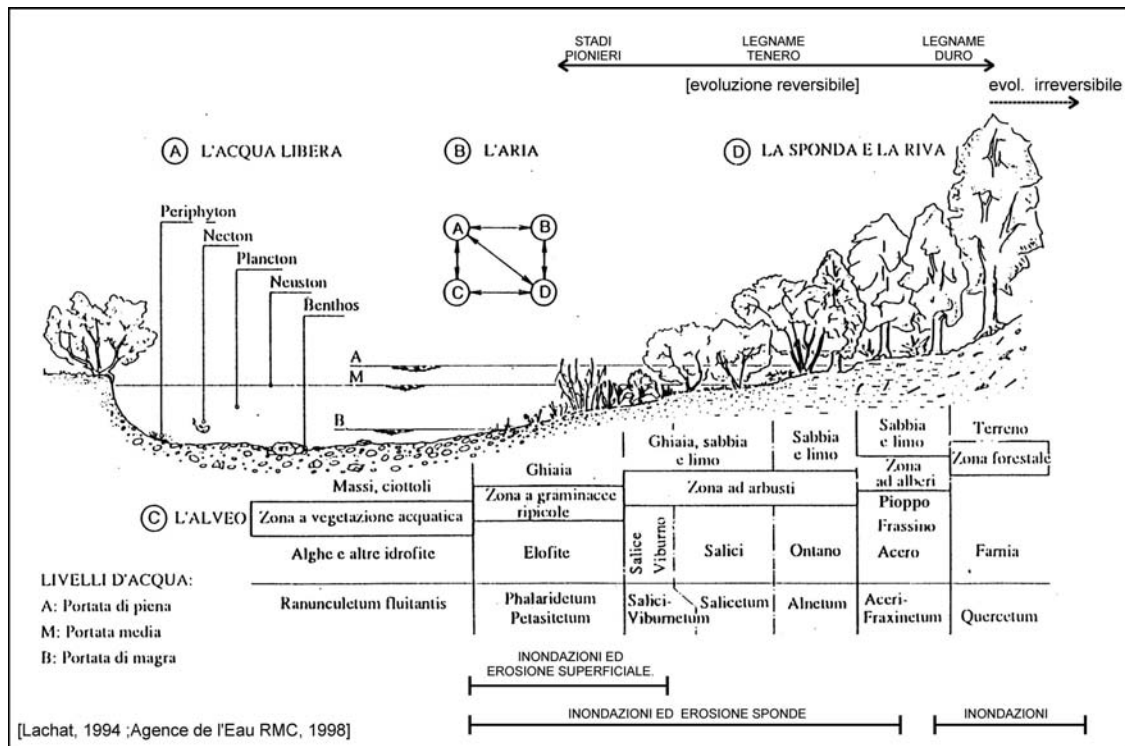


Fig. 1 - Successioni vegetazionali in relazione all'ambiente fluviale (Luisa Alzate, 2000)

Lo schema della figura riassume i differenti processi presenti nella regione fluviale e le loro interazioni nello spazio e nel tempo, che agiscono sulla vegetazione ripariale, composta da una moltitudine di unità funzionali (alneto, saliceto-pioppeto, cariceto, ecc.) di differenti età, mosaicate a formare una successione vegetazionale.

Così, ad esempio, un processo di erosione di superficie può fare regredire un raggruppamento a saliceto arbustivo verso uno pioniero a graminoidi, oppure un'erosione spondale può distruggere l'intero raggruppamento a saliceto-pioppeto coinvolto.

In generale e in condizioni naturali, secondo un gradiente connesso ai diversi livelli raggiunti dall'acqua in piena (quindi secondo la morfologia dell'alveo e il regime idraulico), si sviluppano formazioni vegetazionali aventi un diverso grado di stabilità e di evoluzione.

Lungo la sezione trasversale alla corrente di un corso d'acqua si passa da formazioni erbacee (idrofiti ed elofite) ed arbustive pioniere (prevalentemente salici), spesso rimaneggiate dalla corrente, a stadi dinamici preforestali, con specie a legno tenero (salici arborei, ontani, pioppi...), interessate da piene frequenti, fino ad arrivare ad una zona in evoluzione lenta, con alberi a legno duro (querce, frassini, carpini, olmi...), inondata più raramente.

Vi possono poi essere le azioni antropiche dirette e indirette, che in svariati modi condizionano la vegetazione ripariale, ad esempio modificandone la struttura (ceduazioni ecc.) o il corteggio floristico (introduzione e diffusione di specie alloctone invasive, ecc.) o anche la morfologia del supporto fisico (difese spondali, ecc.).

È opportuno infine evidenziare che la vegetazione ripariale svolge molteplici ruoli importanti ed utili e altresì origina interferenze, in particolare con l'assetto idraulico e idrogeologico, che possono essere negative o indifferenti, ma anche positive.

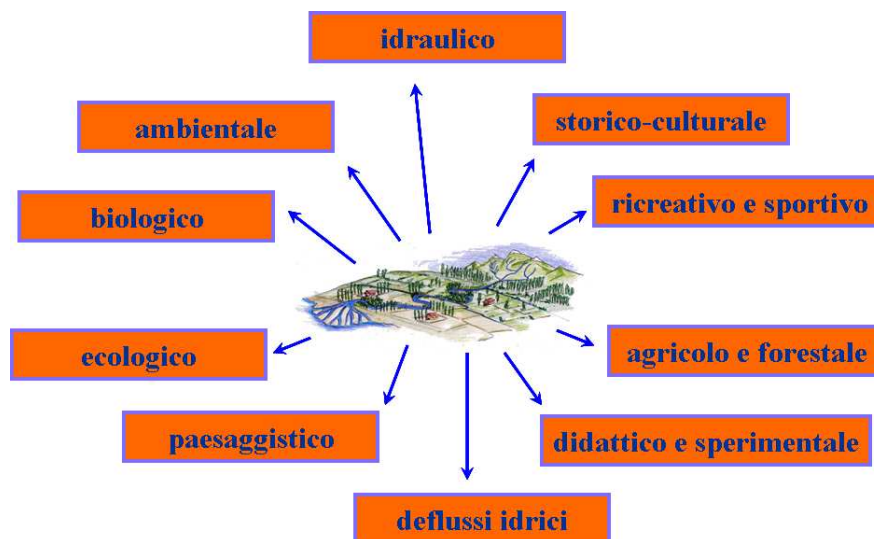


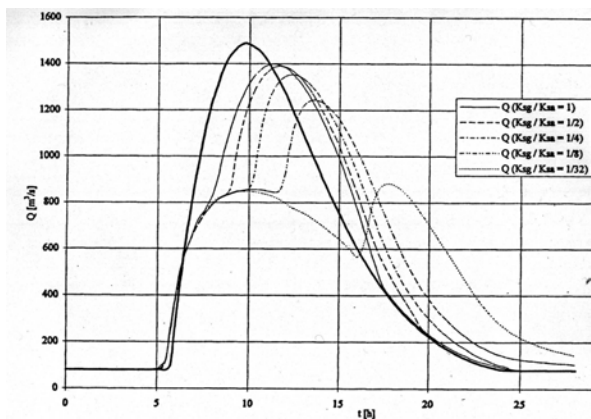
Fig. 2 - Aspetti sui quali si svolgono i principali ruoli della vegetazione ripariale per effetto delle sue interazioni

La figura 2 sintetizza gli aspetti sui quali la vegetazione ripariale svolge i principali ruoli; tra di essi, non essendo possibile un approfondimento in questa sede, ci si limita a puntualizzare i seguenti:

- **migliora la qualità delle acque:** in quanto agisce come filtro biologico e fisico nei confronti degli inquinanti (in particolare sostanze eutrofizzanti, azoto e fosforo) presenti nelle acque di dilavamento dei suoli agricoli e urbani, riducendone la veicolazione nei corsi d'acqua;
- **aumenta il valore ecologico e la biodiversità di un territorio:** la vegetazione ripariale si situa all'interfaccia tra l'ecosistema terrestre e quello fluviale e costituisce un habitat importante e preferenziale per molte specie animali e vegetali terrestri e acquatiche, fungendo anche da fondamentale corridoio ecologico;
- **rappresenta una componente paesaggistica da valorizzare:** soprattutto nei centri urbani i corsi d'acqua rispondono a una richiesta sempre più importante espressa dalle popolazioni rivierasche per avere delle aree naturali di qualità che permettano lo svolgimento di attività ricreative.

Un particolare cenno merita la vegetazione ripariale senescente e morta, per cause naturali o antropiche, che va a costituire il materiale vegetale flottante che in caso di eventi di piena può essere veicolato e diventare elemento importante del trasporto solido di un corso d'acqua. Per quanto riguarda l'aspetto ecologico si rileva come i tronchi e i grossi alberi che cadono in acqua e costituiscono parte integrante del trasporto di materiale flottante, creando piccole ritenute che servono come rifugio per diverse specie animali (ad esempio le zone di frega per i pesci), contribuiscono notevolmente alla diversificazione dell'ambiente fluviale.

Con riferimento specifico alle interazioni con l'assetto idraulico e idrogeologico in ambienti fluviali, in relazione ai fenomeni di deflusso e di laminazione delle piene si possono generare fattori di criticità o potenzialità connessi all'aumento delle resistenze al moto, alla parzializzazione della sezione di deflusso per effetto di materiale vegetale flottante e al consolidamento delle sponde per effetto dell'apparato radicale. Le interazioni devono essere attentamente analizzate con riferimento alle caratteristiche idrauliche della sezione dell'alveo di piena e all'assetto del corso d'acqua definito dalle fasce fluviali; così, ad esempio, l'aumento della resistenza al moto connesso alla presenza di vegetazione ripariale, per un corso d'acqua canalizzato in un'area fortemente antropizzata, può creare problemi al convogliamento delle acque durante la piena, mentre in aree golenali può rallentare in modo significativo la velocità della corrente e pertanto contribuire ad incrementare l'effetto di laminazione dinamica della piena a beneficio dei tratti di valle.



Computed roughness coefficient: Manning's $n=0.12$
 Date of flood: April 12, 1969
 Date of photograph: March 28, 1979
 Depth of flow on flood plain: 1.22 meters
 Description of flood plain: The vegetation of the flood plain is primarily trees, including oak, gum, ironwood, and many small diameter trees (0.1 to 0.2 m). The base is firm soil and has slight surface irregularities. Obstructions are negligible. Ground cover and undergrowth are negligible. $Veg_d=0.0269$, and $C_r=7.6$. The selected values are $n_b=0.025$, $n_s=0.025$.

Fig. 3 - Effetto di laminazione dinamica di un'onda di piena (Paoletti, 1996) a sinistra; influenza della vegetazione sul valore di scabrezza (G.J.Arcerment e V.R.Schneider, 1989) a destra

In figura 3 è rappresentato a sinistra l'effetto di laminazione dinamica di un'onda di piena in relazione alla diminuzione del rapporto del coefficiente di scabrezza di *Strickler* della golena e dell'alveo (k_{sg}/k_{sa}).

A tal riguardo si rileva come le esperienze condotte su diverse piane alluvionali degli Stati Uniti, riportate nel lavoro di *G.J.Arcerment e V.R.Schneider* "*Guide for selecting Manning's roughness coefficients for natural channels and flood plains*", evidenziano come il valore del coefficiente di scabrezza può variare in modo significativo in conseguenza della presenza di vegetazione arborea – arbustiva nelle golene. L'immagine a destra evidenzia una superficie golenale boscata per effetto della quale il coefficiente di scabrezza di *Manning* varia da 0.025 (in condizioni di assenza di vegetazione) a 0.12 (in presenza di vegetazione arborea), esprimendo un rapporto di 1:5.

La vegetazione ripariale può inoltre incrementare, a seconda della morfologia del corso d'acqua e delle caratteristiche dell'apparato radicale della vegetazione stessa, la stabilità di sponde incise (effetto di consolidamento e protezione) con riferimento ad eventi di piena non particolarmente gravosi.

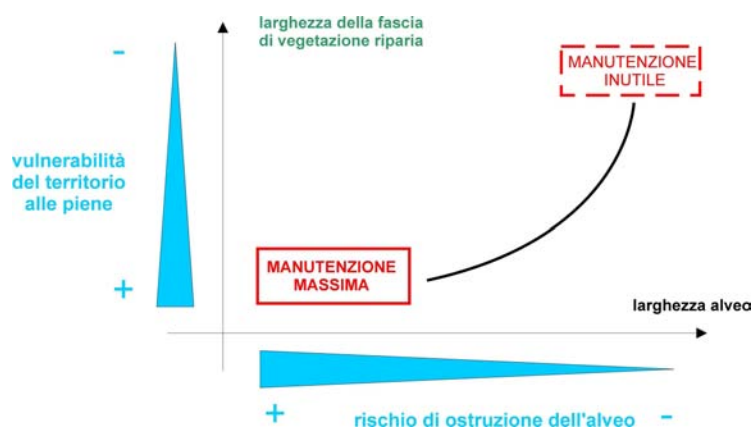
Il materiale vegetale flottante può invece avere un effetto positivo o negativo con riferimento al deflusso della corrente e alla dinamica fluviale, in particolare: provocando la parzializzazione della sezione di deflusso in corrispondenza di manufatti trasversali (come nella foto qui accanto), contribuendo ad aumentare ulteriormente la scabrezza in corrispondenza di aree boscate che trattengono il materiale, trattenendo i depositi alluvionali e altro materiale in sospensione (effetto briglia filtrante), o ancora creando turbolenze e innescando l'erosione delle sponde.



I rischi di erosione e inondazione a causa della presenza di vegetazione ripariale o della mancanza di manutenzione della medesima vanno pertanto valutati attentamente tenendo conto delle caratteristiche della vegetazione, dell'assetto idraulico e morfologico del corso d'acqua e delle interferenze antropiche presenti.

In linea generale si può anticipare come la necessità di manutenzione della vegetazione e di eliminazione dei tronchi in alveo diminuisca all'aumentare delle dimensioni del corso d'acqua e della larghezza della zona boschiva, che è "danneggiabile" ed esercita anche un'azione protettiva

degli spazi e attività antropici adiacenti, come evidenziato nello schema qui a fianco (da *Agence de l'Eau Rhône, Méditerranée Corse, 1998*)



3 - PIANO DI GESTIONE DELLA VEGETAZIONE RIPARIALE DEL TORRENTE PARMA

Alla luce delle interazioni fra vegetazione ripariale ed assetto idraulico ed ecologico del corso d'acqua, sopra accennate, l'individuazione degli interventi di manutenzione da realizzare sul corso d'acqua deve essere effettuata sulla scorta di un'analisi che, partendo dalle attuali condizioni del corso d'acqua nelle varie componenti morfologiche, idrauliche ed ambientali, consenta l'individuazione degli obiettivi da conseguire su tratti omogenei dell'asta fluviale e definisca un conseguente assetto di progetto delle caratteristiche della vegetazione ripariale, da ripristinare se difforme dall'attuale situazione e mantenere nel tempo.

Tale impostazione metodologica consente la definizione di un piano di gestione della vegetazione ripariale in cui gli interventi da effettuare siano strettamente connessi agli obiettivi da conseguire per ogni tratto omogeneo del corso d'acqua.

Il Piano di gestione deve essere pertanto organizzato nelle seguenti quattro fasi principali:

1. definizione dello stato attuale del corso d'acqua;
2. definizione di obiettivi diversi secondo le zone del corso d'acqua (in base all'uso del suolo, alla morfologia, ai rischi idraulici, alle attività antropiche, alle ricchezze naturalistiche...);
3. definizione dei livelli di manutenzione (più o meno frequente, intenso...);
4. definizione degli interventi (di ripristino o manutenzione) in seguito al confronto fra la situazione attuale e quella desiderata.

DEFINIZIONE DELLO STATO ATTUALE

Lo stato attuale del corso d'acqua deve essere definito tramite attività di campo e di ricerca bibliografica, eventualmente integrate con altre analisi specifiche. La definizione dell'attuale assetto del corso d'acqua deve essere effettuata in relazione alle seguenti diverse componenti:

- principali caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo e delle sponde;
- caratteristiche della vegetazione ripariale:
- stato (densità della vegetazione arborea; stabilità; età; deperimento);
- valore patrimoniale ed ecologico (larghezza; specie infestanti; piantagioni; specie elofite; habitat di particolare interesse naturalistico);
- uso del suolo e zone di interesse ricreativo;
- interferenze antropiche ed infrastrutturali;
- indicazioni sulla fauna ittica e sulla qualità delle acque.

DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI

La definizione degli obiettivi da conseguire sul corso d'acqua, o meglio su tratti omogenei dello stesso, costituisce la fase strategica con la quale viene individuato l'assetto di progetto che si intende raggiungere per quanto riguarda la gestione della vegetazione ripariale.

Gli obiettivi devono essere definiti tenendo conto dell'assetto definito dalle fasce fluviali ed in particolare delle caratteristiche idrauliche e morfologiche del corso d'acqua, dell'uso del suolo e del valore ecologico ambientale della regione fluviale; la definizione degli stessi obiettivi non deve invece tenere conto dell'attuale assetto della vegetazione ripariale.

Gli obiettivi sono ritenuti validi per l'orizzonte temporale fissato dalla pianificazione di bacino e possono avere un'influenza locale sul tratto o diversamente apportare un beneficio per i tratti di valle. In generale si distinguono obiettivi legati al:

A. Rischio di inondazione ed erosione:

A1 - accelerare o facilitare il deflusso (effetto locale);

A2 - rallentare il deflusso (effetto a valle);

A3 - evitare erosione (effetto locale);

A4 - limitare l'apporto di tronchi e ramaglie (effetto a valle);

A5 - evitare accumuli di tronchi e ramaglie (intercettazione del materiale flottante, effetto a valle);

A6 - evitare accumuli di tronchi e ramaglie (effetto locale).

B. Uso del suolo e alle attività antropiche:

B1 - valorizzare il paesaggio (locale);

B2 - facilitare attività ricreative o sportive, pesca compresa (locale);

B3 - rispettare regolamenti o leggi specifiche (locale);

C. Patrimonio naturale:

C1 - permettere lo sviluppo della fauna ittica (generale);

C2 - conservare biotopi particolari (generale);

C3 - preservare la fauna e la flora presenti (generale);

C4 - ridurre l'eutrofizzazione (generale);

C5 - mantenere o migliorare la diversificazione dei popolamenti vegetali (generale).

DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI MANUTENZIONE

Gli obiettivi prefissati aiutano ad immaginare la situazione che si desidera avere sul corso d'acqua in termini di:

- densità dello strato arboreo e di quello arbustivo;

- presenza di alberi senescenti, schiantati, deperienti;

- presenza di tronchi e ramaglie in alveo.

Ad ogni combinazione di tali elementi corrisponde un livello di manutenzione, differente per tipo e frequenza d'intervento sulla vegetazione o sul materiale in alveo.

Per esempio in una zona urbana ci saranno gli obiettivi "evitare erosione", "accelerare il deflusso", "valorizzare il paesaggio"; la situazione desiderata sarà: strati arboreo ed arbustivo poco densi, assenza totale di alberi senescenti, schiantati, deperienti e di tronchi in alveo; manutenzione frequente.

In una zona senza insediamenti umani per qualche chilometro, ma frequentata da un'associazione di pescatori, con alveo meandriforme, gli obiettivi potrebbero essere "rallentare il deflusso" e "facilitare la pesca"; la situazione desiderata: strato arbustivo non troppo denso, possibile presenza di alberi senescenti e di qualche tronco in alveo; manutenzione meno frequente e poco intensa.

DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI

Il confronto fra assetto di progetto e quello attuale deve di conseguenza consentire l'individuazione delle necessità di intervento per il ripristino della configurazione ottimale e per il suo mantenimento nel tempo.

Tutti i tratti d'alveo in cui la vegetazione si trova in una situazione che non corrisponde a quella definita dagli obiettivi, faranno parte del programma di ripristino (da effettuare in modo prioritario).

Le zone che invece si trovano già nella situazione desiderata, rientreranno nel programma di manutenzione, che sarà realizzato successivamente e servirà a conservare tale situazione.

La frequenza e l'intensità degli interventi é dedotta dalle precedenti fasi di definizione degli obiettivi e dei livelli di manutenzione.

Le tipologie principali di intervento che possono interessare la vegetazione ripariale sono:

- la rimozione dei tronchi d'albero o di altro materiale che costituisca ostruzioni in alveo (anche materiale vegetale mescolato a materiale litoide), per il ripristino della sezione di deflusso;
- il taglio della vegetazione arborea ed arbustiva (abbattimenti, potature, decespugliamenti...);
- le opere di ingegneria naturalistica per rinaturazione e protezione delle sponde dissestate (in frana in erosione) e manutenzione di tali opere;
- la rimozione di rifiuti solidi (urbani) non naturali sulle sponde o in alveo (non solo se ostacolano deflusso ma anche per ragioni ambientali);
- le ripuliture (eliminazione di rifiuti o macerie e decespugliamento);
- lo sfalcio della vegetazione erbacea sugli argini o in zone frequentate;
- i rimboschimenti delle zone riparie.

La necessità di non intervenire sulla vegetazione ripariale in modo indiscriminato (tagliare ovunque e nella stessa maniera), ma secondo criteri ed obiettivi differenziati, diventa una scelta strategica anche per la gestione idraulica e ambientale di un corso d'acqua.



Fig. 4 - Area di studio suddivisa nei sei tratti, a sinistra; tavola degli interventi del tratto 2, a destra

Sul torrente Parma è stata condotta una speditiva attività di campo che ha consentito, unitamente alla consultazione di recenti fotografie aeree, la definizione di una prima impostazione metodologica del Piano di gestione della vegetazione ripariale del torrente nel tratto compreso fra il ponte di Panocchia ed il centro urbano di Parma.

Dopo aver suddiviso il Torrente Parma in sei tratti con caratteristiche omogenee, le attività condotte hanno riguardato, per ogni tratto, la definizione dello stato attuale, degli obiettivi e dei livelli di manutenzione e una prima individuazione delle possibili linee di intervento per il conseguimento dell'assetto desiderato.

Si sottolinea come il lavoro svolto costituisca un importante riferimento di impostazione metodologica per la definizione del Piano di gestione, anche se non completamente esaustivo in tutte le sue componenti.

A tal riguardo si evidenzia da subito come lo stesso Piano di gestione possa essere maggiormente dettagliato nella parte riguardante la definizione dello stato attuale con alcuni specifici approfondimenti fra cui, in particolare:

- analisi idraulica per la definizione di coefficienti di scabrezza compatibili con il deflusso delle portate di piena all'interno del centro abitato di Parma;
- analisi morfologica multitemporale per la valutazione delle tendenze evolutive in atto;
- definizione dell'Indice di funzionalità fluviale (IFF) e individuazione delle dinamiche fluviali che concorrono ad alimentare il trasporto di materiale flottante;

- analisi dello stato, composizione e distribuzione spaziale delle tipologie vegetazionali presenti lungo il corso d'acqua.

Un ulteriore approfondimento dovrà comunque riguardare la definizione nel dettaglio degli interventi di ripristino e di manutenzione.

Sono quindi state elaborate sotto forma di schede monografiche le quattro fasi del Piano di gestione distinte per ogni tratto omogeneo del corso d'acqua. A tali schede sono allegate le fotografie effettuate in campo e le ortoimmagini, con indicazione degli interventi.

Preso atto che tutto il tratto del torrente Parma oggetto del presente Piano di gestione risulta essere compreso nei tratti a rischio di asportazione della vegetazione arborea (così come stabilito dall'art.1 comma 6 delle Norme di Attuazione del PAI¹), in linea generale si rileva come gli interventi di manutenzione della vegetazione ripariale del torrente Parma debbano anche essere strettamente connessi all'assetto del corso d'acqua definito dalle fasce fluviali che concorre all'individuazione di precisi obiettivi di gestione.

In particolare gli obiettivi di gestione della vegetazione ripariale sono diversificati in relazione al tratto urbano, al tratto intermedio fra la città e la cassa di espansione e al tratto a monte della cassa stessa.

Per quanto riguarda i fenomeni di deflusso e laminazione delle piene, nel tratto urbano risulta prioritario l'obiettivo di accelerare e facilitare il deflusso delle piene, mentre nel tratto intermedio fino alla cassa, accanto all'obiettivo di rallentare il deflusso, risulta necessario prevedere una gestione della vegetazione ripariale in modo tale che non venga alimentato il trasporto di materiale vegetale flottante e che venga il più possibile intercettato quello eventualmente proveniente da monte. La cassa di espansione oltre ad essere chiaramente caratterizzata da una precisa ed indifferibile finalità di laminazione delle piene potrebbe essere individuata come zona di intercettazione del materiale vegetale flottante proveniente da monte eventualmente prevedendo allo scopo specifici interventi strutturali di trattenuta.

Nel tratto a monte della cassa oltre a preservare le caratteristiche prettamente pluricursali del corso d'acqua per le sue importanti funzioni morfologiche, ambientali ed idrauliche si ritiene debba essere ricercato o assecondato uno stato di equilibrio naturale della vegetazione ripariale in cui ai fenomeni di asportazione della vegetazione instabile per effetto delle dinamiche fluviali si associno i fenomeni di intercettazione del materiale flottante stesso da parte della vegetazione arborea più stabile presente sui piani golenali e sulle isole.

	STATO ATTUALE		OBIETTIVI		MANUTENZIONE E INTERVENTI	
TRATTO 1	alveotipo	unicursale per costrizione	rischi inondazione ed erosione	A1, A3, A6	A1	taglio selettivo
	lung. (m)	1800	uso suolo e attività antropiche	B2	A3	taglio selettivo
	larg. (m)	80-190	patrimonio naturale	-	A6	nessun intervento
	sup. (ha)	22			B2	nessun intervento
	sup./lung.	122	priorità	A1, A3, A6		
	vegetazione arboreo-arbustiva	alcuni grandi alberi				
	uso suolo	seminaturale degradata - tratto urbano				
interferenze	ponti e difese spondali					
TRATTO 2	alveotipo	pseudomeandriiforme-unicanale	rischi inondazione ed erosione	A4, A5, A3	A4	taglio selettivo moderato
	lung. (m)	1100+400	uso suolo e attività antropiche	B1, B2	A5	conservazione soprassuolo arboreo
	larg. (m)	60-200	patrimonio naturale	C2, C3	A3	nessun intervento
	sup. (ha)	21			B1	contenimento specie alloctone
	sup./lung.	140	priorità	C2, A4, A5	B2	ripuliture da rifiuti e rovi
	vegetazione arboreo-arbustiva	bosco planiziale e boschi riapriali			C2	contenimento specie alloctone
	uso suolo	naturaliforme di elevato interesse			C3	contenimento specie alloctone
interferenze	ponte Dattaro e difese spondali					
TRATTO 3	alveotipo	pseudomeandriiforme (wandering)	rischi inondazione ed erosione	A2, A3, A4	A2	officiosità golena
	lung. (m)	1800	uso suolo e attività antropiche	B1, B3, B2	A3	nessun intervento
	larg. (m)	70-150 (370)	patrimonio naturale	C3, C5	A4	taglio selettivo moderato
	sup. (ha)	47 (potenziale)			B1	-
	sup./lung.	260 (potenziale)	priorità	A2, C3, A3	B2	-
	vegetazione arboreo-arbustiva	saliceto-pioppeto ripariale			B3	miglioramento soprassuolo arboreo
	uso suolo	agricolo e naturaliforme			C3	limitazione interventi
interferenze	rilevato tangenziale sud			C5	contenimento specie alloctone	

Fig. 5: Tabella di sintesi per i primi tre tratti del T. Parma

¹ Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con DPCM del 24/05/2001

4 - PROGETTO DI RINATURAZIONE E RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DELLE FASCE FLUVIALI DEL PO

In questo progetto, la gestione della vegetazione ripariale (che rappresenta solo un aspetto dell'intero progetto) è finalizzata ad obiettivi di rinaturazione, paesaggistici e di fruizione, tra di loro integrati e compatibili all'assetto idraulico del corso d'acqua.

L'area considerata dal progetto è delimitata dalle fasce fluviali A e B del Fiume Po, da Torino al Delta e comprende una superficie di circa 97.316 ettari, di cui 58.866 in fascia A e 38.450 in fascia B, ricadente in 4 Regioni (Piemonte 20%, Lombardia 52%, Emilia-Romagna 24% e Veneto 4%), 12 Province, 254 Comuni e 8 Parchi.

Tra i dati e le informazioni costituenti il complesso quadro conoscitivo, le coperture del suolo sono state considerate nodali per potere segnalare in modo unitario e sintetico lo stato dell'ambiente. In particolare è stato ricostruito l'assetto ecopaesistico ad una soglia temporale relativamente lontana (anni '50), per poi confrontarlo con lo stato attuale e quindi trarne indicazioni di progetto (figura 6).

	COD	PO_numero patch [n]			PO_superfici [ettari]		
		1954	2000	00-54	1954	2000	00-54
usi e coperture con codice A (agricolo)	A	2.423	3.614	1.191	52.435	62.118	9.683
usi e coperture con codice N (vegetazione permanente o semiperm. - da N01 a N07)	Na	3.962	4.013	51	26.139	18.100	-8.039
usi e coperture con codice N (acqua - da N08 a N09)	Nb	161	361	200	18.331	15.422	-2.909
usi e cop. con codice U (urbanizzato, aree insediate ed infrastrutture - da U01 a U12)	U	267	1.184	917	432	1.689	1.256
totale		6.813	9.172		97.338	97.329	

Fig. 6 - Usi e coperture del suolo aggregati delle fasce fluviali del Po

La contrazione di usi e coperture naturaliformi (codice N = Na + Nb) è stata di quasi 11.000 ettari, equivalenti a -25% della consistenza al 1954 (e tocca punte del -47% per le aree a bosco) a vantaggio di usi e coperture agricoli, incrementati del 18% circa.

Inoltre, nella categoria A (agricolo) sono aumentati soprattutto i pioppeti (+4629 ha) e i seminativi specializzati (+8427 ha), oggi monoculture spesso in monosuccessione, che hanno sostituito i ben più estensivi e complessi seminativi arborati, quasi del tutto scomparsi.

In estrema sintesi, dalle prime analisi effettuate, lo stato del sistema perfluviale ha generalmente subito perdita di naturalità, forte contrazione delle aree forestali, erosione delle aree naturali e boscate, frammentazione della struttura ecologica ed aumento dell'uso antropico intensivo.

Lo stato dell'alveo inciso è invece condizionato soprattutto dalla costrizione laterale e dall'abbassamento del fondo avvenuto nel tempo, che, oltre alla semplificazione morfologica, hanno agito anche sugli aspetti idrologici, provocando una disconnessione trasversale sempre più rilevante tra parte incisa dell'alveo e golene e riducendo la presenza e l'estensione dei biotopi caratteristici dell'ecosistema di un grande fiume di pianura (lanche, barre sabbiose, isole, rami secondari, ecc.).

Dall'analisi del quadro conoscitivo è disceso un affinamento dell'obiettivo generale di rinaturazione e riqualificazione ambientale in traguardi più specifici e mirati (figura 7), da cui sono in seguito derivate alcune linee di azione. I primi due obiettivi e le rispettive linee di azione concorrono alla definizione di una proposta complessiva di assetto ecosistemico della regione fluviale del Fiume Po.

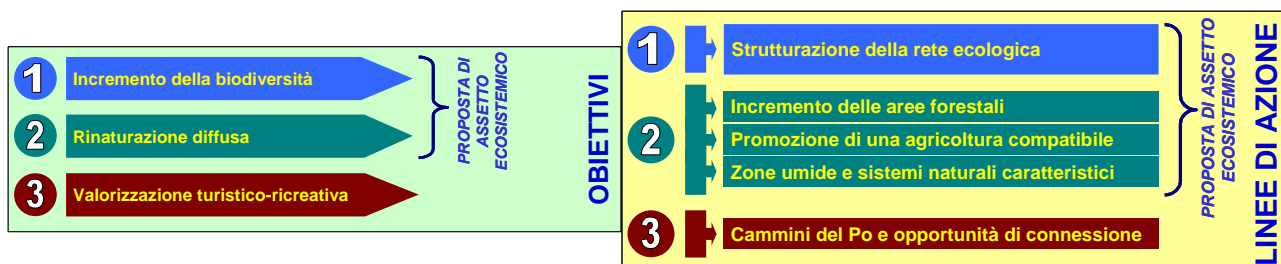
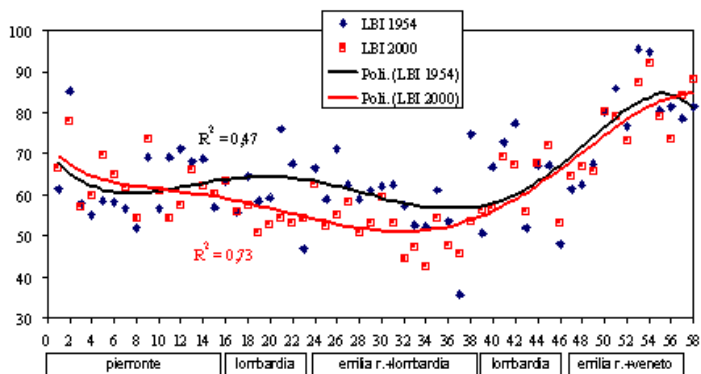


Fig. 7 - Obiettivi e linee di azione

Limitando l'esposizione del progetto al tema della vegetazione ripariale, si accenna di seguito all'obiettivo di incremento della biodiversità. Per l'analisi della biodiversità si è fatto ricorso all'uso di un indice chiave, *Landscape Biodiversity Index* (LBI), messo a punto e già utilizzato da Pileri e Sartori (*Monitoring biodiversity at a wide land scale to support sustainable planning and policy: the proposal of a key indicator based on vegetation cover data deriving from maps, 2004*) a cui si rimanda. Il grafico qui sottostante rappresenta l'andamento di LBI lungo il Fiume Po alle due soglie temporali e mostra l'ampiezza dello scarto tra i valori nelle aree lombarde ed emiliane, che quindi risultano essere quelle più sofferenti e dove le pressioni antropiche hanno maggiormente banalizzato il paesaggio ripariale, destrutturandolo ecologicamente. In queste aree occorrerà concentrare la maggior parte degli sforzi e delle risorse che le linee di azione andranno a prevedere.

L'analisi della biodiversità alla scala paesistica ha indirizzato la successiva fase relativa alla definizione di una proposta di strutturazione di rete ecologica, che consentisse, almeno potenzialmente, di stabilizzare la biodiversità esistente, ripristinare una struttura ecologica varia, stabile e autonoma e recuperare gran parte della biodiversità persa negli ultimi decenni, limitando allo stesso tempo la diffusione di specie alloctone invasive.



Per la formalizzazione del concetto di rete ecologica si rimanda a *Forman R.T.T. e Godron M.* (1986 e 1995). Qui si è scelto di impostare questa prima parte del progetto di rete ecologica riferendosi ad un approccio strutturale prima che funzionale. Le principali componenti ecologiche considerate come strutturali dell'assetto ecosistemico del territorio fluviale del Po, potenziali elementi della rete ecologica, ed individuate nello stato di fatto sono:

1. Nuclei ad alta biodiversità: ambiti territoriali con una copertura vegetale caratterizzata da alti valori di LBI e da una accentuata compattezza;
2. Formazioni boscate 'allungate' esistenti: con forma prevalentemente allungata, identificate tramite alcuni indicatori di forma;
3. Fasce vegetate ripariali: fasce di territorio prossime al ciglio di sponda dell'alveo inciso in massima parte occupate da formazioni forestali (arboreo-arbustive);
4. Corpi idrici isolati o parzialmente attivi: in prevalenza lanche o altre zone umide, che possono fungere da ulteriori nuclei della rete.

Secondo le scelte progettuali effettuate, il passaggio dallo stato di fatto riscontrato ad un assetto ecosistemico che permetta di dare un forte contributo all'incremento della biodiversità si attua principalmente tramite la progettazione della rete ecologica del fiume e la sua realizzazione.

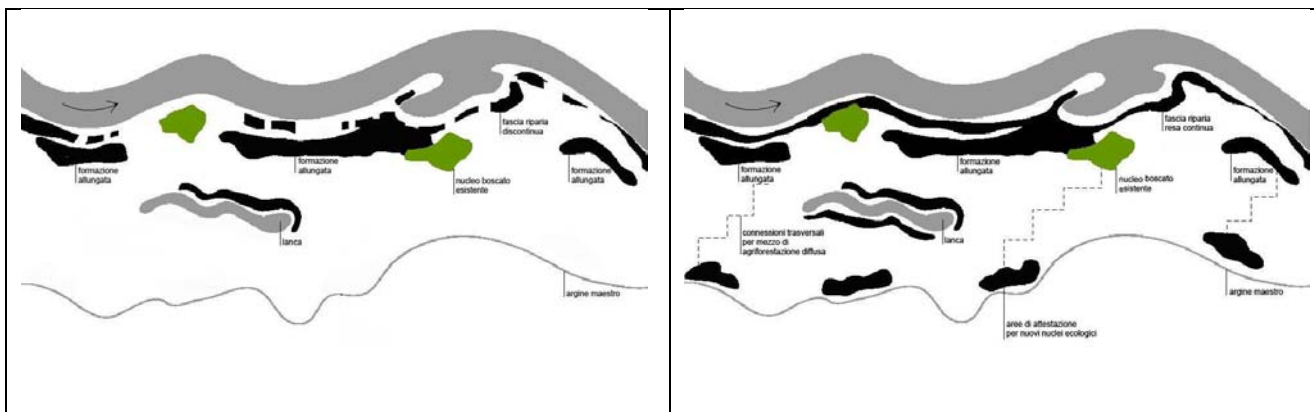


Fig. 8 - A sinistra la configurazione della rete ecologica nel suo stato attuale; a destra il progetto di rete ecologica da realizzare lungo il Po

Le azioni previste per l'innalzamento della biodiversità attraverso la strutturazione di una rete ecologica fluviale, rappresentate in figura 8, sono le seguenti:

- Ripristino della continuità delle fasce vegetate ripariali: per 30 metri di profondità nei primi 7 anni di operatività del progetto e altri 20 metri nei successivi 7 anni.
- Realizzazione di nuovi nuclei della rete ecologica: per i quali le aree di ideale attestamento sono state selezionate in prevalenza nella fascia fluviale più esterna (fascia B), privilegiando le zone maggiormente banalizzate dall'agricoltura e che risultavano isolate da componenti ecologiche esistenti. I nuovi nuclei potranno consistere in nuovi soprassuoli boschivi e/o in zone umide, o altre coperture del suolo con alto punteggio di biodiversità potenziale secondo il metodo LBI.
- Ripristino di fasce vegetate di transizione con la matrice agricola (ecotoni) attorno alle lanche e altre zone umide fisionomicamente a prevalenza arboreo-arbustiva e della profondità di 30-50 m.
- Formazione di connessioni trasversali tramite sistemi verdi lineari: soprattutto per collegare i nuovi nuclei della rete ecologica previsti a quelli già esistenti.

Nel definire le scelte progettuali e di intervento si è inoltre considerato il dinamismo della vegetazione, l'automantenimento delle fitocenosi, il gradiente fitogeografico, il problema delle specie alloctone invasive.

In conclusione, si ottiene un quadro finale secondo il quale occorrerebbe convertire, in un periodo di 14 anni, circa 7.111 ettari di aree agricole (Fig. 9) in aree occupate dalla rete ecologica. Di queste, circa 3.600 ettari in fasce di vegetazione ripariale.

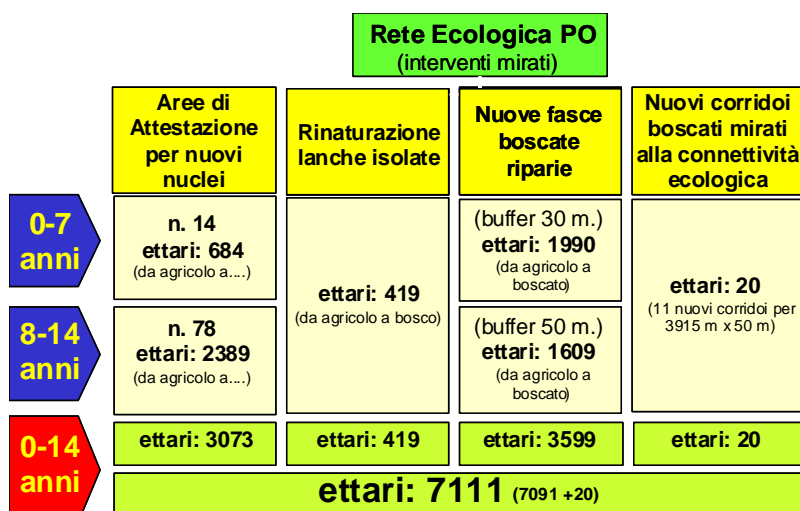


Fig. 9 Strutturazione della rete ecologica del Po

5 – CONCLUSIONI

Oltre alle considerazioni tecniche e metodologiche qui espresse ed in connessione logica alle stesse, dalle esperienze e dagli approfondimenti svolti, appare sempre più evidente ed opportuna la necessità di sostenere il passaggio da un approccio alla gestione della vegetazione ripariale di tipo "idraulico", cioè finalizzato esclusivamente alla mitigazione dell'interferenza causata dalla presenza di vegetazione ripariale (sovente trascurandone la componente positiva, ovvero il potenziale beneficio idraulico o idrogeologico), ad un approccio integrato, in cui la vegetazione ripariale è anche concepita come elemento fondamentale dell'ecosistema fluviale, in grado di svolgere importanti e plurime funzioni, ottimizzabili tramite la gestione.

Per consolidare ed incrementare le conoscenze scientifiche e tecniche inerenti la vegetazione ripariale, al fine di proseguire il percorso verso l'approccio integrato, si ritiene utile eseguire approfondimenti riferiti alla realtà italiana e padana, riguardanti ad esempio le tematiche della stabilità meccanica delle componenti arboree ed arbustive e la loro azione stabilizzante sulle sponde, della misura dell'incidenza sulla scabrezza ed effetti sull'assetto idraulico, delle metodologie di ottimizzazione degli obiettivi plurimi, del materiale flottante e del legno morto, dei criteri per i tagli selettivi, della moria dei saliceti ripariali, dell'influenza delle fluttuazioni della falda freatica, delle specie alloctone invasive, ecc.

Infine, operativamente, è utile indicare alcuni criteri principali di riferimento e concreti da prendere

in considerazione quando si svolgono interventi di gestione della vegetazione ripariale in mancanza di una pianificazione e progettazione adeguati:

- Manutenzione fatta per tagli selettivi, con criteri definiti;
- Valutare se intervenire;
- Valorizzare la vegetazione ripariale in tutte le sue componenti e funzioni;
- Competenze adeguate degli operatori e dei progettisti e transdisciplinarietà di questi ultimi;

Il concetto di pianificazione integrata sottende l'integrazione tra le diverse scale territoriali e livelli, nonché tra le differenti tematiche settoriali e gli obiettivi ad esse connessi, anche attraverso processi di *governance*. La relazione qui espressa indica che anche sulla gestione della vegetazione ripariale si sta sviluppando la pianificazione basata su questi presupposti, quale stimolo e auspicio ad un ulteriore sviluppo.

BIBLIOGRAFIA

Agence de l'Eau Rhône, Méditerranée Corse e Diren Rhône Alpes (1998), Guide technique n° 1 – La gestion des boisements de rivières, Lyon

Alzate L. (2000): Criteri per le modalità di gestione della vegetazione ripariale, Parma, Autorità di bacino del Fiume Po
Arcerment G.J. e Schneider V.R. (1984): Guide for selecting Manning's roughness coefficients for natural channels and flood plains, Virginia, USGS

Autorità di bacino del Fiume Po (2002): Piano di gestione della vegetazione ripariale del torrente Parma, Parma

Autorità di bacino del Fiume Po (2006): Direttiva per la definizione degli interventi di rinaturazione di cui all'art. 36 delle norme del PAI, Parma

Farioli C., Pileri P. e Assini S. (2007): Progetto di rinaturazione delle fasce fluviali del Fiume Po, "Alberi e Territorio", Bologna, n. 7-8/2007, pp. 17-23

Cacciabue G.¹

INTRODUZIONE

I fiumi e i corsi d'acqua in genere, in una regione alpina come quella piemontese, costituiscono delle arterie di importanza fondamentale per il territorio, contribuiscono in modo determinante a creare e modificare gli habitat, attraverso l'azione dell'acqua e svolgono diverse funzioni: plasmano il paesaggio, trasportano acqua e con essa trascinano i sedimenti.

Ma non dobbiamo dimenticare che sono vivi e dinamici: si scelgono loro la strada e quindi a volte esondano. La storia della nostra regione, anche quella recente, è legata ad eventi alluvionali che immancabilmente si ripresentano.

Moltissimi interventi sui corsi d'acqua hanno migliorato il grado di protezione contro le piene consentendo ai territori limitrofi uno sviluppo considerevole, tuttavia l'attività di molti anni e gli investimenti notevoli non sono bastati e non possono garantire una protezione assoluta contro le piene.

Spesso l'uomo non si è tenuto ad una giusta distanza dai corsi d'acqua e con le proprie attività ha sottratto il loro spazio vitale. Un corso d'acqua che dispone di sufficiente spazio non solo adempie alle proprie funzioni, ma causa meno danni in caso di piena.

Le esigenze di spazio delle acque, di una protezione efficace contro i pericoli che esse comportano e la necessità di salvaguardare la qualità dell'acqua possono e devono oggi essere coniugate in maniera ottimale.

Questa esigenza è, inoltre, legata alla Direttiva Quadro Acqua 2000/60/CE la quale, come è noto, impone il raggiungimento di requisiti minimi di qualità dei corsi d'acqua

Nella gestione di un corso d'acqua non si può trascurare l'importanza delle sue rive e del ruolo che la vegetazione svolge nel complesso dell'ecosistema ripario, perché risulta sempre più evidente che essa è uno strumento molto utile per la gestione delle piene, perché assicura biodiversità e equilibrio al complesso di relazioni di tutto il sistema ambientale circostante e consente allo stesso tempo un utilizzo ricreativo.

Le alterazioni di carattere morfologico e idrologico che possono interessare un bacino e l'eccessivo sfruttamento della risorsa idrica influiscono in modo determinante sulle variazioni non naturali della portata dei corsi d'acqua, sulla eccessiva carenza idrica in condizioni di magra o sulla manifestazione di eventi improvvisi di piena.

Gli interventi di regimazione hanno sottratto, man mano, sempre più territorio ai corsi d'acqua e ridotto così le aree esondabili naturali, facendo incrementare di conseguenza il rischio idraulico per gli insediamenti che si sono sviluppati dove questi, un tempo, erano liberi di divagare.

Le aree riparie e golenali residue sono tutt'oggi prevalentemente sfruttate a scopo agricolo solitamente intensivo e le colture si spingono fino al margine della riva, lasciando di conseguenza solamente una limitata fascia di vegetazione riparia naturale, e a volte neanche questa.

La regimazione del corso d'acqua ha comportato una semplificazione dell'ambiente fluviale nelle zone di fondovalle e di pianura, determinando in generale, per numerosi corsi d'acqua alpini piemontesi, la frammentazione e la riduzione dei corridoi ecologici, influenzando in negativo la loro capacità a sostenere un grado levato di naturalità.

Lo spazio di divagazione per il corso d'acqua si è ridotto e insieme a questo in modo complementare si è ridotta la fascia di vegetazione riparia.

¹ Regione Piemonte – Dir. OO.PP., Difesa del suolo, Economia Montana e Foreste – Sett. Idraulica Forestale e Tutela del Territorio (Via dei Guasco, 1 - 15100 - AL) - giorgio.cacciabue@regione.piemonte.it

Questa vegetazione costituisce un fattore primario nel mantenimento di diversità ambientale in alveo, gli apporti trofici di una copertura vegetale supportano le reti alimentari e condizionano la struttura delle comunità animali, mentre l'ombreggiamento e la traspirazione contribuiscono a mantenere l'acqua fresca ed ossigenata.

I corsi d'acqua, infatti, pur ospitando dei produttori primari fotosintetici, presentano un metabolismo prevalentemente eterotrofico. La principale fonte di cibo per gli organismi acquatici è quindi di origine terrestre e costituita da foglie e frammenti vegetali provenienti dalle fasce di vegetazione riparia e dai versanti boscati (Sansoni G., 2004).



Fig. 1 - Vegetazione ripariale sul Torrente Orba a Capriata d'Orba (AL)

Gli interventi di gestione della vegetazione riparia devono perseguire una strategia combinata per la conservazione degli ecosistemi, con particolare riguardo alla biodiversità, alla riduzione della frammentazione di habitat, alla sicurezza idraulica.

Occorre per quanto possibile favorire una gestione che comporti un miglioramento, attraverso il recupero dei caratteri naturali, delle capacità omeostatiche del corso d'acqua, strettamente correlate alla diversità ambientale e biologica.

La gestione della vegetazione riparia non significa il taglio raso della vegetazione presente lungo le sponde del corso d'acqua, intervento che comporta conseguenze dannose all'ecosistema in oggetto quali:

- l'eliminazione della funzione trofica svolta dalla vegetazione;
- la scomparsa dell'azione di ombreggiamento, che evita l'eccessivo riscaldamento delle acque e conseguente riduzione delle comunità fluviali adattate a vivere entro precisi intervalli termici;
- l'aumento delle radiazioni incidenti che, quando eccessive, risultano letali a pesci come i salmonidi;
- la scomparsa della possibilità di vita per una ricca fauna che proprio nella vegetazione ripariale e palustre trova rifugio e cibo (si pensi alla sua importanza per la sosta e la nidificazione degli uccelli acquatici);
- la mancata funzionalità della vegetazione riparia nel frenare l'azione erosiva dell'acqua e nel controllare i regimi idrici.

Gli habitat ripari, oltre a costituire un importante valore ecologico e fungere da agenti di attività di depurazione delle acque, possono essere considerati come la più naturale difesa idraulica, efficaci per la limitazione dell'erosione e per il rallentamento della corrente con benefici a valle.

La vegetazione riparia concorre, infatti, alla stabilizzazione dei terreni sciolti attraverso l'azione delle radici (es. ontani, salici) e ottiene l'effetto positivo di rallentare la velocità di scorrimento a condizione che la sezione d'alveo sia sufficiente a smaltire la portata di piena e che venga correttamente gestita la manutenzione.

Si impone quindi che il taglio raso della vegetazione riparia presente sulle sponde sia da evitare, a favore di una evoluzione verso popolamenti specializzati, adatti alle condizioni ed esigenze di alveo, sponde e aree golenali.

In tal senso fondamentale risulta essere il concetto di gestione attiva della vegetazione, intendendo con ciò la definizione di turni temporali a cadenza periodica entro i quali condurre le operazioni selvicolturali al fine di mantenere il popolamento arboreo nella fase evolutiva più idonea a svolgere il proprio ruolo protettivo.

Possono essere ammessi tagli raso localizzati della vegetazione riparia sulle sponde limitatamente a quei casi in cui sia dimostrato che tale tipo di intervento è necessario alla messa in sicurezza (sezioni insufficienti in corrispondenza di attraversamenti e centri abitati) non sostituibile con altra tipologia di intervento più compatibile e comunque nel rispetto della normativa vigente in materia di biodiversità e prescrizioni forestali.



Fig. 2 - La Dora a Beaulard (Bardonecchia - TO) - giugno 2008

Parlare di gestione di un corso d'acqua oggi è molto più complicato che in passato proprio perché molteplici sono gli aspetti da considerare e altrettanto molteplici sono gli interessi in gioco.

Ma per poter considerare tutti gli interessi arrivando ad un compromesso accettabile e a risultati positivi bisogna tenere conto che l'approccio deve essere globale e che occorre l'apporto e il contributo degli specialisti dei diversi settori: pianificazione territoriale, difesa del suolo e foreste, agricoltura, tutela ambientale e delle risorse idriche.

La Regione Piemonte vista questa esigenza ha istituito il Coordinamento regionale manutenzione alvei e bacini montani per affrontare in termini multidisciplinari la gestione dei corsi d'acqua nel quale sono rappresentate le direzioni regionali competenti materia di difesa del suolo e foreste,

ambiente e risorse idriche, pianificazione territoriale e agricoltura insieme al Corpo Forestale dello Stato e all'Arpa Piemonte.

Per gestire correttamente la vegetazione ripariale è necessario fissare regole di comportamento che definiscano in base alle caratteristiche del corso d'acqua e alla situazione locale il miglior approccio.

Sono quindi necessari approfondimenti tecnici e analisi che diano il quadro delle reali esigenze e necessità al fine di consentire la migliore gestione.

La Regione Piemonte con la DGR n. 38-8849 del 26 maggio 2008 ha approvato gli “Indirizzi tecnici in materia di manutenzioni e sistemazioni idrogeologiche e idraulico forestali” con i quali oltre a definire gli interventi manutentivi vengono dettati per le aree montane gli indirizzi tecnici per la gestione della vegetazione ripariale.

Si tratta di prime indicazioni a carattere generale che necessitano di ulteriori specificazioni e studi, infatti la stessa DGR dà mandato al Coordinamento Regionale Manutenzione Alvei e Bacini Montani di predisporre specifiche “Linee guida per una corretta gestione della vegetazione riparia e golenale” da applicarsi a tutto il reticolo idrografico piemontese.

In questo contesto si inserisce inoltre anche la pubblicazione “Indirizzi tecnici per gestione dei boschi ripari montani e collinari” predisposta a seguito di un precedente progetto di ricerca affidato all'Istituto Piante da Legno a Ambiente (IPLA S.p.A.) che si è deciso di aggiornare e divulgare quale utile strumento per gli operatori del settore.



Fig. 3 - Vegetazione fluitata sulla Dora riparia a Oulx (TO) dopo la piena del maggio 2008



VEGETAZIONE E RISCHIO IDRAULICO,
RINATURALIZZAZIONE DEI CORSI D'ACQUA:
TECNICA E RICERCA

1 - INTRODUZIONE

Nella presente memoria si riportano, in sintesi, alcune esperienze di ricerca e didattica condotte presso il Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale dell'Università di Firenze (DIAF) e presentate in occasione del seminario nazionale organizzato dalla Regione Piemonte (Direzione Opere pubbliche, difesa del suolo, economia montana e foreste - Settore Idraulica Forestale e Tutela del Territorio) a Torino dall'1 al 3 ottobre 2008 su Il ruolo della vegetazione ripariale e la riqualificazione dei corsi d'acqua. Proposte operative per una gestione sostenibile nell'ambito della II Sessione: Vegetazione e rischio idraulico, rinaturalizzazione dei corsi d'acqua – tecnica e ricerca.

La parametrizzazione della vegetazione di ripa e la modellizzazione delle sue interazioni con la corrente idrica e le dinamiche d'alveo sono oggetto di interesse crescente, con riferimento ai seguenti argomenti:

- sicurezza idraulica;
- stabilità plano-altimetrica (alveo e sponde);
- riqualificazione e manutenzione degli ecosistemi fluviali;
- progettazione di opere vive e loro evoluzione temporale;
- corretta gestione delle fasce ripariali;
- contenimento dei costi degli interventi di taglio;
- recupero di risorse dalla biomassa.

Essi sono affrontati in studi che si conducono da tempo presso il DIAF, dal quale è stato anche recentemente organizzato un Corso universitario di Formazione e Aggiornamento professionale sulla Gestione della vegetazione ripariale dei corsi d'acqua naturali e dei canali di bonifica con la successiva edizione di un volume relativo da parte della Regione Toscana

2 - RICERCHE SVILUPPATE ED IN CORSO PRESSO IL DIAF

Le attività di ricerca condotte presso il DIAF, hanno riguardato, in particolare, le seguenti tematiche:

- modellistica degli effetti idrologico-idraulici di gestione della vegetazione lungo i corsi d'acqua (Prete e Guarnieri, 2005; Guarnieri et al., 2007; Guarnieri e Prete, 2007);
- criteri di manutenzione e produttività degli interventi di taglio (Mazzanti et al., 2006; Baronti et al., 2007);
- parametrizzazione e rilievi della vegetazione in alveo (Forzieri et al. 2008 a, 2008 b).

Fra gli obiettivi, si ricordano principalmente:

- Simulazioni di interventi di taglio previsti da normative e protocolli di intervento.
- Quantificazione della biomassa ritraibile.
- Possibilità di raccolta ed elaborazione di “variabili” telerilevate (via indiretta) a confronto con quanto ricavabile con rilievi forestali e topografici (via diretta).
- Valutazione di potenzialità e limiti di metodologie di stima basate su dati Laser Scanning LiDAR (Light Detection and Ranging) di parametri arborei relativi alla vegetazione ripariale (valori “soglia” per coperture forestali).

¹ Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale, Università di Firenze

I risultati e le conclusioni principali, in sintesi, riguardano:

- Possibilità di una classificazione delle coperture forestali ripariali, la pianificazione ed il monitoraggio degli interventi di manutenzione.
- Distinzione fra i casi di vegetazione rigida/flessibile; copertura diffusa/piante isolate.
- Quantificazione della biomassa a terra o in piedi per diverse fasce ripariali al variare del tirante idrico con il tempo di ritorno.
- Individuazione di tratti con priorità di regolare manutenzione (i), in cui prevedere manutenzione meno intensa (ii) e che non necessitano di manutenzione (iii);
- Possibilità di screening di aree con rapporto di forma fra larghezza d'alveo e tirante idrico b/h maggiore di valori "soglia" per l'effettiva influenza della vegetazione sulla resistenza al moto.
- Potenzialità di procedure di parametrizzazione basate sulla fusione di informazioni da remoto e da rilievi a terra per la quantificazione di parametri strutturali della vegetazione, testata su casi reali, applicabile a scala di asta fluviale ed efficiente in termini di costi e di tempo.
- Segmentazione con stima di indici quali indice di copertura TCI (rapporto fra spaziatura fra le piante e diametro della chioma) o spaziatura relativa S_r (rapporto fra distanza media fra le piante e diametro del fusto) oltre valori "soglia" significativi per la stima indiretta dei parametri di resistenza al moto.
- Passaggio dalla scala di sezione fluviale alla scala di tratto, asta, tributari e bacino idrografico, tenuto conto che una indiscriminata e generalizzata azione volta ad aumentare la capacità di convogliamento dei corsi d'acqua porterebbe ad una riduzione dei tempi di concentrazione e quindi un incremento a valle delle portate al colmo con aggravio del rischio di esondazioni o erosioni localizzate.
- Necessità, per valutare gli effetti e programmare gli interventi, di analisi conoscitiva, monitoraggio e modellistica idrologico-idraulica di dettaglio.

3 – AGGIORNAMENTO, FORMAZIONE PROFESSIONALE E MATERIALE DIDATTICO

3.1 – Il corso

Il DIAF ha organizzato nell'a.a. 2007-'08 il Corso universitario di Formazione e Aggiornamento professionale su *Gestione della vegetazione ripariale dei corsi d'acqua naturali e dei canali di bonifica* in collaborazione con il Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale (CIRF) e con il patrocinio di Regione Toscana -Settore Tutela e Valorizzazione delle Risorse Ambientali, di Unione Nazionale Comuni Comunità Enti Montani della Toscana UNCEM Toscana) e di Unione Regionale per le bonifiche, l'irrigazione e l'ambiente della Toscana (URBAT).

Obiettivi formativi e finalità del corso erano i seguenti:

- Affrontare le tematiche idrauliche, ecologiche, economiche e gestionali inerenti la manutenzione della vegetazione dei corsi d'acqua da un punto di vista tecnico operativo e scientificamente aggiornato.
- Formare o aggiornare una figura professionale con conoscenze specifiche nelle attività di pianificazione e attuazione degli interventi di manutenzione a carico della vegetazione di corsi d'acqua naturali e dei canali di bonifica.
- Produrre dispense, materiale didattico e documentazione di sintesi condivisa per la gestione della vegetazione riparia attraverso l'interazione ed il coinvolgimento di tutti i partecipanti (docenti e discenti).

Gli iscritti al corso hanno raggiunto il numero massimo di 40, provenendo dalle varie zone della Toscana e da altre Regioni, secondo la seguente distribuzione ed estrazione culturale: 14 partecipanti da Consorzi di Bonifica, 10 da Province, 4 da Comunità Montane, 1 da Regione, 5 liberi professionisti, 1 da società privata, 5 studenti o dottorandi, di cui 25 laureati (13 in Ingegneria,

7 in Agraria o Scienze Forestali, 4 in Geologia, 1 in Scienze Naturali) e 15 con il titolo di Geometra o altro diploma di scuola superiore.

Il corpo docente, che ha fornito anche materiale didattico e documenti di sintesi sugli argomenti delle lezioni, è stato costituito da:

- Docenti e ricercatori delle Facoltà di Agraria e Ingegneria dell'Università di Firenze;
- Docenti dell'Università di Vienna;
- Liberi professionisti ed esperti CIRF;
- Amministratori e tecnici di Enti Territoriali.

Il corso si è articolato in 11 giornate di lezioni frontali suddivise in moduli e sotto-moduli non consecutivi ed in due escursioni tecniche.

Nello specifico si è proceduto con la trattazione di casi di studio rappresentativi di territori omogenei ed assimilabili alle seguenti tipologie:

- tratti montani
- tratti collinari
- tratti tipici di aree costiere
- reticoli di bonifica; acque alte e basse in zone antropizzate.

Per il conseguimento del titolo finale, tutti i partecipanti si sono cimentati e confrontati su di in un elaborato relativo a *Criticità e potenzialità degli interventi di gestione nell'ambito del proprio contesto operativo e possibili soluzioni individuate tramite la partecipazione al corso di formazione e aggiornamento professionale.*

L'Università di Firenze ha rilasciato 10 crediti formativi universitari (CFU) per la partecipazione con profitto al corso.

Nei precedenti tre anni accademici e nel successivo gli argomenti sono stati trattati nell'ambito del Master in Difesa Interdisciplinare dell'Ambiente e Manutenzione del Territorio (DIAMANTE; www.unifi.it/masterdiamante).

3.2 – Il volume

Il programma ed i contenuti dell'attività didattica sopramenzionata sono stati impostati in modo da poter disporre di contributi frutto della partecipazione di discenti e docenti della stessa.

Essi sono confluiti in un volume attualmente in corso di edizione nella collana Fiumi e Territorio della Regione Toscana in versione *web* scaricabile e aggiornabile anche con contributi dei partecipanti relativi a alle esperienze di gestione dei vari Enti (appendici).

L'articolazione ed i contenuti dell'opera sono attualmente i seguenti:

PARTE I - GENERALE

- *Introduzione*
- *La riqualificazione fluviale: un approccio integrato*
- *Aspetti normativi*
- *Metodologie e ambiti di applicazione*

PARTE II – CONTRIBUTI SPECIALISTICI

- *Premesse*
- *Le condizioni di regime nei corsi d'acqua naturali*
- *Elementi di ecologia fluviale*
- *Funzioni ecologiche della vegetazione riparia*
- *La vegetazione e il suo ruolo*
- *Vegetazione e processi geomorfologici*

- *Ricerche sperimentali sul comportamento idraulico della vegetazione in alveo*
- *Interazione tra vegetazione e corrente*
- *Avifauna dei sistemi fluviali, con note sull'altra fauna vertebrata terrestre*
- *Esperienze gestionali in rapporto alla fauna ittica*
- *Continuità fluviale per l'ittiofauna*
- *Dimensionamento e distribuzione di opere di riqualificazione fluviale tramite l'utilizzo di GIS*
- *Impatto fisico e biologico degli interventi fluviali*
- *Considerazioni su Indici Ambientali I.B.E., I.F.F.*
- *Meccanizzazione nei lavori in corsi d'acqua*
- *Criteri di intervento di taglio della vegetazione riparia*
- *Esperienze di riqualificazione fluviale in Italia*
- *La progettazione degli interventi di ingegneria naturalistica*
- *Calcoli idraulici e statici delle tecniche in verde di corsi d'acqua*
- *Esperienze gestionali nel territorio nazionale e oltralpe*

PARTE III – PROGETTAZIONE INTERVENTI

- *Progettazione interventi di manutenzione ordinaria nei corsi d'acqua*
- *Organizzazione di un cantiere e analisi dei costi in ambito fluviale*
- *L'esperienza del Consorzio delle Colline del Chianti*
- *L'esperienza della Comunità Montana del Casentino*
- *L'esperienza della Provincia di Arezzo*

PARTE IV – SCHEDE DI MONITORAGGIO

- *Schede di monitoraggio: Indice di Funzionalità Fluviale (L. M. Leone)*
- *Schede di monitoraggio: detriti legnosi in alvei fluviali*

APPENDICI

- *contributi scientifici*
- *protocolli di intervento*
- *direttive e normative*

BIBLIOGRAFIA

- Baronti F., Bianchi L., Calamini G., Guarnieri L., Maltoni A., Paci M., Preti F., Salbitano F., Tani A. (2007). Biomassa e gestione della vegetazione di sponda: il caso del Torrente Ripopolo (Li). *Italia Forestale e montana*, 5/6: 355-368.
- Forzieri G., Guarnieri L., Castelli F., Preti F. (2008). Corsi d'acqua e vegetazione: tecniche di parametrizzazione mediante analisi di dati LiDAR. In *Atti del "31° Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche IDRA08"*, Perugia, 9-12 settembre 2008.
- Forzieri G., Guarnieri L., Castelli F., Preti F., Vivoni E. (2008). Remote sensing derived woody structural parameters in riparian corridors for hydraulic roughness modelling. In *"IVth ECRR International Conference on River Restoration. E.C.R.R. & C.I.R.F., Venezia, Isola S. Servolo, 16-19 giugno 2008.*
- Guarnieri L., Preti F. (2007). Modellazione idraulica degli effetti dovuti alla gestione della vegetazione riparia. *Quaderni di Idronomia Montana*, 27/1: 433-445.
- Guarnieri L., Preti F., Calamini G. (2007). Manutenzione di un corso d'acqua in area costiera: interazione tra vegetazione riparia e corrente idrica. In *Atti del "Ricerca ed innovazione nell'Idraulica Agraria e nelle Sistemazioni Idraulico-Forestali"* Ia sez. AIIA, Facoltà di Agraria, Milano, 27-28 marzo 2007.
- Mazzanti L., Guarnieri L., Preti F. (2006). Interventi di manutenzione. Capitolo 23 in *Manuale di Ingegneria Naturalistica vol.III Versanti*, Regione Lazio, Roma: 597-612.
- Preti F., Guarnieri L. (2005). Criteri per la manutenzione della vegetazione ripariale di corsi d'acqua collinari e montani, *Atti del VIII Convegno nazionale "L'ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea"*, Università degli Studi di Catania, Associazione Italiana Ingegneria Agraria, Catania

INTRODUZIONE

Nell'ultimo secolo, nei Paesi più sviluppati, la pressione antropica (urbanizzazione, utilizzo agricolo intensivo, alterazioni fisico-chimiche degli ecosistemi, ecc.) ha causato, tra l'altro, la banalizzazione del paesaggio e la frammentazione delle aree naturali ad elevato valore ecosistemico (Battisti, 2004) e, come conseguenza, ha alterato profondamente i processi e i fattori d'equilibrio, che consentono la conservazione in queste aree della tipica biodiversità animale e vegetale.

Ciò ha contribuito a peggiorare progressivamente la qualità della vita delle popolazioni, che si è dimostrato essere strettamente collegata a quella del territorio in cui vivono ed alle caratteristiche degli ecosistemi naturali residui, compresi i neo-ecosistemi artificiali (Malcevschi et al., 1996).

Anche alla luce di tale peggioramento, negli ultimi decenni, l'uomo ha riconosciuto i danni ambientali causati dalle sue attività e la necessità di porvi in qualche modo rimedio, fino a mettere in discussione il paradigma di sviluppo economico che ha dominato buona parte del Novecento.

Sull'onda di questa consapevolezza, è divenuto di crescente attualità il tema della riqualificazione ambientale, che rientra in numerose normative nazionali ed europee e costituisce l'obiettivo di diffusi interventi, anche di ragguardevoli dimensioni (particolarmente nell'Europa centrale e settentrionale). Un tale processo ha inevitabilmente coinvolto i corsi d'acqua naturali, e in parte anche quelli d'origine antropica, che in taluni contesti rivestono un ruolo centrale per la loro estensione, storia e rilievo naturale e paesaggistico.

È questo il caso della rete idrografica della pianura padana, la quale comprende, nelle maglie tra i corsi d'acqua naturali, un fitto sistema di canali irrigui e di bonifica d'antichissima origine, che hanno determinato un tipico assetto territoriale e paesaggistico (con conseguenze anche sulla componente naturale), da molti secoli noto ed apprezzato dai viaggiatori europei (Bigatti, 2000).

I canali rurali della pianura padana, infatti, per la gran parte, nascono contestualmente allo sviluppo storico del territorio, esercitando da sempre numerose e diversificate funzioni, ossia costituendo prototipi di multifunzionalità, oggi riscoperta e rivalutata per i suoi pregi.

Questo aspetto peculiare li rende, sotto certi aspetti, fragili, dovendo essi rispondere a richieste di servizi talvolta contrastanti e, frequentemente, non remunerati in misura adeguata. Al tempo stesso i canali rurali presentano il terreno ideale per l'implementazione delle politiche di riqualificazione ambientale e di miglioramento della fruizione del territorio di pianura.

Elemento centrale per esprimere tale potenziale è il riconoscimento che i corsi d'acqua rurali hanno delle specificità rispetto ai corsi d'acqua naturali e che non vi è un unico modo di intervenire su di essi con finalità di riqualificazione, ma occorre trovare caso per caso il migliore equilibrio tra le diverse funzioni.

FUNZIONI DEI CANALI RURALI

Le principali funzioni che la rete dei canali rurali si trova oggi ad assolvere sono (Cadario e Bischetti, 2006):

- *Funzione idraulica* – I canali rurali sono stati espressamente costruiti con una funzione di trasporto dell'acqua verso e dai campi, per l'irrigazione e la colatura; essa conserva ancor oggi la sua centralità, sia per consentire un'agricoltura moderna e competitiva, sia per garantire la difesa idraulica del territorio. L'efficienza della rete rispetto alla funzione idraulica viene garantita al meglio da canali con sezione e profilo longitudinale regolari, scabrezze modeste, assenza di perdite e costi di manutenzione minimi. In genere, il solo perseguimento dell'efficienza idraulico-agraria, ammesso che sia economicamente sostenibile, compromette l'efficienza rispetto alle altre funzioni.

¹ Istituto di Idraulica Agraria, Università degli Studi di Milano, Via Celoria 2 – 27100 PAVIA – bischetti@unimi.it

- *Funzione paesaggistica* – Il ruolo dell’acqua nella struttura del paesaggio è da sempre universalmente riconosciuto. Nella valle padana, la rete idrografica rurale, nella sua plurisecolare costruzione, ha comportato tali cambiamenti del territorio da essere essa stessa elemento fondante del paesaggio, al pari o addirittura più dei corsi d’acqua naturali. Poiché il paesaggio è costituito da una parte oggettiva, data dalla “realtà esterna, visibile, che un osservatore esterno può cogliere”, e una parte soggettiva, data dalla “immagine mentale che di essa l’osservatore si costruisce” (Zerbi, 1998), la funzione paesaggistica dei canali rurali viene ulteriormente esaltata. Di conseguenza, i manufatti idraulici realizzati nei secoli (e che ancora oggi esercitano, bene o male, la loro funzione) hanno un duplice valore: estetico (quadro paesaggistico) e storico – culturale (palinsesto), poiché richiamano l’intera storia e lo sviluppo socio – economico dei territori attraversati. Alla rete dei canali rurali, inoltre, si appoggia una rete vegetazionale, che esercita un ruolo altrettanto importante nella formazione del paesaggio tipico della pianura; spesso essa non è costituita da specie di rilevanza naturalistica, ma da essenze impiantate dall’uomo, magari allevate in forme caratteristiche (ad esempio i filari d’olmo o di salice periodicamente capitozzati).
- *Funzione ecologica* – I canali rurali così come ci sono stati tramandati, hanno anche un discreto valore naturalistico. Grazie alla mancanza di rivestimento del fondo, all’equipaggiamento vegetazionale e spesso anche ad una ridotta manutenzione, buona parte della rete idrografica rurale di tipo tradizionale costituisce un neo-ecosistema di un certo interesse, soprattutto se paragonato allo stato in cui versano alcuni corsi d’acqua naturali, ma fortemente modificati dall’uomo. Non a caso una significativa parte delle reti ecologiche s’innesta proprio sulla rete dei canali agricoli. Un ecosistema acquatico sano e ben diversificato, inoltre, è alla base della capacità autodepurativa di qualsiasi corso d’acqua.
- *Funzione ricreativa* – I canali agricoli, al pari dei corsi d’acqua naturali, hanno sempre esercitato una funzione ricreativa, che nel passato era sostanzialmente limitata alla balneazione ed alla pesca. Dopo alcuni anni di sostanziale abbandono di queste pratiche, in relazione al peggioramento qualitativo dei corpi idrici, recentemente si è verificato un crescente interesse delle comunità locali. Oltre alla ripresa dell’attività di pesca, mai completamente abbandonata, si riscontra la moltiplicazione delle iniziative escursionistiche, lungo le strade alzaie ed arginali. Grazie all’impegno di Comuni, Province e Regioni, in collaborazione con i Consorzi di bonifica, sono stati attivati numerosi percorsi legati alla rete idrografica rurale, resi fruibili per passeggiate, escursioni ciclistiche ed a cavallo. Infine, nei tratti in cui le caratteristiche geometriche delle sezioni e le condizioni di tirante idrico lo consentono, si sta affermando anche la pratica della canoa, che ha un’antica tradizione in alcuni circoli nati ai margini dei Navigli Milanesi.
- *Funzione storica* – Data la sua antica origine e la stretta connessione con lo sviluppo della pianura padana, la rete idrografica rurale è essa stessa un elemento storico di gran rilevanza, essendo ricchissima di reperti pregiati, legati alla cosiddetta “civiltà dell’acqua”. Sotto questo profilo, oltre ai manufatti idraulici, si devono considerare anche le costruzioni di valore storico – culturale, che spesso si affacciano sui canali agricoli (soprattutto quelli di dimensioni maggiori). Si tratta da una parte di residenze di campagna e ville, che sfruttano la presenza dei canali come elemento di valorizzazione, dall’altra di strutture che rientrano nella cosiddetta “architettura d’acqua”, fatta di semplici mulini e segherie, ma anche di centrali industriali ed impianti di sollevamento (per la bonifica dei terreni ad esempio), questi ultimi ancora funzionanti, spesso con gli stessi macchinari dell’epoca.
- *Navigazione* – L’evoluzione dei trasporti ha chiaramente messo in secondo piano tale funzione, oggi pregiudicata anche dai numerosi attraversamenti, ma non completamente cancellata come potenzialità turistica e ricreativa, oggetto di una crescente attenzione, con riferimento alla navigazione da diporto, come mostrano diverse esperienze estere.
- *Uso industriale* – Diversi canali irrigui forniscono acqua a processi industriali, con particolare riferimento al raffreddamento degli impianti o all’allevamento ittico intensivo.
- *Uso idroelettrico* – L’apertura di un mercato dell’“energia verde”, ha reso economicamente interessante l’installazione, su molti canali agricoli principali, di minicentrali, che sfruttano i salti, all’origine realizzati per sostenere il livello idrico ad una quota sufficientemente elevata da garantire l’erogazione dell’acqua per gravità.
- *Recezione di acque di scarico* – La capillare diffusione dei canali rurali sul territorio li rende particolarmente idonei come recipienti delle acque meteoriche, provenienti da insediamenti civili e produttivi (spesso attraverso sfioratori installati in canali di fognatura misti), e degli scarichi dei depuratori.

PROSPETTIVE PER I CANALI RURALI

Di fatto, come si è visto, nella pianura padana l'attività di governo delle acque per l'irrigazione e la bonifica ha sempre messo gratuitamente a disposizione della società non agricola una serie di "sottoprodotti" (paesaggistico, ecologico, ecc.) dei canali rurali. Negli ultimi decenni, tuttavia, la progressiva contrazione del valore socio-economico dell'attività agricola e la crescente conflittualità tra i diversi usi delle risorse idriche hanno portato i gestori della rete a privilegiare soluzioni costruttive e manutentive meno onerose e più efficienti dal punto di vista idraulico, le quali vanno però generalmente a discapito delle funzioni ecologiche e paesaggistiche. Proprio per perseguire obiettivi di economia ed efficienza, che sono richiesti anche da una normativa a tratti contrastante (risparmio idrico e contemporaneo mantenimento della naturalità), la tendenza è stata quella di rettificare ulteriormente, arginare, regolarizzare le sezioni, rivestire con strutture impermeabili, eliminare la vegetazione spondale, sostituire i manufatti tradizionali, impoverendo notevolmente il valore ecosistemico, paesaggistico e storico dei canali rurali e nello stesso tempo la qualità del paesaggio ad essi collegata (figura 1).



Fig. 1 - canali irrigui: naturaliforme (a sinistra) e cementificato (a destra)

Una moderna e coerente politica di riqualificazione dei corsi d'acqua rurali deve quindi porsi come obiettivo strategico l'equilibrio complessivo tra tutte le esigenze ed in particolare tra quelle prettamente idraulico-agrarie e produttive e quelle ambientali e paesaggistiche, piuttosto che il miglioramento della componente ambientale in sé, come invece avviene nella riqualificazione fluviale. Sul piano tecnico – funzionale, tale equilibrio deve essere perseguito migliorando gli equilibri ambientali compromessi e ricostruendo elementi naturali di pregio e di qualità, in un'ottica d'integrazione con i corridoi e le reti ecologiche (Malcevschi et al., 1996), che sia compatibile con la primaria funzione idraulico-agraria della rete. Sul piano socio – economico, è necessario che la società non agricola riconosca le funzioni che vanno a suo beneficio, sostenendo le spese connesse alla riqualificazione ambientale della rete e alla sua minor efficienza dal punto di vista idraulico-agrario.

Un'occasione sicuramente rilevante è fornita dalle nuove Direttive ambientali europee e dai nuovi obiettivi della Politica Agricola Comune e dei Piani di Sviluppo Rurale, che devono essere considerati dai gestori della rete come opportunità e non meri vincoli. In particolare, come affermato dalla Direttiva – Quadro Europea in materia di acque (2000/60/CE), non ancora pienamente applicata in Italia, si deve perseguire un modello di sviluppo sostenibile, che consenta il riequilibrio di tutti gli ambienti acquatici, i quali costituiscono il substrato di numerose attività antropiche (produttive e ricreative) e forniscono servizi ecosistemici, spesso non riconosciuti e monetizzati, ma essenziali. In tale direzione va anche, ad esempio, il Piano Generale di Bonifica, di Irrigazione e di Tutela del Territorio Rurale della Regione Lombardia, che tra i propri obiettivi pone in primo piano la "Salvaguardia e riqualificazione del paesaggio e dell'ecosistema agrario" e la "Tutela della qualità dell'acqua" e prevede specifiche linee di intervento. In maniera analoga si sono mosse anche diverse altre regioni.

In una rete idraulica caratterizzata da una tale quantità di funzioni e relazioni, il tema della riqualificazione ambientale è assai complesso. Le interazioni tra le diverse funzioni riguardano sia i processi naturali (idrologici, idraulici, geomorfologici, ecologici, vegetazionali, ecc.), che caratterizzano qualsiasi corso d'acqua, sia i diversi utilizzi da parte dell'uomo (agricolo, industriale, idroelettrico, ricreativo, ecc.), che sono spesso contrastanti e legati a dinamiche altrettanto complesse di quelle naturali. A fronte di tale complessità, i consueti schemi adottati per la riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua naturali riescono a dare risposte solo parziali; anzi, nel caso della rete idrografica rurale, il considerare solamente i processi naturali può essere, oltre che fuorviante, addirittura controproducente.

Mentre i principi di riqualificazione dei corpi idrici naturali sono sostanzialmente universali e la letteratura internazionale fornisce ormai molti elementi utili alla loro pratica applicazione, nel caso della riqualificazione della rete artificiale vi è una sostanziale carenza di riferimenti. Risulta dunque necessario sviluppare criteri di riqualificazione specifici dei canali, tenendo conto della peculiarità della situazione padana, e lombarda in particolare.

PRINCIPI DI RIQUALIFICAZIONE DEI CANALI RURALI

In generale, per riqualificazione ambientale s'intende l'insieme degli interventi e delle azioni atte a ripristinare le caratteristiche ambientali e la funzionalità ecologica di un ecosistema in relazione alle sue condizioni potenziali, determinate dalla sua ubicazione geografica, dal clima, dalle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito e dalla sua storia naturale pregressa (CIRF, 2006).

Tali azioni trovano ampia applicazione nell'ambito dei corsi d'acqua naturali, per i quali esiste ormai una vasta letteratura, di tipo scientifico e tecnico, e numerose esperienze di riqualificazione fluviale. Nonostante il suo grande e progressivo sviluppo, tuttavia, questa è una materia ancora piuttosto recente, poco consolidata e terreno di confronto aperto tra ricercatori e tecnici, che provengono da discipline diverse (naturalisti, ingegneri, agronomi, architetti, geomorfologi, ecc.), le cui definizioni ed interpretazioni particolari spesso divergono (Bacci e Paltrinieri, 2006).

È quindi opportuno approfondire i problemi generali attinenti la terminologia e la definizione della riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua. Talvolta, infatti, con questo termine si fa riferimento a soluzioni, che permettono di realizzare in modo "più verde" interventi di sistemazione tradizionali, vale a dire a tecniche sistematorie (in particolare d'ingegneria naturalistica) a minor impatto ambientale. La riqualificazione è talvolta confusa col "disegno del paesaggio", mentre in realtà comprende, ma non si limita a tale aspetto. Potrebbero essere indicati molti altri esempi simili, che hanno in comune un approccio unilaterale e restrittivo.

L'idea di fondo è che invece la riqualificazione dei corsi d'acqua, ed in particolare di quelli artificiali, non possa limitarsi a tecniche da applicare meccanicamente, ma costituisca piuttosto il risultato di un approccio sistemico, che sappia associare organicamente una pluralità di aspetti, integrando le diverse discipline, che a vario titolo entrano in gioco (idraulica, ecologia, biologia, pianificazione, ecc.).

Per quanto riguarda la terminologia, che spesso genera ambiguità e confusione, a livello nazionale e internazionale, occorre riflettere che, in ambito anglosassone, la tematica nasce come *stream (ecological) restoration*, la quale in senso stretto implica il ripristino delle funzioni originarie di un corso d'acqua, in una situazione precedente un disturbo, solitamente antropico (*National Research Council*, 1992; FISRW, 2001). Una tale definizione trova riscontro nel termine italiano di rinaturazione (Di Fidio e Bischetti, 2008).

Nella prassi, tuttavia, un tale obiettivo è irraggiungibile per la maggior parte dei corsi d'acqua ed alla *stream restoration* viene comunemente associato un obiettivo più limitato ma realistico, ossia il miglioramento di una o più funzioni tipiche del corso d'acqua in esame, che sarebbe più correttamente espresso come *stream enhancement* o *stream rehabilitation*. Ciononostante, il termine *stream restoration* è comunemente accettato anche in tale senso più limitato e l'espressione italiana

riqualificazione dei corsi d'acqua (o riqualificazione fluviale) appare una volta tanto più adeguata di quella anglosassone.

Una definizione sufficientemente ampia e completa, che viene qui condivisa, è quella proposta dal Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale (CIRF, 2006), secondo il quale la riqualificazione fluviale è “un insieme integrato e sinergico di azioni e tecniche, di tipo anche molto diverso (dal giuridico-amministrativo-finanziario allo strutturale), volte a portare un corso d'acqua, con il territorio ad esso più strettamente connesso (si parla di “sistema fluviale”) in uno stato più naturale possibile, capace di espletare le sue caratteristiche funzioni ecosistemiche (geomorfologiche, fisico-chimiche e biologiche) e dotato di maggiore valore ambientale, cercando di soddisfare al contempo gli obiettivi socio-economici”.

Con il termine di riqualificazione s'intende, quindi, il passaggio da una situazione sotto qualche aspetto degradata ad una migliore, senza voler tornare a tutti i costi ad uno stato originario precedente l'intervento umano, ossia a condizioni di totale naturalità. Questo risultato è perseguito instaurando un processo di miglioramento multiobiettivo, contestualizzato, partecipato e ragionato. Una tale definizione, di conseguenza, si presta ad essere utilizzata anche per i corsi d'acqua rurali, tenendo sempre ben presenti le loro peculiarità e molteplici funzioni.

Per i canali agricoli della pianura padana, quindi, la riqualificazione può riguardare uno o più degli aspetti seguenti:

- Miglioramento dei processi geomorfologici – Se non rivestiti, i canali artificiali seguono le medesime leggi che governano il moto dell'acqua e la stabilità del fondo e delle sponde nei corsi d'acqua naturali. Canali con caratteristiche geometriche (forma, sezione, pendenza, ecc.) in equilibrio con il substrato e il regime idrologico e sedimentologico del deflusso sono sostanzialmente stabili e quindi richiedono minor manutenzione e consentono l'instaurarsi di un ecosistema acquatico attivo e diversificato.
- Miglioramento della naturalità e della biodiversità – I canali agricoli spesso possono essere considerati neoeosistemi acquatici (*Malcevschi et al.*, 1996), in grado, almeno potenzialmente, di sviluppare mesohabitat e microhabitat differenziati. Grazie alla loro struttura, organizzata in reti abbastanza complesse, essi possono costituire ambienti di rilevante interesse ecologico, soprattutto se collegati a siti d'elevata valenza ambientale, per i quali svolgono la funzione di corridoio ecologico.
- Miglioramento della qualità delle acque – La qualità dell'acqua che circola nei canali irrigui dipende essenzialmente da quella del corpo idrico di derivazione, mentre nei canali di scolo e di bonifica dipende anche dalle pratiche agricole; entrambi, inoltre, sono spesso ricettori di scarichi di diversa natura. In generale, quindi, i canali agricoli veicolano varie sostanze inquinanti. La presenza, in alveo e sulle fasce spondali, d'organismi viventi consente la trasformazione e la degradazione di tali sostanze in misura più o meno accentuata, anche in funzione della salute e complessità dell'ecosistema che si è instaurato (per il caso specifico dei canali agricoli si veda *Needelman et al.*, 2007).
- Miglioramento paesaggistico – I canali agricoli plasmano il tipico paesaggio della pianura padana; il mantenimento e il recupero delle loro forme tradizionali è quindi fondamentale per la salvaguardia di tale paesaggio. I canali agricoli, inoltre, possono giocare un ruolo rilevante anche per il miglioramento del paesaggio periurbano, spesso oltremodo impoverito.
- Miglioramento della fruizione – I canali agricoli consentono una serie di usi ricreativi (passeggiate ed escursioni in bicicletta e a cavallo, pesca, navigazione), apprezzati e sempre più richiesti dalla popolazione urbana, alla ricerca di una qualità della vita, che le città non possono dare.
- Miglioramento della funzione storico - culturale – La conservazione delle testimonianze storiche e la rivalutazione dei manufatti idraulici tradizionali esercitano un'insostituibile funzione di memoria storica nei confronti delle nuove generazioni e di museo a cielo aperto.
- Miglioramento idraulico-agrario – I canali agricoli mantengono funzioni produttive e di difesa idraulica del territorio (irrigazione, bonifica, produzione idroelettrica, ecc.), che sono tuttora di primaria importanza per l'agricoltura e per l'intera società. È quindi indispensabile riconoscere tali funzioni e, dove è necessario ed opportuno, procedere al loro miglioramento, anche a parziale discapito delle altre, ma cercando – in ogni caso – adeguate compensazioni in aree adiacenti.

Chiaramente non tutti i canali si presteranno nello stesso modo ad essere oggetto delle forme di riqualificazione sopra elencate. Ad esempio, sarà più facile procedere a veri e propri interventi di riqualificazione naturalistica, tendenti ad costruire un ecosistema di pregio, in canali dismessi dalle loro funzioni originarie (ad esempio per la cessazione delle utenze irrigue tradizionali) o con sezioni più ampie rispetto a quelle sufficienti per le funzioni idrauliche attuali. Al contrario, occorrerà evitare ogni riduzione della funzionalità idraulica, che semmai dovrà essere aumentata, in quei canali la cui capacità di deflusso, rispetto alle portate da veicolare, è già al limite di guardia.

RINGRAZIAMENTI

Il materiale del presente contributo è tratto dalla pubblicazione “La riqualificazione dei canali agricoli – linee guida per la Lombardia” Quaderni della Ricerca n. 92, a cura di G.B. Bischetti, E.A. Chiaradia, M. Conti, F. Cremascoli, M. Di Fidio e E. Morlotti, realizzata nell’ambito del progetto di ricerca LIRICA finanziato dalla DG Agricoltura della Regione Lombardia.

BIBLIOGRAFIA

- Bacci M. Paltrinieri L. 2006. Cosa è (e cosa non è) la Riqualificazione Fluviale - Alberi e Territorio n 10/11
- Battisti C. (2004). "Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica." Provincia di Roma, Assessorato alle politiche ambientali, Agricoltura e Protezione civile 248 pp.
- Bigatti G. (2000). "Un Paese basso e pieno di canali.", in: AA.VV. Le vie d’acqua: rogge, navigli e canali, collana Osseva.Te.R. Electa, Milano, 11-22.
- Cadario D., Bischetti G.B. (2006). "Caratteri e funzioni del reticolo idrografico rurale della pianura lombarda." Valutazione Ambientale, 10, 58-61.
- CIRF (2006). "La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d’acqua e il territorio". A. Nardini, G. Sansoni (curatori) e collaboratori.
- Di Fidio M., Bischetti G.B. (2008). "Riqualificazione ambientale delle reti idrografiche minori." BTU, Hoepli, Milano, 353 pp.
- FIRSW (2001). "Stream corridor restoration: principles, processes and practices." The Federal Interagency Stream Restoration Working Group (http://www.usda.gov/stream_restoration).
- Malcevski S., Bisogni L.G., Gariboldi A. (1996). "Reti ecologiche ed interventi di miglioramento ambientale." - Il verde editoriale, Milano.
- National Research Council (1992). "Restoration of Aquatic Ecosystems." National Academy Press, Washington D.C., USA.
- Needelman, B.A., Kleinman, P.J.A., Strock, J.S., Allen, A.L. (2007). "Improved management of agricultural drainage ditches for water quality protection: An overview." Journal of Soil and Water Conservation
- Zerbi, M.C. (1998). "Paesaggio e territorio: una premessa metodologica." in AA.VV. Comprendere il paesaggio: studi sulla pianura lombarda, collana Osseva.Te.R. Electa, Milano, 39-50.

Assini S.¹, Sartori F.¹

1 - IL PROGETTO DELLE “GRANDI FORESTE DI PIANURA”

Il progetto delle Grandi Foreste di Pianura (GFP), iniziato nel 2002, si proponeva di realizzare nuove foreste nella pianura e nei fondovalle lombardi, per rimediare alla quasi totale scomparsa di boschi in queste aree. L'estensione di ogni foresta doveva essere non meno di 35-40 ettari e doveva soddisfare diverse finalità: ambientali, ecosistemiche, paesistiche, produttive, energetiche, culturali, occupazionali e turistiche.

Per tali motivi, erano promossi, oltre al rimboschimento in senso stretto, anche interventi per costituire radure, zone umide e secche, fasce tampone, siepi e filari, luoghi adibiti alla fitodepurazione, fasce boscate ripariali e periurbane, coltivazioni arboree a turno lungo, aree arbustive naturaliformi, infrastrutture per la fruizione. Raggiungendo tali obiettivi, si sarebbe realizzata un'opera in grado di irradiare sul territorio di inserimento innovazione e sostenibilità e di stimolare altri soggetti a intraprendere operazioni simili. Era pertanto importante prevedere anche un monitoraggio continuo di quanto realizzato, al fine di verificare i risultati raggiunti e correggere eventuali negatività. Di seguito, sono, quindi, schematicamente richiamati i principali obiettivi, benefici attesi e criteri progettuali previsti dal progetto.

Obiettivi principali:

- ripristinare la biodiversità in tutti i suoi contenuti: da quella tassonomica a quella vegetazionale e paesaggistica;
- recuperare aree di pianura degradate, in abbandono, inquinate o utilizzate impropriamente;
- realizzare zone accessibili e vivibili, caratterizzate dalla bellezza e diversità del paesaggio.

Benefici attesi:

- riqualificazione e recupero dei paesaggi culturali;
- messa in opera di serbatoi agro-forestali per lo stoccaggio del carbonio, nell'ambito degli obiettivi fissati dal *Protocollo di Kyoto*;
- crescita della consapevolezza delle molteplici valenze dei sistemi agro-forestali;
- incremento delle potenzialità naturalistiche e della biodiversità della pianura lombarda.

Criteri progettuali:

- valorizzazione degli spazi aperti di area vasta, prefigurando un modello insediativo autosostenibile in cui le reti ecologiche siano il prodotto di azioni ispirate ad una filosofia volta a garantire l'autoriproduzione dei sistemi ambientali;
- chiara indicazione delle opere che s'intendono realizzare attorno a uno o più temi dominanti, in particolare quello della forestazione;
- forte interdisciplinarietà, attenzione alla qualità delle realizzazioni e confronto diretto con gli operatori locali pubblici e privati;
- possibilità di attrezzare opportunamente l'area con servizi e infrastrutture atte a garantire l'accesso e la fruizione regolamentata al pubblico, nonché la vigilanza ed il controllo (centro accoglienza, aree di sosta, viabilità, sentieristica, servizi igienici, punti acqua e punti luce recinzione);
- impiego di specie autoctone per il nuovo bosco, naturalizzate da tempo e storicamente presenti nel paesaggio delle aree esterne al bosco;
- impiego di piante certificate.

¹ Dipartimento di Ecologia del Territorio, Università degli Studi di Pavia, Via S. Epifanio 14 – 27100 PAVIA

1.1 Localizzazione delle Grandi Foreste

Le Grandi Foreste, realizzate o in corso di realizzazione, si trovano nelle seguenti località:

- Comune di S. Martino Siccomario (PV), “Una grande foresta tra i due fiumi”,
- Comune di Pioltello (MI), “Bosco della Besozza”,
- Comune di Lodi e Corte Palasio (LO), “Bosco Valle Grassa – Coldana – Sant’Antonio”
- Comuni di Casalmaggiore, Martignana, Cremona e Gerre de Caprioli (CR), “Bosco aree golenali del Casalasco, del Po e del Morbasco”
- Comune di S. Gervasio Bresciano (BS), “Parco del Lusignolo”,
- Comune di Gazzo-Bigarello (MN), “Bosco della Carpaneta”,
- Comuni di Sondrio, Caiolo, Cedrasco (SO), “Forestazione fondovalle valtellinese”
- Comune di Milano, “Parco Agricolo Urbano della Vettabbia”.

2 - IL MONITORAGGIO

La Regione Lombardia, in collaborazione con il Dipartimento di Ecologia del Territorio (DET) – Università degli Studi di Pavia e il D.I.A.P. – Politecnico di Milano, ha definito un **piano di monitoraggio** specifico comune a tutti i progetti rientranti nell'iniziativa Grandi Foreste di Pianura. Di seguito sono esposti gli schemi di monitoraggio messi a punto dal DET. Il monitoraggio è basato su una serie di indicatori per valutare sia le **fas**i di esecuzione dei progetti, sia la loro evoluzione nel tempo. Il testo segue una fase di consulenza pratica avviata da specialisti del DET fin dal nascere dell'iniziativa, con la preliminare valutazione dei progetti e le successive visite alle località oggetto di intervento, e, successivamente, ai cantieri.

2.1 Individuazione delle funzioni da usare nel monitoraggio

Il bosco ha un valore intrinseco, riconosciuto universalmente, perché svolge funzioni diverse che producono beni e servizi, con un ritorno di utilità più o meno diretta per l'uomo. Oltre alle funzioni tradizionali, pienamente operative a bosco sviluppato, un intervento di imboschimento avvia anche attività di ricerca e sviluppo, nell'ottica della sostenibilità.

Le funzioni tradizionali del bosco possono essere schematicamente ricondotte ai tipi seguenti:

- protettivo-idrogeologica, che contribuisce alla stabilità dei versanti;
- naturalistica, che contribuisce allo sviluppo della biodiversità;
- produttiva, che dà reddito;
- turistico-ricreativo-didattica, che produce arricchimento economico e culturale;
- igienico-sanitaria, che contribuisce alla salute fisica e al benessere mentale;
- estetico-paesaggistica, che produce armonia e bellezza del paesaggio.

La schematizzazione è funzionale ad una valutazione analitica dei singoli parametri; nella realtà, le funzioni non agiscono mai separatamente ed è pertanto più realistico stilare, per ogni bosco, una classifica di importanza delle singole funzioni.

La realizzazione di un nuovo bosco deve stimolare il progettista a cercare soluzioni che soddisfino il più ampio spettro di funzioni, in aggiunta o a complemento di quelle sopra riportate; in particolare dovrebbero essere presenti in ogni iniziativa gli aspetti riguardanti la ricerca, l'innovazione e la sostenibilità. Ciò significa sviluppare valenze:

- ambientali, per il contenimento degli inquinanti e l'aumento della naturalità;
- produttive, volte anche alla incentivazione della filiera legno-energia per diversificare e implementare il reddito;
- culturali, soprattutto riguardo alla ricerca e alla innovazione, in particolare applicata alla sostenibilità e alla innovazione;
- occupazionali;
- energetiche, con produzione di biomasse e di biodisel.

In base a tali principi ecologici generali, considerando anche i contenuti di varie risoluzioni di organismi internazionale (ONU, Conferenza mondiale di Rio, 1992) e, più in particolare, del Consiglio d'Europa (Lisbona, 2000; Göteborg, 2001; Barcellona, 2002), il quadro delle funzioni e delle valenze proposte per il monitoraggio delle Grandi Foreste di Pianura (GFP) è stato ricondotto ai temi sotto riportati, per ognuno dei quali sono anche espressi i parametri considerati adatti al monitoraggio delle foreste sotto osservazione.

Sostenibilità (S)

Tale parametro è valutato secondo i seguenti obiettivi:

- Lotta ai cambiamenti climatici
- Gestione delle risorse naturali in maniera responsabile, in particolare:
 - Contrasto al consumo di suolo
 - Aumento della biodiversità
 - Lotta all'inquinamento

Ricerca e innovazione (R&I)

Le iniziative sotto monitoraggio dovrebbero sviluppare:

- Ricerca e innovazione nell'ambito della sostenibilità;
- Attività e produzione scientifiche;
- Nascita di master e corsi di perfezionamento, soprattutto riguardanti i temi relativi all'incremento della qualità ambientale e all'incoraggiamento allo sviluppo di forme produttive sostenibili.

Educazione e sociale (E&S)

L'educazione è conseguente alla diffusione delle notizie riguardanti le opere e le iniziative e allo svolgimento di attività in collegamento con le realtà locali di formazione e di educazione permanenti (scuole, associazioni culturali e ambientaliste, università della terza età, agriturismi e strutture turistiche in genere) ove canalizzare informazioni anche per una utenza esterna al contesto locale. L'intervento in campo sociale si concretizza anche con la realizzazione di posti di lavoro, sia generici, sia specialistici.

La valutazione riguarda principalmente la capacità dell'intervento a :

- Sviluppare attività fruibili;
- Attivare il dinamismo culturale;
- Far crescere l'occupazione.

Paesistico (Pa)

La Convenzione Europea sul Paesaggio dell'anno 2000 definisce il paesaggio come "una determinata parte di territorio quale viene percepito dagli abitanti del luogo, il cui aspetto e carattere deriva dall'azione di fattori naturali o antropici e dalle loro reciproche interrelazioni".

Data la connotazione culturale e territoriale fortemente locale, quasi puntuale, di tale definizione, è difficile giudicare estensivamente per tutte le aree di pianura e per i fondovalle gli aspetti paesistici, come intesi dalla convenzione europea sopra riportata.

Pertanto, le valutazioni paesistiche elencate nelle schede di monitoraggio, si sono colti solo alcuni aspetti di grande sintesi, individuati soprattutto su base intuitiva, quali:

- Varietà di forme di vegetazione, sia naturaliformi, sia coltivate;
- Coerenza delle forme di vegetazione con l'ecologia degli ambienti naturali o seminaturali tipici dei luoghi;
- Disposizione delle forme di vegetazione estensive, soprattutto coltivate, con presenza di un corredo di elementi lineari alberati e/o di nuclei boscati, espressione di biodiversità e in continuità con l'assetto storico dei luoghi.

2.2 Individuazione degli indicatori

Il progetto delle GFP della Regione Lombardia è diffusamente articolato ed esplicito nell'indicare quali sono gli elementi strategici sui quali fondare le diverse iniziative di realizzazione delle foreste. Per cui, una valutazione delle iniziative a livello di progetto, prima, e, in seguito, nei vari stadi realizzativi dell'opera, deve necessariamente rifarsi agli elementi qualificanti e portanti del progetto stesso, scegliendo quelli che meglio si prestano a un processo di monitoraggio, per le loro caratteristiche di specificità e rappresentatività tematica, di facilità di valutazione, di disponibilità del dato e di applicabilità al territorio considerato dal progetto.

Gli indicatori scelti sono:

- inserimento territoriale della foresta;
- modello di bosco;
- altri ambienti progettati o in fase di realizzazione, proposti come completamento e arricchimento della foresta intesa in senso stretto;
- valenza ambientale della foresta;
- uso/fruizione della foresta.

Ogni indicatore è riportato in una tabella a doppia entrata, organizzata in modo da elencare sulle righe i temi e gli elementi descrittivi degli indicatori e sulle colonne le funzioni scelte. Dall'incrocio degli elementi descrittivi degli indicatori con le funzioni risulta una valutazione positiva (+) o negativa (-) o neutra (nessun simbolo) dell'azione esplicita dal descrittore dell'indicatore sulla funzione. La scelta di riportare nelle tabelle di monitoraggio gli effetti prevalenti del descrittore degli indicatori sulle quattro funzioni scelte come strategiche deriva da un duplice intento; in primo luogo, giustificare l'inserimento del descrittore stesso nel monitoraggio, in quanto direttamente collegato con una funzione importante della foresta, secondariamente, rendere esplicite le scelte ritenute più adatte per svolgere una determinata funzione, con un evidente intento di guida, non solo al monitoraggio, ma anche di supporto alla progettazione e alla realizzazione delle foreste. Per ogni indicatore sono di seguito riportate alcune note esplicative o di commento.

Inserimento territoriale

L'indicatore intende valutare la congruità della foresta, sia come collocazione nel contesto territoriale, sia come adeguatezza dell'area di intervento. Esso comprende sei macro temi:

1. Contesto territoriale – geografico nel quale la foresta si colloca
2. Congruenza delle realizzazioni previste con il suolo e con la natura del substrato in genere,
3. Congruenza delle realizzazioni previste con le caratteristiche climatiche dei siti
4. Possibili effetti della falda sulla vegetazione; tale dato è molto importante soprattutto nella bassa pianura e lungo i fiumi all'interno delle valli fluviali a cassetta, ove la falda spesso gioca un ruolo importante di correzione del clima, soprattutto per quanto attiene le precipitazioni in periodi di aridità estiva
5. Qualità dell'acqua falda
6. Caratteristiche dell'area di insediamento della foresta; questo tema è molto articolato; soprattutto si richiama l'attenzione sulla valutazione disgiunta tra la situazione dell'area di inserimento, valutata nella sua propedeuticità alla realizzazione della grande foresta, e il territorio di contorno, valutato nella sua contiguità non oppositiva rispetto alla grande foresta.

Modello di bosco progettato o in fase di realizzazione

L'indicatore intende valutare la congruità tipologica ed ecologica della foresta. Esso comprende otto macro temi:

1. Tipi di bosco ai quali si rapporta come modello il progettista della foresta e articolazione territoriale degli stessi
2. Struttura della vegetazione, intesa come disposizione verticale e orizzontale delle diverse forme vegetali

3. Dinamismo della vegetazione e gestione; le domande proposte intendono verificare il livello di competizione o di concorso esistente tra le forze naturali, tendenti a far evolvere verso espressioni di equilibrio ambientale la vegetazione, e le energie di gestione immesse nel sistema con le cure colturali, che tendono a guidare la vegetazione verso espressioni prossime a modelli funzionali adatti ad esplicare le attività previste in sede progettuale
4. Flora arborea e arbustiva utilizzata negli impianti; le domande propongono blocchi di specie tipiche di alcuni dei più comuni boschi di pianura; tanto più una unità di intervento utilizza specie proprie di un tipo, tanto maggiore è la vicinanza della foresta realizzata o in fase di realizzazione ad un tipo definito; se invece le specie utilizzate sono disperse su più tipi, la foresta è atipica o addirittura innaturale se la dispersione è alta
5. Flora erbacea utilizzata negli impianti; valgono le stesse considerazioni esposte per alberi e arbusti; di norma la selvicoltura non si occupa della componente erbacea; tuttavia, in interventi come quelli delle GFP, che si propongono come modelli non solo produttivi, ma anche culturali, didattici e naturalistici, un livello di attenzione non trascurabile dovrebbe essere rivolto anche a questi aspetti; e comunque è giusto far risaltare quelle iniziative che vi prestano interesse.
6. Flora esotica invasiva; per motivi ambientali e antropici, la pianura è l'ambiente elettivo di diffusione di parecchie specie esotiche che, con la loro presenza, deprimono qualitativamente e quantitativamente la biodiversità e sviscerano il paesaggio; le GFP devono evitare di diventare un veicolo di diffusione di tali specie, in particolare di quelle dichiaratamente invasive riportate nell'elenco allegato alla scheda di monitoraggio
7. Flora esotica invasiva e allergenica; le specie elencate sotto questa voce aggiungono alla esoticità anche il carattere allergenico per l'uomo; la doppia negatività deve ovviamente indurre a prestare la massima attenzione al contenimento o, se possibile, eliminazione di queste specie, soprattutto per sperimentare metodi di lotta esportabili in situazioni simili
8. Flora utile e indicatrice; tutte le specie vegetali sono portatrici di un messaggio utile per valutare lo stato di un ambiente; in questo caso l'attenzione è portata su alcuni particolari vegetali la cui presenza indica l'esistenza di situazioni particolari quali l'eccessiva antropizzazione, il nutrimento per alcuni animali (specie fruttifere), la presenza di elementi caratterizzanti il paesaggio, soprattutto nelle stagioni invernale (specie sempreverdi).

Altri ambienti

L'indicatore intende valutare la congruità tipologica ed ecologica di ambienti proposti come completamento e arricchimento della foresta intesa in senso stretto, ove è comunque importante il ruolo dei vegetali. Esso comprende cinque macro temi:

1. Specchi d'acqua; si cercano di valutare i caratteri tipologici, morfologici, ecologico – ambientali, gestionali e funzionali.
2. Corsi d'acqua; valgono le stesse considerazioni del punto precedente.
3. Prati; sotto questa voce sono raggruppate espressioni di vegetazione molto diverse come tipo, come ecologia e come gestione; sono realtà un tempo diffuse e importanti, ora in fase di scomparsa o quasi; le praterie naturali secche o umide richiedono competenze specifiche, per le quali non si è ritenuto di articolare in modo troppo specialistico le domande elencate nel questionario (anche perché trattasi di ambienti facoltativi, non richiesti in modo vincolante dal progetto delle GFP); così per la realizzazione e mantenimento dei vari tipi di prati coltivati (marcite, maggenghi, lame ecc.) il riferimento più utile è dato dalla tradizione locale, senza complicare eccessivamente il questionario.
4. Giardino; anche questa voce, data la grande varietà di soluzioni possibili e non essendo un tipo di vegetazione richiesto in modo vincolante, le domande si limitano agli aspetti più generali.
5. Fasce tampone; sono opere pionieristiche di grande potenzialità d'uso, per le quali gli aspetti di ricerca e sperimentazione, legati alle modalità di realizzazione e alla qualità delle acque, sono fondamentali; il questionario pertanto si concentra soprattutto sugli temi realizzativi.

Valenza ambientale della foresta

L'indicatore intende valutare gli effetti della foresta sull'ambiente di inserimento e di immediata vicinanza. Esso comprende due macro temi:

1. Valenze ambientali; sono richieste informazioni sui possibili effetti di inquinamento di aria, acqua e suolo; di contrasto dell'erosione superficiale del suolo, di assorbimento e stoccaggio della CO₂.
2. Valenze naturali e ecosistemiche; sono affrontati i temi più importanti genericamente legati alla sostenibilità, aventi anche, a livello realizzativo, un alto contenuto di ricerca, sperimentazione e innovazione.

Uso e fruizione della foresta

L'indicatore intende valutare le ricadute sociali della foresta. Esso comprende due macro temi:

1. Fruizione; attirare il maggior numero di visitatori, per mostrare le opere realizzate, facendo educazione ed informazione e nel contempo minimizzare gli impatti di tale attività è uno degli elementi qualificanti del progetto delle GFP; si tratta di un ecoturismo sperimentale che suscita parecchie domande e che sollecita soluzioni non banali; le domande del questionario vogliono essere più una rassegna di problemi da risolvere, di cui progettisti e gestori devono tener conto, piuttosto che una procedura mirata di monitoraggio, pur non mancando anche tali aspetti.
2. Sviluppo e innovazione; la ricerca è uno dei cardini dell'iniziativa delle GFP; essa non si deve comunque fermare agli aspetti scientifici e tecnologici, ma dovrebbe allargarsi anche a settori storici e sociali, per dare continuità alla storia stessa; per questo motivo il questionario, oltre ai temi più tradizionali della ricerca scientifica e tecnologia e della divulgazione dei risultati, invita a considerare nuovi modelli di agricoltura, che prevedano anche l'inserimento della manovalanza straniera in un percorso fatto di tradizioni secolari in abbandono e che si vanno risolvendo in un modello culturale e culturale tutto da sperimentare.

E' anche accennato al problema della integrazione tra modello urbano e modello agricolo, là dove le cascate più o meno antiche sono trasformate in case di abitazione, soprattutto per persone che provengono dalla città. Tali cascate sono sistemate, anche nelle espressioni di verde ornamentale, come i giardini di città, inserendo un elemento di stridente rottura, sia con il tradizionale assetto delle cascate, sia con il circostante paesaggio. Sottolineando tale aspetto, il questionario intende stimolare soluzioni nuove e originali di integrazione tra queste isole di città con il contesto agricolo che le circonda.

3. RISULTATI DEL MONITORAGGIO

3.1. Casi di studio

Il piano di monitoraggio messo a punto per la Regione Lombardia è stato applicato a sei casi, per effettuare prime valutazioni sulle opere di riforestazione nella pianura lombarda. I casi esaminati sono stati i seguenti:

- Comune di S. Martino Siccomario (PV), "Una grande foresta tra i due fiumi",
- Comune di Pioltello (MI), "Bosco della Besozza",
- Comune di Lodi e Corte Palasio (LO), "Bosco Valle Grassa – Coldana – Sant'Antonio"
- Comuni di Casalmaggiore, Martignana, Cremona e Gerre de Caprioli (CR), "Bosco aree golenali del Casalasco, del Po e del Morbasco"
- Comune di S. Gervasio Bresciano (BS), "Parco del Lusignolo",
- Comune di Gazzo-Bigarello (MN), "Bosco della Carpaneta",

Per ogni caso esaminato, relativamente a ogni indicatore (inserimento territoriale, modello bosco, altri ambienti, valenza ambientale della foresta, uso e fruizione della foresta), è stato calcolato un punteggio risultante dal bilancio tra le positività e le negatività che i descrittori dell'indicatore, riscontrati nel caso esaminato, avevano sulle funzioni-valenze considerate (sostenibilità, ricerca & innovazione, educazione & sociale).

Poichè il punteggio massimo per ogni indicatore, raggiungibile quando tutti i descrittori positivi fossero stati riscontrati, variava da indicatore a indicatore, il punteggio effettivamente calcolato è stato espresso in riferimento a 100, attraverso una proporzione

$$(\text{punteggio calcolato: } \text{punteggio max.} = x: 100)$$

per poter confrontare i punteggi di tutti gli indicatori.

3.2. Risultati

La Fig. 1, riporta i punteggi ottenuti nei casi esaminati per ogni indicatore.

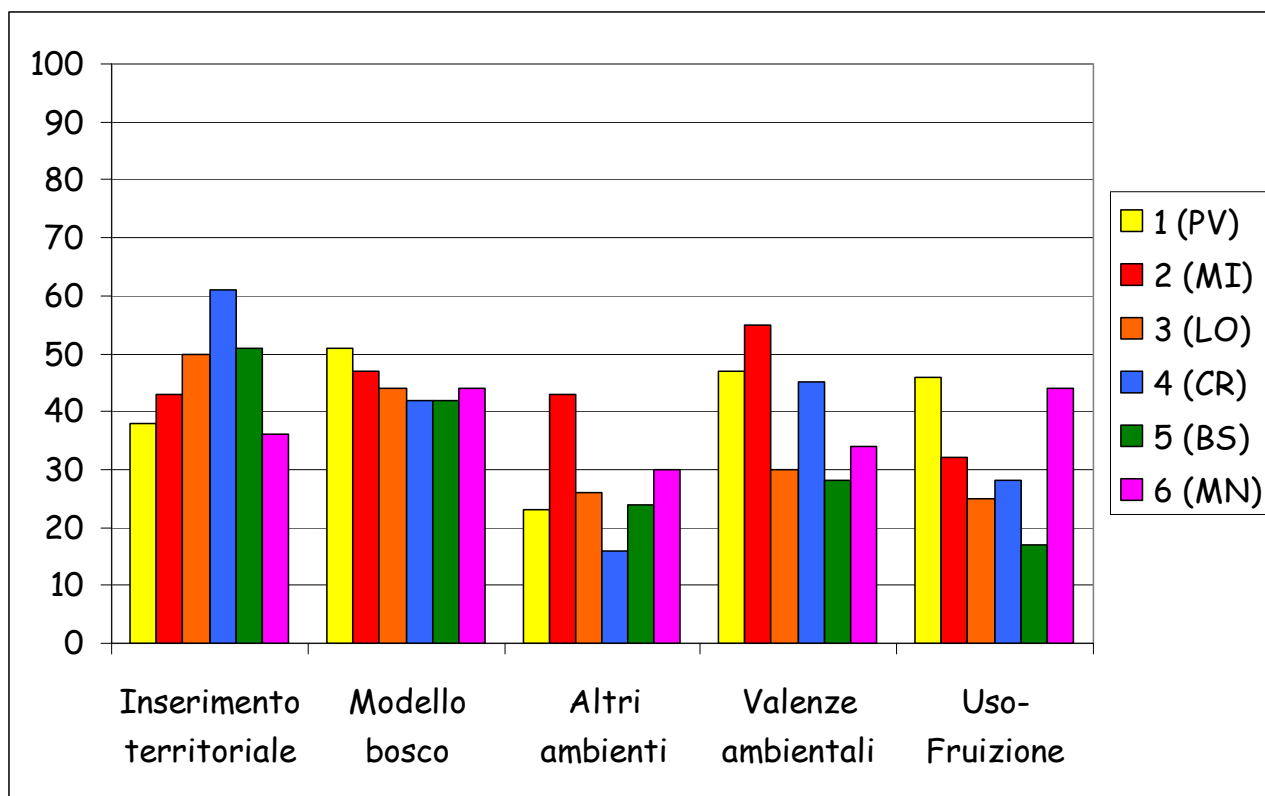


Fig. 1 - Punteggi ottenuti per ogni indicatore nelle sei foreste esaminate

L'indicatore *Modello di bosco* che, dal punto di vista della vegetazione e della riqualificazione naturalistica, è il più importante, mostra un punteggio simile per tutte le foreste considerate, assestandosi su un valore medio-basso.

Considerando, infatti, alcuni degli indicatori utilizzati per valutarlo, si evincono aspetti positivi e criticità.

Gli aspetti positivi riguardano:

- la struttura verticale, che implica sempre 1 o 2 strati arborei, 1 strato arbustivo e 1 strato erbaceo spontaneo;

- la composizione floristica degli strati legnosi, che generalmente è coerente con l'ecologia dei luoghi considerati.

Le criticità riguardano:

- il modello di bosco utilizzato come riferimento per progettare l'intervento, che spesso è semplicistico (Fig. 2);

	1 (PV)	2 (MI)	3 (LO)	4 (CR)	5 (BS)	6 (MN)
Letteratura scientifica geobotanica					•	
Letteratura scientifica forestale				•		
Tipi forestali della regione Lombardia	•	•				•
Habitat Natura 2000						
Esperienza del progettista			•		•	

Fig. 2 - Modelli utilizzati per la progettazione della foresta

- la scarsa diversificazione della foresta per tipologia, copertura e uso (Fig. 3);

Il bosco è diversificato	1 (PV)	2 (MI)	3 (LO)	4 (CR)	5 (BS)	6 (MN)
per ambienti	•		•			
per copertura		•		•	•	
per usi						•

Fig. 3 - Diversificazione della foresta nei casi esaminati

- il sesto di impianto, sempre e solo per filari;
- il contatto tra tipi diversi di uso del suolo, sempre piuttosto netti (non sono stati realizzati ecotoni);
- il controllo delle erbe infestanti, realizzato sempre tramite plurime azioni di diserbo (solo nel caso di Lodi, il diserbo è avvenuto solo nel primo anno);
- la flora esotica invasiva legnosa ed erbacea, il cui controllo non è stato affrontato.

Per quanto concerne l'indicatore *Inserimento territoriale*, la foresta di Cremona ha ottenuto il punteggio più elevato per coerenza dell'intervento con l'ecologia del territorio in cui si inseriva.

In generale, i punteggi più bassi ottenuti per le altre foreste sono da ricondurre a una scarsa interazione dell'intervento con la geomorfologia, la falda e le espressioni di vegetazione naturale, eventualmente già presenti, del luogo.

Per quanto riguarda l'indicatore *Altri ambienti*, la foresta di Pioltello ha ottenuto il punteggio più elevato, in quanto nell'ambito dell'intervento sono stati realizzati e valorizzati anche altri tipi di habitat oltre alla foresta.

Sempre la foresta di Pioltello ha ottenuto il più alto punteggio relativamente all'indicatore *Valenze ambientali*; se in generale, tutte le foreste hanno promosso la biodiversità tassonomica legnosa, poca attenzione è stata posta nei confronti della biodiversità ecosistemica e paesaggistica e delle interconnessioni ecologiche.

Per quanto riguarda l'indicatore *Uso-Fruizione*, la foresta di S. Martino Siccomario (PV) e di Mantova hanno realizzato il maggior punteggio; in generale, in tutti i casi c'è stata attenzione per gli aspetti di fruizione, ma poco interesse per gli aspetti di ricerca e sviluppo.

3.3. Conclusioni

Considerando quanto emerso da queste prime valutazioni, si può affermare che il progetto delle Grandi Foreste ha rappresentato uno strumento importantissimo per la riqualificazione della pianura lombarda.

In particolare, gli obiettivi che meglio sono stati soddisfatti riguardano:

- il recupero di aree di pianura degradate, in abbandono, inquinate o utilizzate impropriamente;
- la realizzazione di zone accessibili e vivibili, caratterizzate dalla bellezza del paesaggio.

Non è stato, invece, soddisfatto pienamente l'obiettivo di ripristinare la biodiversità in tutti i suoi contenuti: da quella tassonomica a quella vegetazionale-paesaggistica; se, infatti, per quella tassonomica, il risultato è stato molto buono, per quella ecosistemica e paesaggistica non si può affermare lo stesso.

Tra i benefici attesi, è stata pienamente concretizzata:

- la messa in opera di serbatoi agro-forestali per lo stoccaggio del carbonio, nell'ambito degli obiettivi fissati dal *Protocollo di Kyoto*.

Parzialmente concretizzati sono stati:

- la riqualificazione e recupero dei paesaggi culturali;
- l'incremento delle potenzialità naturalistiche.

Relativamente al piano di monitoraggio descritto nelle pagine precedenti, è auspicabile:

- per i **progettisti** e i **referenti** delle amministrazioni coinvolte, il recepimento delle indicazioni emerse da questa indagine da applicare alle situazioni esaminate e a quelle future (es. interesse per le "macchie seriali di vegetazione");
- per i sottoscritti, **autori** del monitoraggio, la revisione dello schema di monitoraggio e valutazione per consentirne l'applicazione da parte dei responsabili.

INTERAZIONE TRA VEGETAZIONE ARBOREA E PROCESSI DI INSTABILITÀ IN AMBIENTE TORRENTIZIO

Tropeano D.¹, Turconi L.¹ (in collaborazione con G. Savio¹)

Ogni qualvolta, nel composito territorio montano e collinare della nostra Penisola, si abbattano eventi meteopluviometrici di entità rilevante (soprattutto in termini di intensità), il detrito lapideo e le essenze arboree vanno incontro a condizioni di disequilibrio fino all'instabilità per cui processi di erosione, trasporto solido e deposito si sviluppano sequenzialmente, con manifestazioni dinamiche e volumetriche diverse, in conformità con le varieguate configurazioni geomorfotopografiche dei bacini idrografici in cui i fenomeni hanno inizio e sviluppo.

Qualora la vegetazione insediata sui versanti maggiormente esposti ai fenomeni degradatori, o lungo le zone di fondovalle pertinenti alla divagazione naturale degli alvei torrentizi e fluviali si trovi ad essere coinvolta nei processi di destabilizzazione dell'assetto naturale, solidalmente alla roccia, il detrito, le coperture eluvio-colluviali, i depositi alluvionali nonché masse legnose possono costituire percentuali importanti della massa complessiva di detrito trascinato verso valle.

Le essenze arboree sradicate, per la loro peculiare attitudine alla fluitazione, possono venir convogliate lungo le sponde, o, più frequentemente, a ridosso di ostacoli naturali (barre di deposito) o artificiali (opere di attraversamento), accatandosi reciprocamente, per lo più in modo confuso e disordinato, sino a formare i caratteristici *log jam* ("marmellate di tronchi").

Ciò contribuisce in modo decisivo a generare localmente condizioni di criticità al deflusso, sino a modificare in senso peggiorativo le condizioni di portata dei carichi idraulici e solidi in determinate sezioni di transito.

D'altra parte, la componente legnosa dei depositi alluvionali è stata sin dai secoli scorsi utilizzata come risorsa: ad esempio, nell'800 le popolazioni rivierasche della Valtellina e del Lago Maggiore usavano arpionare i tronchi d'albero al loro passaggio o recuperarli con barche da pesca (pratica pericolosissima che talora comportava vittime); ancora ai primi del '900, venivano tesi dei cavi, ad esempio, attraverso il torrente Letimbro in piena (a monte di Savona) per imbrigliare i tronchi fluitati dalla corrente.

Altre volte le inondazioni provocavano (e provocano ancor oggi) ammassi straordinari di vegetali, specie a ridosso dei ponti; tant'è vero che, ad esempio, la gran piena del Bormida nella valle di Spigno del settembre 1900 era ancor ricordata una ventina d'anni fa dalle persone più anziane di Dego come "l'alluvione del legname".

Negli ultimi 40 anni si è potuto direttamente constatare, a partire dall'alluvione del Biellese nel 1968, come il ruolo dei vegetali d'alto fusto, travolti e convogliati dalle piene torrentizie e fluviali sia stato spesso decisivo nell'esaltare, drammaticamente, gli effetti idraulici e il comportamento morfodinamico delle correnti di piena.

Oltre all'evento citato, anche quelli dell'ottobre 1970 (Liguria), ottobre 1977 (Liguria-Piemonte), agosto 1978 (Val d'Ossola), novembre 1994 (Piemonte), ottobre 2000 (Valle d'Aosta), per non citare un buon numero di altri eventi su scala geografica più ridotta, furono contraddistinti in numerose località dall'asportazione di settori boscati di versante e ripariali e conseguente trasporto a valle, con impilamento caotico e consistente nelle strettoie naturali e artificiali (anche in zone abitate), di materiale vegetale in quantità elevata che svolse un ruolo attivo nell'esercitare altri processi distruttivi a carico di abitazioni, strade, infrastrutture e anche causando vittime umane.

È consuetudine comune considerare il bosco come elemento protettivo dei versanti; se ciò è vero in linea generale, non altrettanto può dirsi in occasione di eventi meteorologici di elevata intensità a

¹ Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica -CNR, Torino

scala spaziale limitata e di breve durata; un caso tipico è offerto dai *soil slip*, ovvero le frane superficiali per saturazione e fluidificazione rapida di suolo: la fitta chioma degli apparati fogliari può infatti nascondere alla vista, anche da ricognizione aerea, fenomeni pur diffusi ma di piccole dimensioni (ad esempio, nel cuneese le frane nel vallone di Elva, densamente boscato, il 13 giugno 2000, o i numerosi franamenti nei valloni presso Demonte, Valloriate e Rittana, il 29-30 maggio 2008, riconoscibili solo da accurate ispezioni sopra luogo).

In certi casi si sono osservati punti di innesco di *soil slip* anche in corrispondenza degli apparati radicali di alberi isolati, o la manifestazione di frane profonde che coinvolgevano l'intera coltre boschiva; nel caso-limite, le grandi frane, o deformazioni gravitative profonde, ereditate dal ritiro degli ultimi apparati glaciali entro i fondivalle alpini, tuttora in parziale, continua attività anche se non percepibile all'occhio umano ma evidenziabili dai rilievi strumentali di precisione.

Un esempio di ciò è offerto da situazioni ripetitive di interi versanti in evidenti condizioni morfologiche di instabilità, completamente boscati, in tutte le valli alpine occidentali e particolarmente nelle valli di Susa (TO) e Varaita (CN).

Si è inoltre, in più casi constatato come determinate essenze arboree siano più suscettibili di altre, non solo a facili condizioni di sradicamento ma anche agiscano come concausa primaria nel provocare, con lo strappo nell'interfaccia radici-substrato detritico/litoide, il collasso di porzioni più o meno importanti di roccia e detrito nell'immediato intorno; vuoi per il peso della pianta medesima che il suolo, in condizioni di saturazione critica, non è più in grado di sorreggere, vuoi per la scarsa consistenza penetrativa degli apparati radicali stessi, vuoi infine per l'inidonea qualità di piante messe a dimora su suoli a scheletro incoerente e facilmente aggredibili dall'erosione.

Tre esempi, nell'ordine corrispondente, possono valere per tutti:

- 1) il castagno da frutto in abbandono nei boschi dell'alta Valle Stura di Ovada; eventi dell'ottobre 1977 (distruttivo), del 1987 e 1988, sempre in Valle Stura, provvidenzialmente mitigati da imponenti briglie filtranti appositamente realizzate in precedenza: centinaia di tronchi intrappolati.
- 2) l'Abete rosso, un tempo assai valorizzato dagli operatori forestali per la qualità e portamento eretto del fusto, ma sprovvisto di apparato radicale a fittone (catastrofi di Pollein e Fénis, Valle d'Aosta, ottobre 2000: decine di tronchi, anche di grosso diametro e lunghezza, che spesso hanno agito da arieti nello sfondamento di muri di abitazioni).
- 3) i pioppeti messi a dimora lungo le rive del Tanaro, del Belbo e della Bormida (novembre 1994); *log jam* a centinaia, molti dei quali ammassati a ridosso di opere di attraversamento, caso particolare di una "zattera" di tronchi che ha sollevato e fluitato a valle per 3 km e mezzo un pesante ponte *bailey* a elementi modulari in acciaio.

In contrapposizione abbiamo alcuni casi alpini (es. Ardenno, Valtellina; Rio di Buffaga, Canton Ticino-Svizzera) nei quali estesi incendi boschivi, a scapito della copertura vegetale preesistente, abbiano peggiorato esponenzialmente le condizioni di stabilità e favorito l'innesco di fenomeni di colata detritico-fangosa ad elevata fluidità e velocità di propagazione verso valle a scapito di abitati sottostanti.

Si potrebbe aggiungere che il bosco non gestito e abbandonato e se stesso (caso tipico di certe aree protette), se da un lato può garantire un'efficace smorzamento dell'intensità dei rovesci piovosi e regimazione delle acque scorrenti sul suolo, in condizioni di piovosità non eccessive, dall'altro può costituire concausa nel degrado di quelle porzioni di versante maggiormente acclivi che ben spesso incombono su aste torrentizie, se non incise dalla stessa attività torrentizia.

Si è ad esempio osservato, nell'area del Gran Bosco sopra Exilles, dopo l'evento alluvionale del 14-15 ottobre 2000, come i torrenti che incidono i grandi corpi di frana che caratterizzano il versante destro della Dora Riparia (e che avevano prodotto ingenti colate detritiche, tali da causare temporaneo riflusso delle acque di Dora in numerosi tratti) presentassero, lungo diversi tratti, un anomalo ampliamento ed approfondimento delle loro incisioni con numerose piante in precarie condizioni di stabilità sul ciglio delle medesime.

Di fatto, eventi successivi (primavera-estate 2001) si erano replicati lungo le incisioni stesse e, da ultimo, in occasione delle piogge notevoli del 28-29 maggio 2008, nuovi apporti detritici, anche se di minore entità rispetto ai precedenti, hanno interessato tali corsi d'acqua.

Una considerazione finale può farsi circa l'utilizzo del materiale legnoso con funzioni di contenimento, regolarizzazione e drenaggio di pendii e aste torrentizie in evidenti condizioni di instabilità. Ciò è senz'altro da incoraggiare e preferire, laddove le condizioni ambientali lo consentano e i processi di degradazione abbiano dinamiche evolutive piuttosto "lente", al posto di ben più onerose opere in pietrame o cls., laddove la stabilità di certi terreni, precaria per sua natura, non consentirebbe efficacia durevole dei manufatti.

Di seguito si propongono alcuni esempi illustrativi di quanto descritto, scelti nell'ambito del repertorio iconografico (presso l'IRPI di Torino) sui recenti eventi alluvionali occorsi nell'arco alpino.

Per quanto riguarda l'aspetto strettamente scientifico della questione, sono in corso già da alcuni decenni sia in ambito europeo (es. Austria, Svizzera) che internazionale (es. Canada) studi mirati alla valutazione delle possibili interazioni copertura vegetale/copertura detritica/substrato a scapito o a vantaggio della stabilità dei versanti.

Parallelamente, soprattutto negli ultimi anni, si svolgono approfondimenti nel campo della quantificazione del materiale vegetale potenzialmente asportabile e/o già asportato e temporaneamente accumulato nei vari tratti di bacino.

In sintesi, il *surplus* di detrito che di norma si rende disponibile a seguito di un evento di piena torrentizia capace di stravolgere l'assetto (e dunque l'equilibrio) geomorfologico locale lungo un corso d'acqua diventa a sua volta materiale con alta suscettibilità a rimaneggiamenti successivi, anche per piogge di più moderata entità rispetto alle precedenti che hanno forzato condizioni-limite di equilibrio magari raggiunte dopo molti decenni di stasi.

Detto questo, non si vuole affatto disconoscere il tradizionale ruolo che un'appropriata copertura boschiva o forestale può esercitare, in una certa misura, nel mitigare gli apporti liquidi e solidi lungo un pendio o un piccolo bacino idrografico, salvo si manifestino situazioni estreme (ad esempio una frana capace di creare invaso temporaneo nella rete di deflusso).

Si sono, anzi, osservati sporadici casi di colate detritiche (a progressione lenta), i cui lobi di avanzata sono stati arrestati da tronchi d'albero, coricati o in vita (Valle Stura di Ala, ottobre 2000 e maggio 2008), anche su pendenze molto sostenute.

Si ritiene anche che debbano esistere, in natura, condizioni ottimali di radicamento in rapporto all'età e al peso della pianta per cui componente lapidea e componente vegetale riescono a mantenere un reciproco assetto di stabilità, anche su pendii manifestamente in frana in materiale roccioso disaggregato (ad es. versante destro in calcescisti del Rio Godissart presso Exilles).

Superate, però, tali condizioni (evidente funzione dell'età/peso della pianta in rapporto alla resistenza al taglio del substrato o suolo profondo su cui è insediata) è necessario verificare lo "stato di salute" di tali coperture boschivo-forestali e, nel caso, intervenire con idonee operazioni di assestamento.

In parole semplici, appare consistente l'ipotesi che il grado di maturità delle piante ad alto fusto che caratterizzano un bosco possa essere ben rappresentato da una curva ad andamento parabolico, tipica di ogni specie vegetale, che consta di tre fasi: una di crescita ("fase giovanile") in cui la copertura forestale appare ancora "fragile", potenzialmente vulnerabile ai processi naturali, fino al suo apice di sviluppo, più o meno dilatato negli anni, in corrispondenza del quale risulta in grado di soddisfare pienamente alla funzione di compartecipazione alla stabilità stessa dei versanti, ed infine una fase di decrescita (corrispondente alla "vecchiaia") in cui non riesce più a partecipare attivamente alle forze stabilizzanti fino ad aggravare progressivamente le condizioni di stabilità a scapito del bosco stesso oltreché del versante che lo ospita.



Frana in materiali di alterazione di rocce scistoso-cristalline del Paleozoico



Frana mista per cedimento lento di versante e scalzamento al piede in detrito di Calcescisti



**Frana per erosione di sponda in depositi detritico-glaciali
in ambiente di Calcescisti e rocce carbonatiche**



Occlusione d'alveo per *log jam*



Depositi di tronchi in corrente libera in aree di fondovalle



Ammassi vegetali trattenuti in invaso artificiale



Deposizione di vegetali per rigurgito di correnti di piena in area di confluenza



Accumulo forzato di detriti lapidei e vegetali per strettoia artificiale



Effetto di colata detritica ad alta energia su edificio d'abitazione



Ammasso di tronchi di conifere in margine a zona di deposito di una colata detritica torrentizia



Particolare dell'ammasso di cui alla foto precedente



Tronchi convogliati a ridosso delle pile di un'opera di attraversamento



Fenomeno repulsivo di un lobo di arresto di colata detritica lenta in matrice di rocce offolitiche

L'INGEGNERIA NATURALISTICA NELLE SISTEMAZIONI IDRAULICHE

Cornelini P.¹, Sauli G.²

Vengono di seguito esposti i criteri e le problematiche relativi alla progettazione di un intervento di I.N. in ambito idraulico.

1 - CRITERI DI PROGETTAZIONE NATURALISTICA

Gli interventi di sistemazione idraulica con tecniche di I.N. vanno concepiti con approccio sistemico a livello di bacino idrografico, nell'ambito della rinaturazione dei corsi d'acqua che deve comprendere non solo interventi antiersivi con tecniche vive, ma anche interventi di diversificazione morfologica nel tracciato o nella sezione dell'alveo, per l'aumento della biodiversità e per la connessione delle reti ecologiche.

Gli interventi sull'asta fluviale vanno quindi progettati secondo il principio che la diversità morfologica si traduce in biodiversità, incrementando le aree di pertinenza del corso d'acqua e rifiutando la rettificazione e la cementificazione dell'alveo; la vegetazione igrofila, in tale approccio, non viene più considerata un ostacolo al deflusso delle acque, ma una risorsa di interesse idraulico per la protezione flessibile delle sponde.

L'analisi delle varie componenti ambientali e delle loro interazioni con le caratteristiche idrauliche dovrà quindi valutare, iniziando da monte ed impiegando i criteri e le tecniche dell'ingegneria naturalistica, ove porre in atto:

- Interventi di rinverdimento per la protezione antiersiva dei versanti per consentire l'aumento del tempo di corrvazione delle acque e la diminuzione del trasporto solido a valle.
- Realizzazione di casse d'espansione, per laminare i volumi di piena riducendone i picchi, ottenendo aree a vocazione naturalistica per l'aumento della biodiversità.
- Realizzazione di aree inondabili in corrispondenza dell'alveo, ampliando le sezioni idrauliche con la creazione di un alveo di magra con portata idraulica ed uno di piena allagato periodicamente.
- Interventi sul corso d'acqua tesi a diminuirne l'energia cinetica tramite la riduzione della pendenza. Al posto delle briglie in cemento, in molti casi si possono impiegare le briglie in legno e pietrame eventualmente combinate con elementi vivi quali le talee di salice; per garantire poi la continuità biologica all'ittiofauna, ove le caratteristiche morfologiche dell'alveo lo consentano, è possibile realizzare, al posto delle briglie, le rampe in pietrame per la risalita dei pesci.
- Interventi nella parte alta del bacino per la realizzazione di tratti a raschi con massi sul fondo alternati con pozze, per incrementare la variabilità morfologica e quindi la biodiversità.
- Interventi antiersivi e di consolidamento sull'asta fluviale concepiti anche invertendo la tendenza alla riduzione delle aree di pertinenza del corso d'acqua.

¹ Vicepresidente AIPIN – Associazione Italiana per la Ingegneria Naturalistica

² Presidente AIPIN – Associazione Italiana per la Ingegneria Naturalistica

- Interventi tesi ad eliminare i tratti rettificati dell'alveo che possono comportare un aumento dell'erosione a monte e del deposito a valle, con conseguente pericolo di esondazione e che comportano la perdita di habitat e la riduzione della biodiversità; favorire la meandricazione del corso d'acqua nei tratti compatibili, con conseguente asimmetria della sezione idraulica significa invece riproporre la morfologia naturale e aumentare le capacità depurative del corso d'acqua.
- Eliminazione dei tratti cementificati per spezzare l'isolamento tra l'acqua ed il substrato, ricostituendo il rapporto con la falda e rendendo possibile la rivitalizzazione del corso d'acqua.
- Realizzazione, ove possibile, di aree umide in corrispondenza delle immissioni dei canali di drenaggio o dei fossi affluenti
- Realizzazione, soprattutto nelle aree di pianura ad agricoltura intensiva, di fasce tampone di circa 10 m a lato delle rive per intercettare i nutrienti percolati dalle aree agricole.
- Realizzazione, anche al di fuori dell'alveo di piena, di boschetti e cespuglieti per una riqualificazione naturalistica e paesaggistica del corso d'acqua con ricostruzione di elementi della rete ecologica
- Pianificazione degli interventi di manutenzione non considerando, ove possibile, la vegetazione igrofila un ostacolo al rapido deflusso delle acque, bensì una risorsa non solo naturalistica, ma anche di interesse idraulico per la protezione flessibile dall'erosione (*DPR 14 aprile 1993 Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modalità per la redazione di programmi di manutenzione idraulica e forestale*).



Foto 1 - Esempio di manutenzione idraulica effettuata secondo il DPR 14 aprile 1993 sul Rio Inferno (FR) quattro mesi dopo l'intervento (maggio 2000) – Foto P. Cornolini

A pagina seguente in tabella 1 vengono riportati, a titolo di esempio, i benefici in termini di biodiversità derivanti da una gestione dei corsi d'acqua con l'approccio progettuale dell'ingegneria naturalistica.

Tabella 1 : Ricadute ecologiche degli interventi idraulico-naturalistici

<i>Tipo interventi</i>	<i>Azioni</i>	<i>Benefici ecologici in termini di biodiversità e nuove unità ecosistemiche</i>
<i>Modifiche morfologiche in alveo</i>	Demolizione tratti cementificati	Rivitalizzazione alveo con potenzialità per corridoi ecologici ed habitat acquatici e terrestri
	Realizzazione sinuosità con meandri	Habitat per macrobenthos, ittiofauna avifauna e fitocenosi igrofile
	Realizzazione isole	Stadi di vegetazione igrofila e terrestre, avifauna
	Allargamento sezione con realizzazione di golene e tratti a minor battente idrico	Popolamenti elofitici, habitat per anfibi ed avifauna
	Realizzazione alveo di magra per il deflusso minimo	Ittiofauna e macrobenthos
	Realizzazione sezioni asimmetriche	Stadi di vegetazione igrofila e terrestre, popolamenti elofitici, habitat per anfibi ed avifauna
	Realizzazione aree di espansione	Stadi di vegetazione igrofila, popolamenti elofitici, habitat per anfibi ed avifauna
	Realizzazione sponde a varie pendenze	Stadi di vegetazione igrofila e terrestre
	Realizzazione sponde ripide	Habitat per avifauna
	Realizzazione di rampe di risalita in pietrame o soglie basse in legname e pietrame	Continuità biologica per ittiofauna
<i>Modifiche morfologiche fuori alveo</i>	Realizzazione aree di espansione o laminazione	Stepping stones, stadi di vegetazione igrofila e terrestre, popolamenti elofitici, habitat per ittiofauna, anfibi ed avifauna
	Realizzazione piccole aree umide	Stepping stones, stadi di vegetazione igrofila e terrestre, popolamenti elofitici, habitat per ittiofauna, anfibi ed avifauna
	Realizzazione di ecosistemi filtro per la fitodepurazione	Stepping stones, stadi di vegetazione igrofila e terrestre, popolamenti elofitici, habitat per ittiofauna, anfibi ed avifauna
<i>Tecniche antierosive e di consolidamento delle sponde</i>	Impiego di tecniche di ingegneria naturalistica	Corridoi ecologici, boscaglia ripariale igrofila, cespuglieti igrofili, cespuglieti termomesofili, prati umidi Habitat per avifauna e micromammiferi
<i>Riqualificazione ambiente fluviale fuori alveo</i>	Realizzazione di fasce boscate sul ciglio delle sponde anche con espropri	Corridoi ecologici, boscaglia ripariale igrofila, cespuglieti igrofili, cespuglieti termomesofili, prati umidi Habitat per avifauna e micromammiferi

Fonte: Cornellini e Sauli in Manuale sistemazioni idrauliche Regione Lazio

2 - SCELTA DELLE TIPOLOGIE DI INTERVENTO

Gli interventi su un corso d'acqua possono essere suddivisi sinteticamente in interventi di regimazione ed interventi di sistemazione. I primi tendono a modificare il regime delle portate del corso d'acqua e comprendono le arginature, le dighe, le casse di espansione, i diversivi e gli scolmatori. I secondi tendono invece a modificare e/o a consolidare l'alveo per il raggiungimento di uno stabile assetto plano-altimetrico mediante le opere di difesa delle sponde e di stabilizzazione dell'alveo, la risagomatura delle sezioni, la riprofilatura del tracciato planimetrico. Le opere di difesa di sponda si suddividono in opere di difesa longitudinali (o radenti), disposte nella direzione della corrente con trascurabile interferenza sulle condizioni del deflusso, e opere di difesa trasversali (o repellenti) che viceversa possono modificare sostanzialmente le condizioni del deflusso (Preti, in "Manuale delle sistemazioni idrauliche della R. Lazio").

La scelta e la collocazione degli interventi è in funzione di vari parametri tra cui i principali possono ricondursi alla velocità di deflusso (correlata con la pendenza del fondo) ed al diametro del trasporto solido.

Tenendo conto che esistono, comunque, dei limiti tecnici di impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica, in tabella 2 vengono formulate e raffigurate proposte esemplificative (quindi non direttamente applicabili a qualunque corso d'acqua) per la scelta delle tipologie di intervento con tecniche di I.N., basate su valori indicativi della velocità della corrente e del diametro del trasporto solido.

Nelle zone montane in alveo, sono possibili interventi solo con opere rigide o con massi o pietrame, mentre sui versanti instabili sono validi gli interventi con opere vive stabilizzanti (gradonate vive, fascinate vive, etc.) o combinate (palificate, grate vive, etc.), che aumentano i tempi di corrivazione e riducono il trasporto solido.

Nei tratti mediano e inferiore del corso d'acqua, con la diminuzione della velocità e del trasporto solido, aumenta progressivamente la gamma delle tecniche naturalistiche da impiegare, comunque, secondo il principio della tecnica a minor impegno tecnico e pari risultato.

Tabella 2: Indicazioni di massima per le scelte tipologiche degli interventi di ingegneria naturalistica nelle sistemazioni idrauliche

<i>Velocità della corrente</i>		<i>> 6 m/s</i>		<i>da 3 fino a 6 m/s</i>		<i>< 3 m/s</i>	
<i>Diametro medio trasporto solido</i>		Tutti i diametri		> 20 cm	da 5 fino a 20 cm	da 1 fino a 5 cm	< 1 cm
<i>Natura del fondo</i>		Ghiaia, ciottoli, massi		Ghiaia e ciottoli		Sabbia, ghiaia	Limo, sabbia
<i>Tipologia interventi</i>	Stabilizzazione versanti	A					
	Rivestimento / consolidamento sponde	B	C	D		E	
	Modifiche morfologia corso d'acqua		F			G	H
	Rinaturazione ricostruzione biotopi umidi			Parziale		Buona	Ottimale
	Provvedimenti uso faunistico	L		M		M	

Fonte: Da Chieu - Sauli "Piano stralcio per il bacino del F. Toce 1993 (modificato)"

- A:** cordonata, cuneo filtrante, fascinata, gabbionata, geocella a nido d'ape, gradinata, grata viva su scarpata, materasso verde, messa a dimora di arbusti, messa a dimora di talee, muro cellulare rinverdito, palificata viva, palizzata, rivestimenti in rete metallica e stuoia, semina, semina potenziata, stuoie su versante, viminate;
- B:** blocchi incatenati, muro a secco rinverdito, muro cellulare rinverdito, opere rigide in cls gabbionata spondale rinverdita;
- C:** B + Rampa a blocchi;
- D:** gabbionata spondale, materasso rinverdito, muro cellulare rinverdito, palificate vive spondali, pennello vivo;

- E:** biostuoie, biofeltri, blocchi incatenati, copertura diffusa con ramaglia viva, fascinata viva, gabbionata rinverdita, geocomposito in rete metallica e geostuoia tridimensionale, geostuoia tridimensionale sintetica bitumata, geostuoia tridimensionale sintetica, gradonata viva, grata viva, graticciata di ramaglia, materasso rinverdito, messa a dimora di talee legnose, muro a secco rinverdito, muro cellulare rinverdito, palificata viva, pennello vivo, piantagione di arbusti, rampa a blocchi, ribalta viva, rulli spondali, semina, idrosemina, semina a spessore, terre rinforzate verdi, trapianto di cespi e rizomi, traversa viva, viminata viva;
- F:** ampliamento sezione, casse di espansione;
- G:** F + recupero vecchi meandri;
- H:** G + impaludamento aree foce;
- L:** rampa a blocchi;
- M:** L + scale di risalita;

Tabella 3: Selezione delle tecniche in funzione della velocità della corrente

<i>Velocità della corrente</i>	<i>Consolidamento/rivestimento sponde Con tecniche di I.N.</i>
< 3 m/sec	Biostuoia in fibra vegetale
	Geostuoia tridimensionale sintetica
	Geostuoia tridimensionale sintetica bitumata in opera a freddo
	Geostuoia tridimensionale sintetica prebitumata industrialmente a caldo
	Messa a dimora di talee legnose
	Trapianto di cespi e rizomi
	Piantagione di arbusti
	Copertura diffusa
	Fascinata viva
	Viminata spondale
	Graticciata di ramaglia
	Ribalta viva
	Rullo spondale
	Grata viva
	A - palificata viva spondale semplice
B - palificata viva spondale doppia	
3÷6 m/sec	C - palificata spondale con palo verticale
	D - palificata viva spondale <i>tipo roma</i>
	Pennello vivo
	Materasso spondale rinverdito
	Terra rinforzata rinverdita
> 6 m/sec	Gabbionata spondale rinverdita
	Palizzata viva in putrelle e traverse
	Muro cellulare in cls rinverdito
	Scogliera rinverdita
	Blocchi incatenati
Rampa a blocchi	

Fonte: Da Chieu - Sauli "Piano stralcio per il bacino del F. Toce 1993 (modificato)"

3 - PARAMETRI IDRAULICI PER IL CALCOLO DELLE OPERE DI IN

Le sistemazioni idrauliche pongono alcuni classici problemi di potenziale interferenza tra la presenza di vegetazione sulle sponde ed il deflusso delle acque. Da una parte la vegetazione migliora la resistenza delle sponde nei confronti delle sollecitazioni idrauliche, dall'altra riduce la sezione di deflusso con possibile interferenza negativa, specie nelle sezioni medio-piccole per l'aumento del coefficiente di scabrezza. Ne deriva che, in molti casi, per intervenire efficacemente con le tecniche di sistemazione naturalistica è necessario adottare una strategia di ampliamento delle sezioni e di riappropriazione degli spazi golenali sottratti dall'agricoltura intensiva e dalla realizzazione di infrastrutture. Il problema principale nella valutazione della scabrezza dell'alveo in presenza di vegetazione è quello di dover considerare una sezione di deflusso a geometria composita e costituita da materiali a scabrezza diversa. Nel Manuale sistemazioni idrauliche della Regione Lazio del 2002 sono riportati alcuni valori del coefficiente di scabrezza ricavati da vari manuali di idraulica nonché i metodi proposti in letteratura per il calcolo della scabrezza equivalente della sezione (Chow 1959; Armanini 1999) unitamente ai parametri idrologici da considerare nel calcolo delle opere di I.N. In funzione della portata di piena, della geometria dell'alveo e del tracciato longitudinale del corso d'acqua, si possono ricavare le tensioni tangenziali massime agenti sulle opere secondo il metodo delle tensioni di trascinamento partendo dalla formula $\tau_w = \gamma R i$ ove:

γ = peso specifico dell'acqua - R = raggio idraulico - i = pendenza dell'alveo

o, per sezioni con un rapporto tra larghezza e la profondità superiore a 30: $\tau_w = \gamma h i$

con h altezza del pelo libero, tenendo ovviamente conto dei coefficienti correttivi per l'aumento delle tensioni tangenziali nei tratti di asta in curva. Tali valori vanno confrontati nei vari tratti dell'alveo con le massime tensioni tangenziali resistenti ammissibili per le strutture di progetto, verificando sempre che sia: $\tau_r > \tau_w$

Si riporta in proposito lo schema grafico:

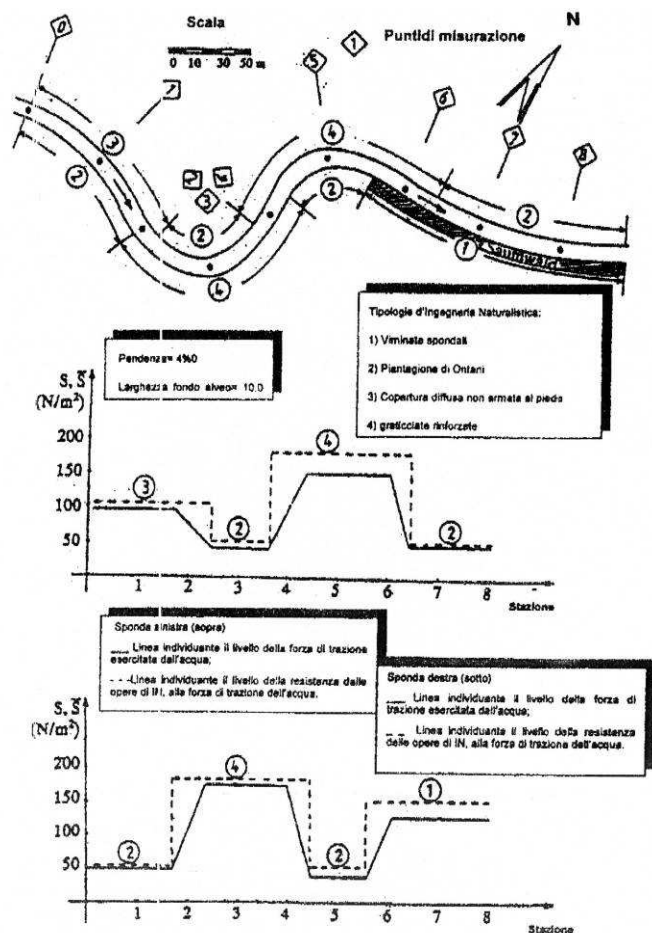


Fig. 1 - Diagramma mostrante la forza di trazione esercitata dall'acqua sulle diverse sponde del corso d'acqua (Johannsen modificato, Manuale di Ingegneria Naturalistica Prov. Terni)

Nella progettazione con le opere vive vanno tenute in conto due fattori:

- la resistenza dell'opera di ingegneria naturalistica a fine lavori con le piante non sviluppate e, quindi, non in grado di fornire il contributo della parte viva alla resistenza della struttura; tale situazione nella verifica della q transitabile nella sezione è quella più favorevole ai fini della scabrezza.
- la resistenza dell'opera di ingegneria naturalistica dopo circa 2 anni con le piante sviluppate nelle radici e nella parte aerea, in grado di fornire il contributo della parte viva alla resistenza della struttura; tale situazione, nella verifica della portata transitabile nella sezione, è quella più sfavorevole per l'aumento della scabrezza indotto dalla presenza delle piante.

Per quanto riguarda i valori della massima resistenza al trascinamento τ_r delle opere di ingegneria naturalistica, si riportano i valori di tabella 4 ricavati da dati bibliografici e sperimentazioni.

Tabella 4: Resistenza all'erosione delle principali opere idrauliche di ingegneria naturalistica

Tipologia intervento	τ max sopportabili dalla struttura appena realizzata senza lo sviluppo delle piante vive [N/m ²]		τ max sopportabili dalla struttura con le piante vive sviluppate dopo il terzo periodo vegetativo [N/m ²]	
	Cotico erboso	20 P		25 P
Talee	10 M P		30 M	60 M P
Copertura diffusa	50 M	150 P	100 G	
Viminate	10 M P		20 P	50 M
Pali con fascine			250 F	
Gradonata viva	20 P		120 F P	
Fascinate vive	20 P	70 G (morta)	80 I	100 G
Palificata doppia	500 P		60 P	
Gabbionate vive	340 M		400 M	
Materassi rinverditi	200-320 M		400 M	
Scogliera rinverditata con talee di salice	100 P		300 M P	

Sigle:

(F)	Florineth Acer 4, 1999
(M)	Maccaferri - Programma Macra 1996
(P)	Palmeri, Calò - 1996
(G)	Gertsgraser - Convegno EFIB Trieste 1999
(I)	Cornelini, Crivelli, Palmeri, Sauli - Acer 2, 2001

4 - CASISTICA MONTANO-ALPINA

Vengono di seguito riportati due esempi di interventi di stabilizzazione di sponde in erosione di corsi d'acqua in ambiente montano-alpino:



Foto 2 - Rio Anonimo (Tarvisio - UD), post operam 2002: briglie vive e terre rinforzate verdi - Foto G. Sauli

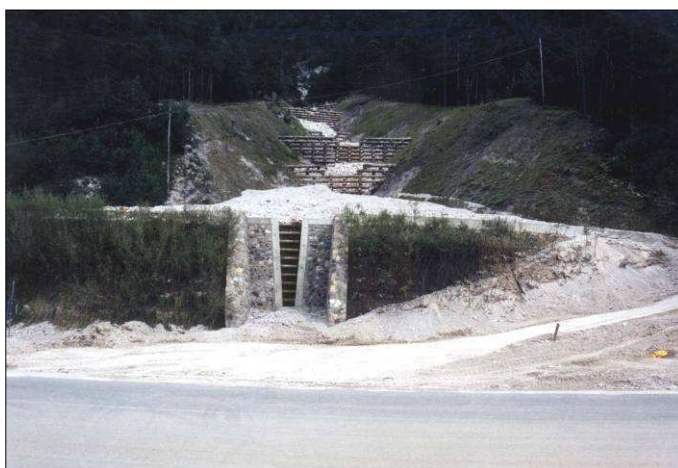


Foto 3 - Rio Anonimo, resistenza delle opere post alluvione 29 agosto 2003 – Foto G. Sauli



Foto 4 - Rio Anonimo, evento alluvionale 14 agosto 2008 – Foto G. Sauli

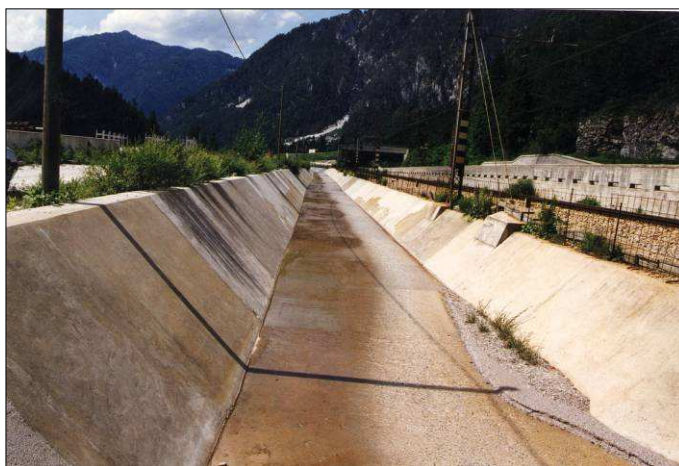


Foto 5 - Fiume Fella (Tarvisio – UD), ante – operam, luglio 1997 – Foto G. Sauli



Foto 6 - Fiume Fella post – operam; riassetto morfologico dell'alveo del F. Fella previa demolizione sponde in calcestruzzo e realizzazione di palificate vive spondali a parete doppia e massi legati al piede, terre verdi rinforzate, materassi tipo Reno rinverditi, scogliere rinverdite, copertura diffusa, traverse vive di ramaglia a strati, messa a dimora di talee, arbusti e alberi e idrosemina, giugno 2001 – Foto G. Sauli



Foto 7 - Fiume Fella, resistenza delle opere post alluvione 29 agosto 2003 – Foto G. Sauli



Foto 8 - Fiume Fella, evento alluvionale 14 agosto 2008 – Foto G. Sauli

LA DINAMICA DEI POPOLAMENTI VEGETALI E LE DIVERSE SCALE DELL'APPROCCIO TIPOLOGICO NELLA GESTIONE DELLA VEGETAZIONE RIPARIA

Varese P.¹

RIASSUNTO

La vasta ed eterogenea gamma delle funzioni svolte dai popolamenti ripari impongono ragionamenti decisamente articolati per la gestione, in particolare per quanto riguarda i popolamenti legnosi: la complessità delle situazioni mal si adatta a valutazioni generiche e soluzioni sommarie. L'analisi strutturale mostra infatti la netta predominanza di popolamenti irregolari, a densità variabile, in genere a gruppi e talora anche stratificati, che sono direttamente influenzati dalla dinamica alluvionale: ad essi mal si adattano i tradizionali governi a ceduo o più localmente a fustaia (in zone perfluviali o situate ai margini dell'alveo attivo).

La necessità di una gestione a livello di bacino si impone per giustificare e qualificare al meglio gli interventi a livello locale: la buona conoscenza dei meccanismi naturali sia nell'ambito dell'idrosistema che nell'ambito della vegetazione riparia permette una migliore efficacia di questi interventi. Oggi si tende a dare una grande importanza alla manutenzione dei popolamenti prossimi ai corsi d'acqua, in particolare lungo le aste minori: la sola manutenzione, intesa come conservazione e miglioramento dello stato attuale dei popolamenti, non è tuttavia l'approccio utile o sufficiente nell'ambito di settori fluviali naturali o al contrario molto antropizzati.

Diversi studi hanno mostrato che quanto maggiori sono per dimensioni e potenza i corsi d'acqua quanto ininfluenti e quindi inutili risultino essere gli interventi e i trattamenti antropici puntuali in assenza di un processo generale di riqualificazione fluviale sul corso d'acqua.

AUTOECOLOGIA E STRATEGIE ADATTATIVE DELLE SPECIE LEGNOSE RIPARIE

Ogni specie legnosa presente nei boschi ripari presenta determinate peculiarità ecologiche e dinamiche, ovvero possiede delle strategie adattative che ne permettono la sopravvivenza e lo sviluppo in questo contesto. A grandi linee la letteratura specializzata (*Amoros & Petts, 1993; Piegay et al., 2003, Roulier, 1998*) suddivide le specie in tre grandi gruppi:

- **specie riparie a legno tenero** (salici, pioppi, ontani), a più rapida crescita, eliofile, pioniere;
- **specie riparie a legno duro** (frassini, olmi, pado, farnia), a crescita più lenta, di fasi più mature;
- **specie della vegetazione zonale** (altre querce, aceri, faggio, tigli, carpini, ciliegio, abeti).¹

Le specie a legno tenero sono quelle più frequenti all'interno di un ambito ripario dinamico: sull'arco alpino occidentale (Varese, 2002) lo stock arboreo autoctono che partecipa alla silvigenesi in zona alluvionale è di 15 specie di salici, 4 di pioppo, 3 di ontano; a questi, in zone di montagna, si può aggiungere la betulla ed alcune conifere (in Piemonte il larice e il pino silvestre), nonché alcuni altri arbusti legati ad ambienti ripari xerici come l'olivello spinoso.

In zona di montagna le specie a legno duro presenti in ambito ripario sono assai limitate e sovente, data la contiguità dei popolamenti di versante, esse sono legate alla vegetazione zonale, ovvero a quella vegetazione che si sviluppa sui versanti in condizioni "normali" (faggete, abetine, querceti, ecc); nella vegetazione zonale vi sono sovente specie che non sono capaci di adattarsi alle perturbazioni e alle limitazioni ecologiche presenti in zona riparia.

Una forte presenza di specie della vegetazione zonale in ambito ripario è indice di scompensi e di un cattivo funzionamento dell'idrosistema.

¹ CIRF - Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale – Viale Garibaldi, 44/A – 30173 Mestre (VE)

Le specie delle zone riparie possiedono **strategie adattative** assai particolari (Naiman e Decamps, 1997, Amoros e Petts, 1993): l'emissione di radici avventizie sul tronco (salici, pioppi, ontani) in caso di seppellimento sotto una coltre di nuovi sedimenti; la resistenza meccanica (si cita in particolare la flessibilità del tronco di molti salici e della resistenza e flessibilità dell'apparato radicale di molte specie riparie); le modalità di riproduzione con grande produzione di semi, spesso capaci di fluttuare sulle acque (idrocoria), il radicamento naturale di porzioni di fusto asportati dalle piene, ecc.; alcune particolarità fisiologiche che ne permettono ad esempio la crescita su suoli idromorfi.

Una buona conoscenza dell'**autoecologia delle specie** permette di apprezzare alcune differenze tra specie vicine, come è il caso dell'ontano nero e dell'ontano bianco; il primo privilegia granulometrie più fini e una circolazione meno intensa o nulla delle acque superficiali, il secondo granulometrie più grossolane e flussi idrici più intensi.

Analogamente il pioppo nero tollera maggiormente substrati e tessiture grossolani, contrariamente al pioppo bianco, più a suo agio su tessiture fini e con una maggior tolleranza per un idromorfia temporanea nel suolo. Anche i salici mostrano preferenze differenziate in quanto a tessitura dei sedimenti: *Salix eleagnos* preferisce i suoli ciottolosi, *Salix purpurea* quelli sabbiosi, *Salix triandra* quelli con limo alluvionale fine.

Un'analisi della competizione tra specie per l'occupazione dello spazio epigeo (crescita dei fusti e delle chiome) e ipogeo (apparato radicale) è utile per una **diagnosi dinamica** sullo sviluppo dei popolamenti. La rapidità di crescita in altezza e la taglia potenziale permettono al pioppo nero e al salice bianco di sottomettere rapidamente i salici arbustivi con i quali si rinnovano sui sedimenti nudi. Quando l'apparato radicale di specie a legno tenero come il salice bianco (*Salix alba*) perde il contatto con la falda freatica a causa di un abbassamento di quest'ultima, la specie non può più adattarsi alle nuove condizioni se il substrato è ciottoloso e non c'è risalita d'acqua per capillarità: in questo caso sarà il pioppo nero (*Populus nigra*) ad avvantaggiarsi sul salice.

Sulla base di questa dipendenza da una falda alluvionale superficiale, le specie come il salice bianco o l'ontano bianco vengono definite come strettamente "freatofile" (Pautou & Girel, 1994).

Degli appositi indici previsionali sono stati elaborati in caso di variazioni di livello della falda (Chalemont, 1989), ma occorre verificare se essi possano essere applicati al di fuori della loro zona di elaborazione.

VEGETAZIONE RIPARIA TRA SETTORI FUNZIONALI E ZONAZIONE

Considerare la vegetazione riparia all'interno di determinati settori fluviali è dunque fondamentale per comprenderne l'ecologia ed il funzionamento; inoltre il ruolo morfogenetico della vegetazione riparia, in particolare quella a salicacee, è stato evidenziato da diversi studi anche a livello dei corsi d'acqua delle nostre zone, dalle Alpi francesi al Tagliamento (Piegay 1995; Karrenberg et al. 2002): non si tratta, quindi, di un fenomeno legato alle sole regioni forestali naturali come quelle del Nord America, ma una realtà di diversi nostri idrosistemi.

La vegetazione riparia concorre, dunque, alla variabilità geomorfologica del corso d'acqua, influenzando processi come la sedimentazione e l'erosione laterale.

Nonostante esista una sorta di continuità delle situazioni e dei popolamenti lungo i corridoi fluviali (River Continuum Concept: Leopold, 1957, Vannote et al. 1981, Cummings et al., 1983) la presenza di alcune discontinuità determina settori assai differenziati lungo un corso d'acqua.

L'analisi delle discontinuità longitudinali lungo i corsi d'acqua permette dunque di individuare dei **settori funzionali** (Amoros et al. in Amoros & Petts, 1993), ovvero dei tratti di un corso d'acqua caratterizzati da medesime modalità della dinamica fluviale che risulta dalla combinazione di limitazioni strutturali (es. soglie), dalla pendenza della piana alluvionale, dal regime idrico, dai sedimenti alluvionali trasportati.

Tale distinzione di tronchi omogenei rispetto alle caratteristiche idrauliche, morfologiche e ambientali trova riscontro anche nei Piani di Gestione dei Sedimenti (P.G.S.), introdotti dalla Direttiva sedimenti dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (deliberazioni n. 9 e n. 20 del Comitato istituzionale del 05.04.06). L'applicazione all'alto bacino del Po e a quello del Pellice (IPLA, 1997; Varese *et al.*, 2002) di criteri idrosistemici e bioclimatici per strutturare la vegetazione riparia in settori omogenei ha fornito riscontri positivi per la comprensione delle dinamiche in atto nei diversi settori.

L'altro criterio utilizzabile per comprendere la dislocazione della vegetazione fluviale è la **zonazione**, che rileva la variabilità trasversale delle fitocenosi nell'ambito della zona alluvionale, in particolare nelle zone di pianura o nei fondovalle. A grandi linee si possono distinguere tre aspetti:

- **zonazione xerica**: banchi rialzati di sedimenti con cenosi che hanno perso contatto con la falda;
- **zonazione mesica**: coltri sedimentarie con cenosi in contatto periodico o capillare con la falda;
- **zonazione umida**: depressioni e avvallamenti a falda affiorante con cenosi adattate all'idromorfia.

Nella zonazione xerica sono presenti fitocenosi erbacee xerofile o mesoxerofile, talora di tipo steppico, arbusteti dei *Prunetalia* e popolamenti forestali (querreti mesoxerofili con roverella, cerro, rovere, orniello, talora pino silvestre); nella zonazione mesica è presente la maggior parte dei popolamenti a salicacee (pioppeti, saliceti) e quercu-carpineti golenali; nella zonazione umida gli alno-frassineti, i popolamenti ad ontani, salice bianco, salice cinereo presenti ai bordi dei canali secondari e delle depressioni dell'alveo fluviale.

DEFINIRE CON PRECISIONE IL POPOLAMENTO RIPARIO

Come identificare e riconoscere nella pianificazione e nella gestione (trattamenti selvicolturali, interventi di riqualificazione o di manutenzione) i vari popolamenti legnosi ripari? Gli strumenti utili sono sostanzialmente due: la cartografia e le tipologie forestali regionali.

La **cartografia vegetazionale** rappresenta tematismi di discipline e sistemi di classificazione differenti (fitosociologia, tipologie di habitat Natura 2000 o Corine Biotopes, tipi forestali, ecc.): le unità rappresentate variano al variare della scala adottata ed in ambito ripario possono essere così sintetizzate:

- scale < 1:5000: tipo di habitat, associazione vegetale, insieme strutturale;
- scale > 1:5000 < 1:25.000: ecocomplessi ripari (unità mosaico), tipi e categorie forestali;
- scale > 1:25.000: paesaggi fluviali, settori funzionali.

La rappresentazione cartografica dei popolamenti ripari è di fatto una fotografia datata che diventa rapidamente obsoleta a causa delle dinamiche molto rapide dell'ambiente ripario e della labilità delle condizioni morfotopografiche.

Talora gli interventi antropici determinano successioni secondarie che rendono irriconoscibile l'oggetto cartografato in precedenza; in cartografia si presentano infine grossi problemi di definizione tipologica del mosaico spazio-temporale degli ambienti ripari.

La cartografia della vegetazione riveste tuttavia un ruolo importante negli studi diacronici come strumento per la valutazione delle trasformazioni della copertura vegetale nelle zone riparie (*Pautou et al.*, 1982, 1985, 1994; *Sartori et al.*, 1999)

La **Tipologia forestale** è un modello di classificazione delle superfici forestali a livello regionale che ha come obiettivo la definizione di unità sintetiche da utilizzare ai fini pratici per l'individuazione di interventi selvicolturali, solitamente nell'ottica di una gestione prossima alla natura.

I livelli conoscitivi acquisibili dalle tipologie forestali sono importanti: fisionomia, caratterizzazione dendrologica, potenzialità di sviluppo, ecologia, relazioni dinamiche, valore in quanto habitat; tali

elementi di conoscenza sono espressi attraverso un' unità sintetica, il "Tipo forestale", omogeneo da un punto di vista fisionomico, della composizione specifica e delle caratteristiche ecologico-dinamiche.

I tipi forestali possono essere identificati sia a livello areale (poligoni cartografici) che a livello puntuale (aree di saggio o di intervento selvicolturale).

La tipologia forestale, al contrario della fitosociologia, si presta a descrivere anche popolamenti antropizzati o poco tipici rispetto alle unità classiche del sistema fitosociologico. I tipi forestali sono identificabili attraverso un sistema di chiavi dicotomiche e sono raggruppati in categorie fisionomicamente omogenee.

Senza entrare nel dettaglio delle strutturazioni tipologiche regionali basterà ricordare le principali categorie nelle quali sono presenti le formazioni legnose riparie: pioppeti e saliceti, alneti, in parte anche quercu-carpineti, pinete di pino silvestre, lariceti e boscaglie pioniere.

La copertura delle regioni italiane da tipologie forestali regionali è oramai importante: per l'arco alpino occidentale i riferimenti provengono dai lavori dell'IPLA, aggiornati nel tempo e oramai giunti ad un elevato grado di standardizzazione (Terzuolo *et al.*, 2007 e 2008; Camerano *et al.*, 2008).

Ad una scala di bacino sarebbe utile compiere alcuni adeguamenti ed integrazioni alle unità riparie delle tipologie forestali regionali per meglio tener conto di fattori locali nelle dinamiche alluvionali, nelle strutture e nella composizione specifica dei popolamenti legnosi nonché di ulteriori elementi di conoscenza legati all'idrosistema locale o all'habitat di particolari specie vegetali o animali.

I popolamenti ripari, a causa della particolare dinamica dell'ambiente alluvionale si presentano sotto forma di un mosaico di strutture variabili in quanto a composizione, età e densità.

Nelle zone di pianura e nei fondovalle risulta evidente come le strutture forestali siano strettamente dipendenti da grossi eventi alluvionali, con elementi di generazioni differenti in gruppi più o meno coetanei al loro interno, talora con presenza di elementi relitti del passato.

Sono questi gli **insiemi strutturali** di riferimento per la selvicoltura: in condizioni idrologiche prossime a quelle naturali essi si differenziano in gruppi di piccole dimensioni mentre con la perdita della connettività o, a causa della diminuzione della dinamica alluvionale attiva, essi formano strutture coetanee più estese.

Questi popolamenti tendono ad evolvere verso popolamenti più evoluti se risultano presenti in zona specie a legno duro: in assenza di specie a legno duro l'evoluzione di queste strutture risulta bloccata e la loro rinnovazione diventa allora problematica (I.P.L.A., 1997).

È il caso di saliceti a *Salix alba* invecchiati e non più influenzati dalla dinamica alluvionale, con uno strato di specie arbustive o erbacee a grande sviluppo (sambuco, amorfa, rovi, *Solidago canadensis*, liane esotiche, ecc) oppure di pioppeti a pioppo nero, non più sottoposti alla dinamica alluvionale o sconnessi per capillarità alla falda, che presentano una evoluzione stazionale di tipo xeromorfo verso la vegetazione zonale (querceti con orniello, olmo, acero campestre).

In assenza di questa successione può avvenire una invasione secondaria di specie alloctone (ad es. ailanto) oppure degradano a lande alluvionali con specie dei *Prunetalia* e praterie dei *Festuco-Brometea* o a *Agropyron repens* e/o *A. intermedium*.

FATTORI DELLA DINAMICA ALL'ORIGINE DEI POPOLAMENTI LEGNOSI RIPARI

Lo sviluppo dei popolamenti ripari è da considerarsi quindi una manifestazione del **regime idrologico** naturale dei corsi d'acqua o, al contrario, dei cambiamenti intercorsi nell'idrosistema (modificazione dei deflussi, della morfologia fluviale, ecc): in quest'ultimo caso molti studi ammettono che i popolamenti legnosi ripari possono arrivare in seguito ad influenzare in modo significativo anche il funzionamento stesso del corso d'acqua (Piegay *et al.*, 1995).

Il fattore ecologico principale della dinamica alluvionale sono infatti le **piene**, agendo esse in modo diretto tramite apporti ed erosioni dei sedimenti o in modo indiretto attraverso le modificazioni

dell'idrosistema da esse avviate: le piene sono dunque considerate il motore pulsante del funzionamento dell'idrosistema (“*flood pulse concept*”, *Junk et al.*, 1989) in quanto, tra le altre cose, permettono la rinnovazione dei popolamenti vegetali pionieri, sia erbacei che legnosi.

La dinamica dei boschi ripari è in particolare sensibile alle modificazioni dei valori idrologici minimi e dei valori massimi più che alla variazione delle medie annuali.

Le **alterazioni idrologiche**, in particolare l'abbassamento del livello della falda (in pianura e nei fondovalle), la rarefazione delle piene annue e decennali e la diminuzione delle portate dei corsi d'acqua, determinano in particolare due importanti conseguenze (*Bravard et al.* 1986; *Pautou et al.* 1982):

- un cambiamento nella composizione specifica delle fitocenosi riparie;
- una senescenza precoce dei popolamenti forestali ripari.

Le alterazioni idrologiche sono inoltre alla base di modificazioni dei cicli di erosione e sedimentazione e quindi delle caratteristiche dei substrati su cui si rinnovano le specie vegetali.

Oggi le **alterazioni antropiche** sono diventate sempre più importanti nella dinamica dei popolamenti vegetali: il trattamento diretto della vegetazione attraverso tagli sommari, i lavori idraulici, il cambiamento della qualità delle acque (eutrofizzazione, inquinamento).

Anche il fuoco in alcuni contesti (ad esempio nelle pinete di greto) può presentare un ruolo non indifferente nella dinamica dei popolamenti legnosi.

Non per ultima le introduzioni, anche involontarie, di specie alloctone invasive molto concorrenziali per quelle spontanee influenzano notevolmente la dinamica degli habitat terrestri, tra cui i boschi ripari stessi (*Pysek e Prach*, 1993; *Assini*, 1998).

Per quanto concerne le **specie alloctone invasive**, la tipologia forestale piemontese (*Camerano et al.*, 2008) prevede ad esempio l'individuazione di apposite “varianti” per specie legnose come il ciliegio tardivo, la robinia, l' amorfa, la buddleja, suscettibili di indirizzare in modo differenziato il trattamento selvicolturale di alcuni tipi forestali come i saliceti arbustivi ripari (SP10X) , i saliceti a *Salix alba* (SP20X), i quercu-carpineti golenali della bassa pianura (QC12X); le specie erbacee determinano “facies” monospecifiche anch'esse sovente segnalate ai fini gestionali nella tipologia.

Talora la presenza massiccia di specie esotiche può essere importante fin dagli stadi erbacei pionieri su sedimenti nudi (*Senecio inaequidens*, *Ambrosia artemisiaefolia*, *Conyza canadensis*, *Oenothera spp.*, ecc.), ma raramente si ha da parte delle suddette specie alloctone annue fenomeni di blocco evolutivo, in quanto salici e pioppi tendono a rinnovarsi comunque: su suoli ex-agricoli o stazioni ruderali lo sviluppo della dinamica dei popolamenti legnosi può tuttavia essere ostacolato da altre erbe ad alto sviluppo come *Artemisia verlotorum*, *Sorghum halepense*, *Echinochloa crus-galli*, ecc.

In alcuni settori alpini alcune altre specie (*Impatiens balsaminifera*, *Heracleum mantegazzianum*) possono localmente determinare problemi a livello locale per la forte concorrenza esercitata nelle fasi di rinnovazione dei boschi ripari (in particolare alneti o alno-frassineti).

Da un punto di vista ecologico la presenza massiccia di specie esotiche determina un grave impoverimento della biodiversità, banalizzando le fitocenosi e alterando le catene trofiche legate agli ecotoni ripari.

<i>Specie alloctona invasiva</i>	<i>Ambito di diffusione</i>	<i>Alterazioni indotte</i>
<i>Reynoutria japonica</i>	cenosi riparie a legno tenero (saliceti, pioppeti)	impedimento della rinnovazione e blocco dinamico, impoverimento delle cenosi
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Quercu carpineti golenali, pioppeti, saliceti a <i>Salix alba</i>	blocco dinamico temporaneo, impoverimento delle cenosi
<i>Prunus serotina</i>	Quercu-carpineti golenali, robinieti	blocco dinamico, impoverimento delle cenosi , allelopatia
<i>Buddleja davidii</i>	Saliceti arbustivi	blocco dinamico, impoverimento delle cenosi

<i>Sycios angulatus</i>	Saliceti a <i>Salix alba</i>	soffocamento della rinnovazione naturale, blocco dinamico, appesantimento dei tronchi
<i>Solidago canadensis</i>	Saliceti a <i>Salix alba</i> , pioppeti di pioppo nero, pioppeti di pioppo bianco	blocco dinamico, impoverimento delle cenosi
<i>Amorpha fruticosa</i>	Saliceti a <i>Salix alba</i>	impedimento della rinnovazione e blocco dinamico, impoverimento delle cenosi

Tab. 1: ambito di diffusione e alterazioni indotte dalle principali specie invasive alloctone nei popolamenti ripari

SUCCESSIONI DINAMICHE IN AMBITO ALLUVIONALE

In dinamica vegetale i processi di successione (*Amoros e Petts, 1993, Pautou et al., 1995*) sono quei fenomeni alla base delle modificazioni spazio-temporali delle fitocenosi e che concernono l'evoluzione e lo sviluppo dei popolamenti vegetali dopo una perturbazione.

In genere sono dette successioni primarie quelle che, a partire da un suolo nudo, avvengono in natura attraverso la sequenza di fasi pioniere, fasi transitorie e fasi mature attraverso una maturazione ecologica del substrato. Successioni secondarie invece avvengono, spesso a seguito di intervento antropici, a seguito di incendi, tagli o eventi meteorici (successioni di ricolonizzazione).

Nei processi di **successione autogena** la dinamica alluvionale non modifica i caratteri della stazione: ciò accade ad esempio in occasione di rinnovazione e sviluppo di latifoglie, sovente a legno duro, sotto la copertura di popolamenti a legno tenero (saliceti, pioppeti).

Talora può succedere che si determini un blocco della successione autogena a causa dell'assenza delle specie portasemi delle fasi più mature oppure a causa dell'installarsi, in strati diversi del popolamento, di popolamenti densi, talora monospecifici, di alte erbe (autoctone o alloctone) o di specie invasive in genere alloctone come la robinia, *Reynoutria japonica*, *Sycios angulatus* o *Buddleja davidii*.

Nel caso dei processi di **successione allogena**, la dinamica alluvionale modifica drasticamente i caratteri della stazione: ciò accade ad esempio per erosione ed asportazione del substrato alluvionale con ricostituzione di popolamenti legnosi pionieri a base di salici e *Myricaria germanica* (quando presente) o di popolamenti erbacei.

Tali fenomeni distruttivi sono al tempo stesso anche l'origine della vita per la maggior parte delle cenosi a legno tenero (pioppeti, saliceti, alneti).

Frequenti sono infine anche i processi di **successione auto-allogena** in cui la dinamica alluvionale modifica parzialmente o in modo localizzato i caratteri della stazione; ciò accade ad esempio quando si ha un cambiamento nella connessione con la falda freatica a seguito di abbassamento del livello delle acque o ad un allontanamento del corso d'acqua a seguito di modificazioni geomorfologiche dell'alveo.

Altro caso può essere quello di una parziale erosione superficiale dei sedimenti o al contrario un ricoprimento con altri sedimenti di un popolamento legnoso ripario.

Un particolare tipo di successione auto-allogena, in caso di ricorrenti perturbazioni, sono le **successioni oscillanti**, con una alternanza periodica dei processi allogeni e autogeni, regressivi i primi, progressivi i secondi, frequenti a livello dei bracci secondari dei corsi d'acqua a canali intrecciati.

DINAMICHE EVOLUTIVE ATTUALI E LORO DIAGNOSI

Tra i fenomeni segnalati in questi ultimi decenni (*Bravard et al.* 1986; *Pautou & Bravard*, 1986; *Bracco*, 1992; *Pautou & Girel*, 1994; *Pont*, 1995; *Assini & Santamaria*, 2003) tre in particolare meritano una particolare attenzione nell'ambito dei popolamenti ripari:

- una forte diminuzione delle fasi pioniere legate a regimi idrologici naturali;
- una progressione degli elementi arborei, anche zonali, in alveo o ai suoi margini;
- una accresciuta dinamica espansiva delle specie invasive alloctone.

Essi sono in buona parte legati ad una diminuzione della naturalità degli idrosistemi, in particolare nei fondovalle e in pianura.

Gli ambienti ripari naturali sono infatti dotati di alta resilienza (ovvero della capacità di tornare allo stato precedente): essi sono inseriti in una dinamica ciclica naturale in cui, nonostante esista una certa instabilità a breve termine, si ha una stabilità dell'idrosistema a lungo termine.

Negli ambienti ripari antropizzati o fortemente degradati (ad esempio a causa della riduzione delle portate o di una forte incisione del letto principale) la resilienza è invece molto debole e la dinamica ciclica naturale è sconvolta: dietro una apparente stabilità a breve termine, si cela una instabilità dell'idrosistema a medio e lungo termine. Le cause delle alterazioni funzionali dei popolamenti possono essere multiple e interagenti tra di loro:

- la riduzione delle portate;
- la predominanza di fasi di magra su quelle di morbida;
- la diminuita ricorrenza delle piene annue o decennali;
- l'incisione del letto di scorrimento principale;
- l'approfondimento del livello della falda;
- la modificazione dei processi di sedimentazione;
- il livellamento del profilo dell'alveo (ad esempio tramite disalvei);
- la riduzione delle connessioni tra i vari elementi del paesaggio fluviale.

Al fine di interpretare al meglio le potenzialità evolutive e il funzionamento silvigenetico dei popolamenti ripari, la presenza di perturbazioni nella loro funzionalità può essere individuata tramite l'aiuto di una rapida analisi strutturale (vedere tabella sottostante):

CONDIZIONI NATURALI O SEMINATURALI	CONDIZIONI ALTERATE E/O MOLTO ANTROPIZZATE
struttura dei popolamenti a gruppi	struttura dei popolamenti a grandi gruppi o continuità dei popolamenti su vasta scala
elevata stratificazione interna dei popolamenti forestali più evoluti	scarsa o anomala stratificazione dei popolamenti forestali più evoluti
limitata presenza di elementi ereditati da situazioni passate (successioni primarie)	presenza talora elevata di elementi ereditati da situazioni passate (successioni secondarie)
mosaico vario ed articolato di fasi e stadi pionieri (prevalenti) e fasi più evolute	mosaico poco articolato o assente
deperimento di alberi singoli o a gruppi con processi di successione in atto	fasi di deperimento importanti senza processi di successione significativi
assenza o scarsa presenza di specie esotiche	presenza importante di specie esotiche

Tab. 2: Elementi diagnostici per poter individuare condizioni di disfunzionamento dell'idrosistema aventi un riflesso sulla vegetazione riparia

CONCLUSIONI

Solo recentemente (ad es. IPLA, 1997; IPLA 2000; *Andrich*, 2008) si è cominciato ad affrontare in Italia in modo più o meno sistematico la tematica della gestione e della selvicoltura dei popolamenti ripari; per il territorio dell'arco alpino occidentale alcuni riferimenti ad esperienze francesi (*Agence de l'Eau R.M.C.*, 1998; *Traub et al.*, 2001; *Piegay*, 1995; *Piegay et al.* 2003; *Dufour*, 2004) e svizzere (*Roulier* 1998, *Roulier et al.*, 1999) risultano di notevole interesse per apprezzare il necessario approccio ecologico-dinamico ed idrosistemico alla gestione di questi popolamenti.

La variabilità delle funzioni e degli obiettivi gestionali nelle zone riparie impone infatti un approccio molto variegato (CIRF, 2006); secondo il manuale per la gestione dei popolamenti legnosi ripari dell'*Agence de l'Eau R.M.C.*, (1998) possono essere possibili oltre una quindicina di obiettivi diversi, talora antitetici tra loro, ma compresenti in tratti diversi del corso d'acqua.

Queste esperienze hanno anche mostrato che tanto maggiori sono per dimensioni e potenza i corsi d'acqua e tanto più ampie sono le fasce boscate, quanto ininfluenti e quindi inutili risultano essere gli interventi e i trattamenti antropici puntuali in assenza di un processo generale di riqualificazione fluviale sul corso d'acqua. Risulta quindi opportuno evitare di considerare un popolamento legnoso in modo avulso dal suo contesto fluviale e dal suo status dinamico: pur trattandosi di un medesimo tipo forestale il suo trattamento può infatti variare da un settore fluviale all'altro e da una riva all'altra nel medesimo settore fluviale, ciò in funzione degli spazi di libertà del corso d'acqua o anche solo delle particolari caratteristiche di una sponda.

Inoltre, per i popolamenti ripari, i concetti di ceduo, di fustaia, di turno, ecc. non sempre risultano adeguati a causa della particolarità e della aleatorietà delle dinamiche presenti. Gli interventi sulla vegetazione spondale vanno, dunque, maggiormente qualificati evitando, ad esempio, tagli sommari in popolamenti misti che rischiano di moltiplicare specie esotiche invasive come la robinia o il ciliegio tardivo e di svalorizzare gli habitat forestali prioritari e di interesse comunitario, in particolare nell'ambito dei SIC e delle aree protette.

La riqualificazione fluviale è chiamata oggi a rendere pragmatici i principali concetti dell'ecologia fluviale anche attraverso l'individuazione di interventi selvicolturali adattati alle particolari dinamiche dell'ambiente alluvionale. Tra il livello del bacino e quello puntuale a livello locale le diverse scale coinvolte sono dunque:

- il **settore funzionale** del corso d'acqua: analisi del contesto idrologico e dinamico;
- il **tipo forestale** : individuazione degli indirizzi selvicolturali dalla tipologia forestale regionale;
- l' **insieme strutturale** (es. gruppo): applicazione dello specifico trattamento selvicolturale.

Anche per l'ambito ripario può dunque valere la massima di Parade (1862) in selvicoltura : "*Imiter la nature, hâter son œuvre*" ovvero "imitare la natura, accelerare il suo lavoro".

BIBLIOGRAFIA

Agence de l'Eau R.M.C., 1998: La gestion des boisements de rivières. Guide technique n° 1 Fasc. 1: Dynamique et fonctions de la ripisylve: 42 pp. Fasc. 2: Définition des objectifs et conception d'un plan d'entretien. SDAGE Bassin Rhone Méditerranée Corse - Agence de l'Eau R.M.C.- DIREN Rhone-Alpes: 49 pp.

Amoros C., Petts G.E., 1993 . Hydrosystèmes fluviaux. Masson ed., 300 pp

Andrich A., 2008: La gestione della vegetazione ripariale nei torrenti montani. *Alberi e Territorio* n° 3: 18-22

Assini S., 1998. Le specie esotiche nella gestione delle aree fluviali di pianura: indagine geobotanica. *Arch. Geobot.*, 4(1): 123-130

Assini S., Santamaria G., 2003. Trasformazioni della copertura forestale e dell'idrografia superficiale nell'area della Tenuta "La Fagiana" e dintorni in circa 170 anni. Atti della 7° Conferenza Nazionale ASITA, Verona, 28-31 Ottobre 2003, pp. 115-120

Bracco F., 1992: Variazioni del paesaggio vegetale nella golena del fiume Po. Coll. *Phytosoc.* Cramer Verlag, Vaduz
Bravard J.P., Amoros C. , Pautou G. , 1986: Impact of civil engineering works on the succession of communities in a fluvial system. *Oikos* 47 : 92 – 111

- Camerano P., Grieco C., Mensio F., Varese P., 2008 : I Tipi Forestali della Liguria. ERGA Edizioni, Genova, 334 pp
- Chalemont J, 1989: Deux indices prévisionnels de l'évolution démographique des populations de bois tendres (*Salix*) après abaissement de la nappe phréatique. Exemple de l'aménagement de Chautagne (Ain). Broch. Lab. d'Ecol. des populations et des écosystèmes alluviaux. Univ. J. Fournier, Grenoble
- C.I.R.F., 2006: La riqualificazione fluviale in Italia. Mazzanti Ed., 832 pp
- Ciutti F., Cappelletti C., 2006: Funzionalità ecologica della vegetazione riparia. Sherwood, 118 : 43-46
- Dufour S., 2004: Guide de gestion des forêts riveraines des cours d'eau. Projet LIFE "Eau et forêts", CNRS-ONF
- I.P.L.A., 1997. - I boschi ripariali planiziali: indagini conoscitive su ambienti tipici e formulazione di indirizzi gestionali di riferimento, funzionali alla regimazione delle acque nel rispetto della fauna e del paesaggio tradizionale. Istituto Piante da Legno ed Ambiente - Reg. Piemonte: 72 pp + ann.
- I.P.L.A., 2000. - Indirizzi per la gestione dei boschi ripari collinari e montani del Piemonte. Istituto Piante da Legno ed Ambiente - Reg. Piemonte: 80pp + ann
- Junk W.J., Batley P.B., Sparks R.E., 1989 : The flood pulse concept in river flood-plain systems. Canadian special Publications in Fisheries and Aquatic Sciences 106 : 110 – 127
- Karrenberg S., Edwards P.J., Kollmann J., 2002 : The life history of Salicaceae living in the active zone of floodplains. *Freshwater Biology*, 47 : 733 – 748
- Pautou G., Bravard J.P., 1982 : L'incidence des activités humaines sur la dynamique de l'eau et l'évolution de la végétation dans la vallée du Haut-Rhône français. *Rév. Géogr. Lyon*, 87 : 63 – 79
- Pautou G., Decamps H., Amoros C., Bravard J.P., 1985 : Successions végétales dans les couloirs fluviaux: l'exemple de la plaine alluviale du Haut-Rhône français. *Bull. Ecol.* t.16, 3 : 203212
- Pautou G., Girel J., 1994: Interventions humaines et changements de la végétation alluviale dans la vallée de l'Isère (de Montmélian au Port de St. - Gervais. *Rev. Géogr. Alpine*, 2: 127 – 146
- Piegay H., 1995: Dynamiques et gestion de la ripisylve de cinq cours d'eau à charge grossière du bassin du Rhône (l'Ain, l'Ardeche, le Giffre, l'Ouvèze et l'Ubaye) aux XIX et XX siècles. Thèse de Géographie et Aménagement, Univ. de Paris - Sorbonne: 529 pp
- Piegay H., Pautou G., Ruffinoni C., 2003: Les forêts riveraines des cours d'eau. *Ecologie, fonctions et gestion*. IDF, 464 pp
- Pont B., 1995 : Suivi à long terme de la dynamique forestière spontanée dans les ripisylves. 1^{ère} phase: mise au point de la méthode et test sur 6 réserves naturelles. *Réserves naturelles de France*: 12 pp + ann
- Pysek P., Prach K., 1993 : Plant invasions and the role of riparian habitats: a comparison of four species alien to Central Europe. *J. Biogeogr.* 20 : 413 - 420
- Roulier C., 1998 : Typologie et dynamique de la vegetation des zones alluviales de Suisse. *Geobotanica Helvetica*, fasc. 72, 2 tomes
- Roulier C., Teuscher F., Weber B., 1999 : Concept de gestion des forêts alluviales. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEP), Berne : 92 pp
- Sartori F., Assini S., Santamaria G., 1999. Le carte diacroniche di vegetazione come strumenti per la valutazione delle trasformazioni della copertura vegetale. *Arch. Geobot.*, 5(1-2): 235-242.
- Terzuolo P.G., Camerano P., Gottero F., Varese P., 2008. I Tipi Forestali del Piemonte. (III ed.). Blu Edizioni, Peveragno, 237 pp
- Terzuolo P.G., Camerano P., Varese P., 2007 : I Tipi Forestali della Valle d'Aosta. Edizioni della Compagnia delle Foreste. 221 pp
- Traub N., Tabouret P., Pissavin S., Pont B., 2001: Guide pour la gestion des forêts alluviales de la moyenne vallée du Rhône; CRPF Rhône-Alpes, 32 pp
- Varese P., 2002: Ripisylves et hydrosystèmes de l'arc alpin occidental. Aménagement durable des rivières et habitats: exemples européens. D.U. "Eau, développement, ressources, aménagement et gestion", Univ. de Nice: 130 pp
- Varese P., Selvaggi A., Baltieri M., Pascale M., Pascal R., Fenoglio S., Sindaco R., Longo F., 2002: Les habitats riverains du torrent Pellice, haut bassin du Pô (Italie): typologie des habitats, cartographie et dynamique. Actes du Colloque "European Floodplain 2002" Strasbourg (F), 8-13 juillet 2002

A wide river flows through a lush green forest. The water is calm and reflects the surrounding greenery. In the background, there are blue mountains under a sky with scattered clouds. The text "ALTRI CONTRIBUTI" is overlaid in the center of the image in a green, outlined font.

ALTRI CONTRIBUTI

Lazzaro Q.¹

INTRODUZIONE

Nel corso dei ventisette anni passati alle dipendenze dell'Ente Parco più volte mi è capitato, parlando con i visitatori e con le scolaresche, di affermare che un'area protetta come il Parco delle Lame del Sesia ha una funzione, e raggiunge i suoi scopi, se riesce ad fare conoscere al di fuori dei suoi ristretti confini dei metodi corretti di gestione del territorio, e questo può avvenire solo con uno scambio di esperienze con soggetti, istituzionali e non, che condividano gli stessi obiettivi.

L'applicazione del Piano di Assestamento Forestale (novità assoluta per i nostri boschi) e i rimboschimenti delle aree golenali in corso nel parco, andando in questa direzione, sono il contributo, spero utile, a queste giornate di studio.

L'Ente Parco Naturale delle Lame del Sesia e delle Riserve Naturali speciali dell'Isolone di Oldenico e della Garzaia di Villarboit, istituito con Legge regionale 23 agosto 1978 n. 55, interessa un'area di circa 900 ettari a cavallo delle province piemontesi di Vercelli e di Novara.

Attualmente l'Ente gestisce anche la Riserva naturale della Palude di Casalbeltrame, istituita con Legge regionale 21 maggio 1984 n. 26 e la Riserva naturale speciale della Garzaia di Carisio istituita con Legge regionale 26 marzo 1990 n. 14.

IL PIANO DI ASSESTAMENTO FORESTALE

Le aree boscate del parco sono utilizzate secondo le norme del Piano di Assestamento Forestale dall'annata silvana 1984/1985. Il Piano allora vigente prevedeva l'individuazione di tre comprese assestamentali con diversa vocazione:

I "Cedui da convertire in fustaia di farnia e di altre latifoglie indigene", interessante i boschi in destra idrografica, soggetti ad una gestione forestale attiva, suddivisa in 27 particelle forestali, (ettari 245).

La "Zona di ricostituzione naturale del bosco", comprendente l'alveo della Sesia e le alluvioni recenti in sinistra idrografica, ospitanti formazioni naturali pioniere e pioppeti artificiali, lasciata (nelle aree non occupate dall'agricoltura) in evoluzione naturale, (ettari 430).

Le "Riserve Naturali Speciali", da lasciare in evoluzione libera per la tutela della fauna, (ettari 73).

Veniva, inoltre individuata un'area a destinazione agricola e vivaistica, (l'area protetta include il Vivaio Regionale "Fenale"), non soggetta alle prescrizioni del Piano.

Gli interventi selvicolturali prevedevano il proseguimento della ceduzione sotto fustaia con l'obbligo del rilascio di un consistente numero di matricine selezionate di preferenza tra le specie indigene con la duplice funzione di aduggiare la robinia e di costituire i portaseme necessari alla futura conversione. L'applicazione sul "campo", ha dimostrato che reclutando un numero maggiore di allievi, rispetto a quelli previsti dal Piano, si ottenevano comunque significative masse intercalari e, nel contempo, si accelerava il miglioramento naturalistico del bosco perseguito anche con il rilascio di almeno la metà degli arbusti presenti. Questa impostazione operativa, integrata dalla norma relativa al rilascio in bosco di necromassa, è stata ufficializzata dal nuovo Piano di Assestamento Forestale vigente dal 1997 al 2011 e suddiviso in quattro ambiti gestionali, corrispondenti in linea di massima alle comprese del Piano scaduto e precisamente:

"Zona di valorizzazione polifunzionale del bosco planiziale", ubicata in destra idrografica e suddivisa in 30 particelle forestali, (ettari 247).

¹ Funzionario Tecnico Ente Parco Lame del Sesia

“Zona di ricostituzione guidata del bosco e di dinamica fluviale in equilibrio dinamico con le altre zone”, in sinistra idrografica, costituita dal corso d’acqua, dai greti, da fasce di ricolonizzazione forestale spontanea e da residui di pioppeti specializzati. (ettari 400).

“Ambiti prioritari di nidificazione per l’avifauna”, comprendenti le riserve naturali dell’Isolone di Oldenico e di Villarboit, (ettari 81).

“Zona di valorizzazione dell’arboricoltura da legno e dell’agricoltura”, costituita dalle aree agricole non interessate dalla dinamica fluviale ordinaria, (ettari 175).

Gli obiettivi del presente Piano possono essere riassunti dai seguenti stralci estratti dalla Relazione ad esso allegata: “La conservazione, valorizzazione e ricostituzione degli ambienti naturali sono le finalità operative primarie del Parco, e la fustaia mista di latifoglie indigene nei diversi tipi descritti, idrofili o mesofili, ne costituisce la forma di vegetazione più evoluta in equilibrio con i fattori stazionali locali; il suo miglioramento è pertanto l’obiettivo selvicolturale da perseguire” (...) ”In destra idrografica dell’area a parco naturale, già suddivisa in particellare dal Piano scaduto, si prescrive una impostazione selvicolturale polifunzionale improntata ai principi della selvicoltura su basi naturalistiche” (...) ”la conversione indiretta a fustaia è quasi una strada obbligata per il selvicoltore.

Nel periodo di applicazione del presente piano l’obiettivo è qui di reclutare una fustaia mista di latifoglie spontanee e robinia, da seme e da polloni, mediante interventi di conversione per avviamento ad alto fusto dei cedui semplici o sotto fustaia, e ove necessario di diradamento delle giovani fustaie di origine agamica, nonché di ricostituzione del soprassuolo forestale in aree collassate”...

I RIMBOSCHIMENTI

I primi tentativi di rimboschimento delle aree golenali del Parco Naturale Delle Lame del Sesia risalgono alla fine degli anni 80 del secolo scorso.

Gli interventi interessavano piccole aree, mai superiori ai 5000 metri quadrati, individuate in prevalenza su terreni abbandonati dal fiume in sponda orografica destra e preventivamente bonificate dai materiali depositati dalle piene.

Le specie utilizzate: *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa* e *Acer campestre* provenivano in parte dal vivaio regionale “Fenale” di Albano Vercellese ed in parte dal piccolo vivaio predisposto nel giardino della sede del parco in cui venivano utilizzati semi rigorosamente raccolti all’interno dell’area protetta.

Tutte le operazioni relative alla raccolta dei semi, loro conservazione e semina, trapianti, messa a dimora definitiva e sfalcio delle infestanti venivano svolte manualmente dai guardaparco.

Confortati dal risultato di questi primi esperimenti, descritti dalla Relazione del vigente Piano di Assestamento Forestale in questi termini: “Sono state avviate significative esperienze di rimboschimenti e rinfoltimenti con specie spontanee in radure naturali o lungo le piste, soprattutto con farnia, acero campestre, carpino bianco, qualche frassino ed ontano nero, attuate direttamente dal personale dell’Ente gestore, con piantine ottenute con seme locale; anche in questo caso i risultati sono buoni, talora ottimi (altezze medie di 7-8 metri in nuclei di farnia a 10 anni di età su alluvioni fini...”.

Nel 1995 l’Ente parco acquistava un pioppeto di 2 ettari localizzato in sponda orografica sinistra nei territori dei Comuni di Villata e di San Nazzaro Sesia e l’anno successivo realizzava un bosco naturaliforme, grazie ai contributi del Regolamento CEE 2080/92, costituito dalle seguenti specie disposte, con un sesto d’impianto irregolare e protette con *shelters* di materiale plastico: *Quercus robur*, *Prunus avium*, *Fraxinus excelsior*, *Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus*, *Tilia cordata*, *Populus nigra*, *Populus alba*, *Acer campestre*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Euonimus europaeus*, *Frangula Alnus*, *Cornus mas*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare* e *Viburnum opulus*.

Le specie arboree sono state consociate secondo la seguente composizione:

Quercus robur 30%
Prunus avium 8%
Fraxinus excelsior 20%
Alnus glutinosa 18%
Carpinus betulus 1%
Tilia cordata 8%
Populus nigra 4%
Populus alba 1%
Acer campestre 10%

La disposizione a sesto irregolare ha reso problematiche le operazioni di sfalcio delle infestanti e la piena del fiume dell'anno 2000 ha piegato al suolo l'80% delle piantine, rendendo necessario un lungo lavoro e il posizionamento di tutori per garantire il buon esito del piantamento.

Nel 2003, dopo un lungo iter burocratico (e a seguito delle indagini svolte dal settore vigilanza del parco che evidenziavano come molti terreni coltivati a pioppeto da soggetti privati si configuravano come occupazioni abusive di suolo pubblico), il Settore Decentrato OO.PP. e Difesa Assetto Idrogeologico di Vercelli concedeva al parco "L'occupazione delle aree demaniali nei Comuni di Villata e di Oldenico, lungo l'asta del fiume Sesia, all'interno dei confini del Parco".

Queste aree, dopo lo sgombero dei pioppi e l'estirpazione delle ceppaie, sono state utilizzate a partire dal 2004 per l'impianto di nuovi boschi.

I lavori, realizzati in economia dalla squadra di operai forestali dell'ente, sono eseguiti utilizzando un trattore agricolo e prevedono un preventivo sfalcio delle erbe infestanti, la realizzazione, per la posa delle piantine, di trincee ottenute con un aratro o di buche realizzate con una trivella, con un sesto di impianto costituito da filari ondulati ed adattati alla morfologia del terreno, distanziati tra loro tre metri e mezzo circa per permettere il passaggio del trattore agricolo munito di "trinciastocchi", ed orientati secondo la direzione della corrente del corso d'acqua, con le piante, dotate di tutori e reticelle antiroditori, posizionate a intervalli di 2 metri e mantenute libere dalle infestanti cresciute lungo i filari con l'utilizzo di decespugliatori e falci.

Nelle aree interessate dalle attività sopra descritte i migliori risultati di attecchimento e successivo sviluppo sono stati ottenuti da: *Prunus padus*, *Acer campestre*, *Tilia cordata*, e *Crataegus monogyna*.

CONCLUSIONI

L'esperienza maturata (circa 9 ettari rimboschiti) nel corso degli anni ha evidenziato una grande ovvietà, ovvero che soltanto la continua manutenzione permette di ottenere dei buoni risultati.

La disposizione a "sesto irregolare", in assoluto la migliore dal punto di vista estetico, presenta però delle grandi difficoltà nella gestione meccanizzata dello sfalcio delle infestanti.

La disposizione a filari ondulati, a spirale o a mezzaluna con uno spazio tra le file calibrato sulle dimensioni del mezzo agricolo utilizzato per lo sfalcio ha notevolmente facilitato la gestione dei piantamenti.

Le reticelle antiroditori sono risultate utili per il contenimento di roditori come le cosiddette "minilepri", ma hanno segnato il passo di fronte alle dimensioni delle nutrie.

I teli plastici per la pacciamatura per quanto utili, vengono stracciati dalle operazioni meccanizzate e creano problemi nello smantellamento e per lo smaltimento.

Si rendono necessari quattro sfalci tra primavera ed estate per almeno tre anni dalla data di impianto.

L'impossibilità di irrigare le aree rimboschite e la persistente siccità dei luoghi, ha fatto sì che venissero messe in atto strategie di semplice applicazione quali la sommersione nelle lanche delle

radici delle piantine prima dell'impianto e la predisposizione delle buche ed il contemporaneo interrimento delle piantine stesse al fine di sfruttare l'umidità del terreno.

Metodi probabilmente empirici dettati, forse, dalla disperazione legata alle condizioni climatiche degli ultimi anni certamente non favorevoli ai "ricostruttori" di boschi.

Per ultimo, non va dimenticato il "fattore umano", condizione senza la quale tutti i precedenti ragionamenti rischiano di trasformarsi soltanto in "pie intenzioni".

Il nostro Ente ha la fortuna di avere in organico una squadra di operai forestali altamente professionalizzata e motivata, che pur tra mille impegni riesce sempre ad andare al di là delle aspettative di chi scrive e che, anno dopo anno silenziosamente, ha compiuto il proprio dovere arricchendo il nostro piccolo parco di nuove aree boscate.

CONSERVAZIONE DI *POPULUS NIGRA* L. E *POPULUS ALBA* L. NELL'AMBITO DI ATTIVITÀ DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE: IL CASO DELL'ISOLA COLONIA DI PALAZZOLO VERCELLESE

Dulla M.¹, Vietto L.¹, Chiarabaglio P.M.¹, Cristaldi L.²

INTRODUZIONE

Pioppi neri, pioppi bianchi e salici sono specie tipicamente pioniere che, soprattutto nelle zone fluviali di pianura, rivestono un'importanza primaria. La spiccata eliofilia e l'elevata rusticità consente loro di colonizzare i greti fluviali e di affermarsi sui suoli detritici e poveri in sostanza organica. Nelle fasi di colonizzazione i pioppi neri costituiscono ecosistemi assai dinamici ed in continua evoluzione in cui le specie pioniere sono destinate ad essere rapidamente sostituite da specie più definitive come ontani, olmi, frassini, aceri e, in ultimo, querce (Bisoffi *et al.* 1999, a).



Foto 1 - Esemplare adulto di pioppo nero

IL PIOPPO NERO

Il pioppo nero europeo (*Populus nigra* L.), in particolare, è probabilmente la specie arborea più rappresentativa delle antiche foreste fluviali di pianura di cui costituisce parte integrante (Foto 1). Albero di seconda grandezza, non molto longevo, è caratterizzato, soprattutto negli individui isolati e maturi, da fusto generalmente sinuoso, con contrafforti basali e rami epicormici in corrispondenza di vistose protuberanze, corteccia bruno-scura profondamente fessurata e intrecciata, chioma generalmente espansa irregolarmente ramificata.

La forma fogliare più tipica, romboidale, cuneata alla base e acuminata all'apice, si trova in esemplari adulti e sui rametti più corti (brachiblasti) - (Foto 2).

¹ CRA-Unità di ricerca per le produzioni legnose fuori foresta, Casale Monferrato AL - lorenzo.vietto@entecra.it

² Parco Fluviale del Po vercellese/alessandrino e dell'Orba, Casale Monferrato AL - luca.cristaldi@parcodelpo-vc.al.it

L'apparato radicale, particolarmente espanso e a profondità variabile, è sensibile agli sbalzi repentini del livello di falda freatica. Pur essendo una specie igrofila non tollera ristagni d'acqua e sommersioni prolungate.



Foto 2 - Caratteristiche di fusto, corteccia e foglie di pioppo nero

Il pioppo nero è strettamente legato alla dinamica fluviale sia per quanto riguarda le possibilità di rigenerazione naturale sia per la sua sopravvivenza nel tempo.

Come accade per tutte le specie che affidano al vento la loro diffusione, a maturità la produzione di polline e semi è particolarmente abbondante; la germinabilità dei semi decresce rapidamente (Vietto e Cagelli 2006) e le possibilità di rinnovamento spontaneo sono fortemente condizionate dalla dinamica fluviale e dalle condizioni del suolo dopo la disseminazione; è necessario un substrato umido con orizzonte minerale esposto e una disponibilità idrica nella fase di radicamento dei semenzali, ma tali condizioni si verificano solo saltuariamente nei greti fluviali.

Frequenti sono i fenomeni di propagazione vegetativa: rami rotti o spezzoni di radici parzialmente ricoperti di sabbia o terra emettono prontamente radici avventizie dando origine a altri individui.

Gli esemplari adulti raggiungono generalmente altezze di 20-40 metri e diametri di 60-100 centimetri; talvolta, nei meandri più distanti dal letto del fiume e poco disturbati da fenomeni erosivi, alcuni individui possono anche diventare secolari e raggiungere diametri di due metri.

In seguito alla progressiva scomparsa delle siepi, dei boschetti e dei filari di ripa ancora presenti nelle aree agricole sul finire dello scorso secolo, le golene si sono trasformate in preziose aree rifugio per la flora e la fauna selvatica.

Nell'ambito degli ecosistemi fluviali il pioppo nero, ponendosi come interfaccia tra le aree prettamente agricole e i corsi d'acqua, contribuisce con olmi e querce a creare un ambiente particolarmente ricco in biodiversità e rappresenta rifugio ideale per molte specie di insetti e uccelli che sulle ampie chiome di questa pianta trovano le condizioni ideali per nidificare (Rotach 2003); caratterizzato da un apparato radicale particolarmente espanso, può determinare nelle golene impatti significativi sulla dinamica dei sedimenti e migliorare la qualità delle acque per l'elevata capacità di assorbimento dei nitrati e fosfati.

La buona adattabilità a diversi ambienti e condizioni di suolo, l'elevata capacità di radicazione delle talee caulinari e la buona resistenza ad alcune importanti malattie batteriche, fungine e virali, ne

hanno fatto uno dei parentali più impiegati nei programmi di miglioramento genetico in Europa e negli Stati Uniti (Bisoffi *et al.* 1999, b); considerata la sua importanza anche come specie preparatoria da utilizzare nella ricostituzione di formazioni forestali o in attività di recupero ambientale, varie iniziative sono state intraprese per la conservazione del suo germoplasma.

Questo perchè, nonostante l'areale di distribuzione naturale della specie comprenda un vasto territorio – dall'Europa centro-meridionale all'Asia centro-occidentale, fino a raggiungere la Siberia ed alcune località dell'Africa settentrionale (Vanden Broeck 2003) – il pioppo nero è da tempo considerato a rischio di scomparsa in buona parte del continente europeo (Arbez 1993; White 1993). Nel 1994 è stata una della quattro specie pilota utilizzate per avviare l'*European Forest Genetic Resources Program* (Arbez e Lefevre 1996); recentemente è stato inserito nelle liste rosse dei taxa minacciati redatte dall'*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*, (IUCN 2007), categoria "*Least Concern - LC*".

Anche in Italia la situazione è piuttosto preoccupante. Vegeta prevalentemente lungo i corsi d'acqua dal livello del mare fino a circa 1200 m di altitudine sulle Alpi e 1600 sugli Appennini, talvolta negli stessi ambienti del pioppo bianco.

Allo stato naturale i nuclei spontanei di pioppo nero sono ormai per lo più sporadici e costituiti da pochi esemplari. Formazioni boscate di una certa rilevanza anche se molto frammentate, sono segnalate lungo alcuni fiumi del Piemonte (Scrivia, Gesso), Lombardia (Ticino, Oglio), Friuli (Isonzo e Tagliamento), Liguria (Magra), Emilia Romagna (Metauro, Taro), Lazio (Paglia).

Causa principale il dissesto idrogeologico che, nella quasi totalità dei casi, è di natura antropica.

L'intenso sfruttamento del territorio a vantaggio delle attività agricole e industriali ha infatti profondamente alterato gli ecosistemi fluviali provocando una drastica riduzione degli habitat tipici della specie; negli ultimi anni, inoltre, eventi idrologici estremi quali siccità e inondazioni hanno provocato ulteriori stress agli ecosistemi fluviali.

L'impiego del pioppo nero cipressino (*Populus nigra* var. *italica* L.) per la costituzione di viali e alberate e la diffusa coltivazione di ibridi di pioppo nelle aree golenali, con i quali si può facilmente ibridare, contribuiscono alla erosione del suo patrimonio genetico.



Foto 3 - Filare di pioppo cipressino, varietà in grado di ibridarsi con il pioppo nero e di contribuire quindi alla erosione del patrimonio genetico della specie autoctona

Per poter avviare una sistematica opera di conservazione manca una informazione di base sulle problematiche da affrontare per la salvaguardia di questa specie (conservazione *ex-situ*¹, conservazione *in-situ*²) e soprattutto sono scarse le informazioni inventariali sulla presenza e

¹ **Conservazione *ex-situ*:** insieme delle strategie finalizzate alla conservazione della diversità genetica e degli organismi, attuate al di fuori degli habitat naturali in cui questi si trovano. La conservazione nel lungo periodo del germoplasma, la propagazione e la gestione dello stesso, sono tecniche di conservazione *ex-situ*.

² **Conservazione *in-situ*:** insieme delle strategie finalizzate a favorire la salvaguardia o il ripristino della diversità genetica degli organismi e degli ecosistemi negli ambienti naturali. La tutela di un habitat, di una o più specie, di una formazione naturale di un'unica unità tassonomica, sono tutte forme di conservazione *in-situ*. Anche la reintroduzione di una specie o il ripristino di un habitat sono considerate tecniche *in-situ*

localizzazione dei popolamenti naturali, sulla loro struttura e composizione genetica.

In Italia nonostante siano stati costituiti numerosi Parchi fluviali nei cui territori la presenza del pioppo nero può essere ancora considerata di una certa rilevanza (Parco del Ticino, Parco del Taro ad esempio), non sono ancora state predisposte misure specifiche volte a tutelare il patrimonio genetico del pioppo nero quali ad esempio restrizioni alla coltivazione di pioppi ibridi e costituzione di “*buffer strips*” con materiale autoctono a protezione delle formazioni naturali dall’inquinamento genetico esterno.

A livello europeo, nell’ambito del *European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN)*, (<http://www.biodiversityinternational.org/networks/euforgen/Networks/>) attraverso incontri periodici di delegati di numerosi Paesi, sono state avviate e coordinate numerose iniziative volte alla salvaguardia di questa specie. Oltre all’aggiornamento bibliografico è stata redatta documentazione tecnica e divulgativa, è stato predisposto un database sulle collezioni di germoplasma *ex-situ*, mantenute in archivi vegetali di 20 nazioni (www.populus.it/), è stata creata una *core-collection* con funzioni di standard di riferimento per studi scientifici e sono state create le premesse per redigere importanti progetti finanziati dall’Unione Europea (Vietto *et al.* 2006).

Sulla base dei risultati ottenuti sulla dinamica delle popolazioni e sulla struttura della diversità genetica a livello di specie, provenienza e popolamento è ora possibile gestire le risorse *ex-situ* in modo più efficace, e soprattutto avviare nel lungo periodo una conservazione di tipo dinamico.



Foto 4 - Esemplari di pioppo bianco

IL PIOPPO BIANCO

Negli ultimi anni l’attenzione è stata allargata anche al pioppo bianco (Figura 4 - *Populus alba* L.), specie che ha caratteristiche biologiche abbastanza simili a *P. nigra*. Tra i pioppi indigeni, è la specie meno igrofila e più termofila (Gellini 1980). Resiste abbastanza bene alla siccità, alle temperature elevate e ad un certo grado di salinità del terreno, soffre invece le basse temperature e le gelate tardive (Sekawin, 1975). Può raggiungere 30-35 metri di altezza, con diametri che oltrepassano il metro e, in ambienti non disturbati, può raggiungere i 300 anni di età. Fusto irregolare, talvolta sinuoso, ramificato con branche grosse e irregolari, chioma ampia, arrotondata e densa. Una corteccia generalmente bianca o grigio-verdastra, liscia, con tracce di grosse lenticelle a losanga caratterizza gli individui più giovani; negli esemplari adulti è al contrario fessurata, rugosa e scura, specialmente nella porzione basale del fusto (Foto 5).



Foto 5 - Caratteristiche della corteccia e delle foglie del pioppo bianco

L'elevato polimorfismo fogliare è tipico della specie, generalmente riconoscibile per le foglie turionali per lo più triangolari, lobato-palmate, inizialmente bianco tomentose su entrambe le lamine, successivamente di colore verde scuro sulla pagina superiore.

La fioritura è precoce, generalmente avviene in individui con almeno 3-4 anni di età, e la disseminazione è anemofila (Allegrì, 1971).

Il pioppo bianco si ritrova, allo stato sporadico, lungo il corso del fiume Po, ma la sua presenza è talmente frammentata da poter affermare che le formazioni naturali sono praticamente estinte.

Popolamenti spontanei di una certa consistenza si trovano più frequentemente verso le vallate alpine dove però maggiori sono le possibilità di ibridazione spontanea con *Populus tremula* L. per dare origine a *P. ×canescens* (Aiton) J. E. Smith.

A testimonianza della scomparsa dei boschi ripariali a tutto vantaggio dell'agricoltura e di altri usi del territorio i pochi boschi puri costituiti da qualche centinaio di esemplari di pioppo bianco si ritrovano solo più occasionalmente lungo il Bormida, il Tagliamento e alcuni fiumi dell'Italia centro-meridionale.

La specie è tradizionalmente coltivata in Lucchesia e nella valle del fiume Serchio (Corinto 1988). Anche se i rischi di scomparsa sono minori rispetto al pioppo nero è anch'essa tra le specie prese in considerazione dallo *Scattered Broadleaves Network* in ambito EUFORGEN (Turok 1999); anche per questa specie è stato predisposto un database europeo inerente le collezioni *ex-situ* ed è in fase di costituzione una *core collection* rappresentativa del suo areale di distribuzione naturale.

IMPIEGO DI PIOPPI PER LA RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE

Il recente interesse verso le attività di ripristino ambientale e di riqualificazione fluviale, ha fatto sì che queste salicacee abbiano acquisito un'importanza rilevante anche in un settore diverso da quello tradizionale della produzione legnosa.

I pioppi neri e pioppi bianchi, oltre ai salici, possono infatti essere validamente impiegati per ottenere, in tempi brevi, una copertura arborea che crea le condizioni più favorevoli per l'affermazione di specie definitive.

Per evitare ulteriori perdite di variabilità genetica nei popolamenti naturali e ridurre i rischi di tipo

epidemiologico, è opportuno ricorrere all'impiego di individui geneticamente diversificati di sicura origine e identità.

La carenza di materiale vivaistico idoneo è attualmente uno dei limiti principali per la realizzazione di progetti di recupero in campo ambientale, non solo in ambito regionale o nazionale, ma anche a livello europeo.

Manca soprattutto una base conoscitiva di tipo inventariale inerente i popolamenti e genotipi spontanei delle specie autoctone di pioppo; occorrerebbe avviare indagini territoriali volte ad individuare, a livello regionale, le residue formazioni naturali che, per numero di esemplari e livello variabilità genetica, possano essere considerate alla stregua di "unità di conservazione genetica"³.

Oltre ad avviare un'opera di conservazione di tipo sistematico, questa attività permetterebbe di creare riserve genetiche strategiche per il settore vivaistico.

In questo campo si inseriscono le attività che il CRA - Unità di ricerca per le produzioni legnose fuori foresta di Casale Monferrato (CRA-PLF) ha avviato da alcuni anni in collaborazione con il Parco Fluviale del Po e dell'Orba.

Utilizzando le banche di germoplasma presenti nelle collezioni *ex-situ* del CRA-PLF (dove sono mantenute oltre 2.500 accessioni tra pioppi e salici) sono stati realizzati interventi di riqualificazione, di protezione e di rinaturazione finalizzati ad aumentare la capacità autodepurativa delle fasce fluviali, ricostituire agro-ecosistemi naturaliformi, reinserire specie scomparse negli ambienti di origine, collegare tra loro ambienti frammentati attraverso la creazione di nuovi habitat e, infine, creare aree idonee alla fruizione turistica e didattico-ricreativa.



Foto 6 - Pioppelle di pioppo nero propagate nei vivai del CRA-PLF

Nel tratto fluviale vercellese-alessandrino del fiume Po sono stati realizzati una decina di interventi per oltre 100 ettari di superficie rimboschita impiegando materiale vivaistico appositamente propagato (Foto 6) a partire dalle collezioni di germoplasma del CRA-PLF.

Tali esperienze hanno evidenziato come, pur operando in condizioni difficili – periodiche esondazioni del fiume, falda acquifera variabile, alternanza di condizioni di sub-aridità e periodi di sommersione, forte competizione con specie esotiche naturalizzate – sia possibile ricostruire in tempi brevi una copertura arborea in grado di favorire le successioni vegetazionali naturali e la successiva affermazione delle specie più definitive.

³ **Unità di conservazione genetica:** termine comune che indica le unità in cui sono mantenute le risorse genetiche, riserve di geni incluse, lotti di seme mantenuti nelle banche di germoplasma, collezioni di cloni, arboreti da seme, formazioni naturali *in-situ* in cui con una corretta gestione è possibile assicurare la conservazione delle risorse genetiche di una specie target, popolamenti artificiali costituiti *in-situ* o *ex-situ* con l'obiettivo specifico di assicurare la conservazione genetica di una specie target usando materiale di base che garantisca la variabilità genetica, l'adattamento ai cambiamenti ambientali e l'evoluzione della specie nel tempo.

L'INTERVENTO DI RECUPERO AMBIENTALE A PALAZZOLO VERCELLESE

Tra gli interventi più significativi rientra la riqualificazione idrogeologica e ambientale dell'Isola Colonia (Palazzolo Vercellese, VC).

Si tratta di una esperienza pilota finalizzata a creare un polo naturalistico e turistico-ricreativo nel Parco del Po in un'area che, con la costruzione nel 1934 di una colonia elioterapica, ha rappresentato per oltre mezzo secolo un importante punto di aggregazione della cittadinanza.

L'area di intervento si estende per circa 30 ettari sulla sinistra idrografica del Po, ad una quota di circa 135 m s.l.m. di fronte ai rilievi del Monferrato casalese; la giacitura è pianeggiante e irregolare a causa della origine sedimentaria recente della piana alluvionale.

Il substrato litologico è rappresentato da alluvioni recenti costituite da sedimenti ghiaiosi, sabbiosi e limosi variamente disposti.

Periodicamente soggetta a esondazioni del fiume, è stata pesantemente interessata da rimodellamento a seguito dell'alluvione occorsa nel ottobre 2000.

L'uso precedente del suolo è stato prevalentemente agricolo (pioppicoltura specializzata).

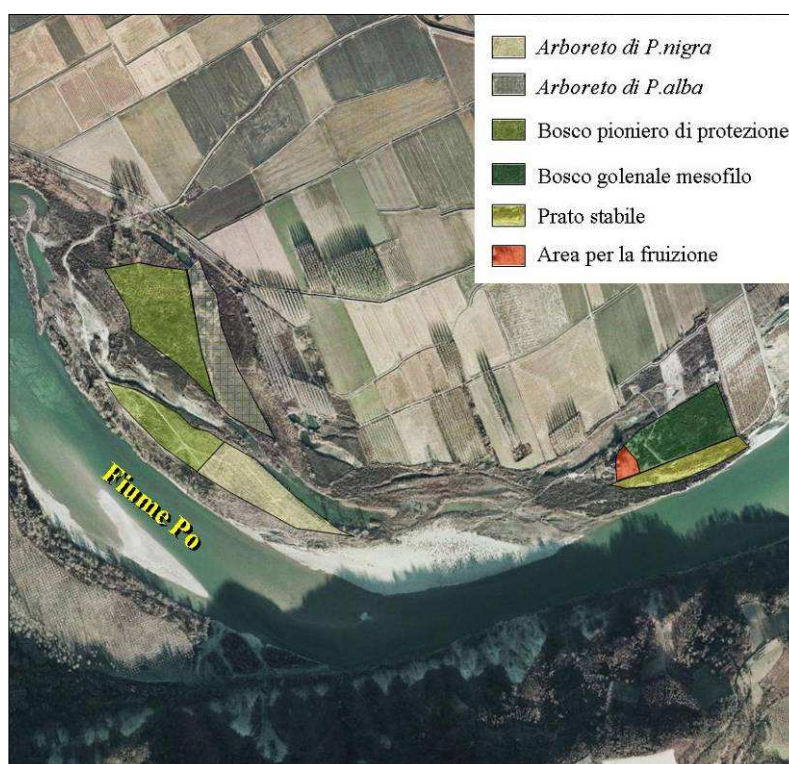


Foto 7 - Localizzazione degli interventi realizzati nell'area di Palazzolo Vercellese

Il progetto ha previsto la ricostituzione degli ambienti naturali tipici del paesaggio fluviale a partire da coltivi dismessi. Al fine di valorizzare la successione spontanea della vegetazione è stato privilegiato l'impiego di specie pioniere, salicacee in particolare (*P. nigra*, *P. alba*, *Salix alba*, *S. eleagnos*, *S. triandra*, *S. purpurea*), a cui è stato associato un minor quantitativo di altre più definitive: le specie arboree (principalmente *Quercus robur*, *Q. cerris*, *Acer campestre*, *Ulmus minor*, *Malus sylvestris*, *Fraxinus excelsior*) e arbustive (tra cui *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Viburnum opulus*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus padus*, *Rhamnus cathartica*) sono state disposte frammiste in piccoli gruppi o per piede d'albero, allo scopo di movimentare il paesaggio e renderlo più gradevole per alternanza di forme e colori.

Gli interventi di riforestazione sono stati eseguiti su 19 ettari dove sono state messe a dimora 13.000 piante (Foto 7).

Sono stati costituiti un arboreto di pioppo bianco (2,5 ettari), un arboreto di pioppo nero (2,5 ettari), un bosco pioniero di protezione, un bosco golenale mesofilo, alcuni arbusteti spondali e prati stabili. È inoltre stata realizzata un'area di fruizione per il pic-nic e il gioco.

L'intervento di riqualificazione è stato un'opportunità per realizzare artificialmente una unità di conservazione genetica per il pioppo nero e per il pioppo bianco.

In contesti fluviali sufficientemente dinamici e ancora caratterizzati da condizioni favorevoli al rinnovamento spontaneo di specie tipicamente eliofile e pioniere, nell'ambito di attività di rinaturazione, se non di vera e propria riqualificazione fluviale, si può quindi contribuire efficacemente anche alla conservazione di specie "sensibili".

Nel caso specifico è stata avviata una conservazione di tipo dinamico: sono state messe a dimora 700 pioppelle di *P. alba*, riconducibili ad una ventina di genotipi spontanei, e 600 pioppelle di *P. nigra*, afferenti a oltre 80 genotipi di origine autoctona di ambo i sessi, caratterizzati sotto il profilo morfologico e genetico.

Gli esemplari maschili sono stati posti in modo sistematico attorno ai soggetti femminili; al fine di ridurre i rischi di inquinamento genetico per flussi di polline prodotto da soggetti ibridi coltivati o spontanei presenti nelle aree circostanti, attorno all'arboreto è stata creata una barriera protettiva impiegando esclusivamente individui maschili.

I popolamenti di pioppo nero e di pioppo bianco potranno evolversi e adattarsi a modificazioni ambientali di varia origine, siano esse climatiche o biotiche; raggiunta la maturità sessuale (Foto 8), attraverso la riproduzione sarà favorita la disseminazione spontanea e la ricolonizzazione dei greti che la dinamica fluviale renderà disponibili.

Queste unità di conservazione create artificialmente secondo quanto previsto da apposite linee guida redatte in ambito EUFORGEN (Lefèvre *et al.* 2001) potranno entrare a far parte di una rete europea di "unità di conservazione genetica" che, sotto il coordinamento dello *Scattered Broadleaves Network*, è in fase di costruzione. Il passo successivo sarà la predisposizione di *Common Action Plans* che dovranno salvaguardare la variabilità genetica ancora esistente nei popolamenti naturali (conservazione dinamica in-situ) e mantenere il potenziale adattativo delle specie a prevedibili modificazioni ambientali.



Foto 8 - Arboreto di pioppo nero di 5 anni di età

CONCLUSIONI

L'Unione Europea ha riconosciuto la riqualificazione dei fiumi e delle piane alluvionali come strumento della gestione sostenibile dei corsi d'acqua.

La tutela della biodiversità e l'incremento della qualità ambientale sono due obiettivi fondamentali delle politiche internazionali ai quali le politiche di pianificazione e gestione dovranno tendere.

Il caso studio riportato evidenzia come la riqualificazione fluviale possa anche rappresentare l'occasione per realizzare un significativo intervento a favore della conservazione di specie a rischio di estinzione.

In tal modo l'intervento non si riduce ad una mera piantumazione di alberi, ma permette di realizzare "un insieme integrato e sinergico di azioni e di tecniche volte a portare un corso d'acqua in uno stato più naturale possibile, capace di espletare le sue caratteristiche funzioni ecosistemiche e dotato di maggiore valore ambientale, soddisfacendo nel contempo anche obiettivi socio economici" (Bacci e Paltrinieri 2006).



Foto 9 - Veduta panoramica, sulla sponda opposta del Po, dell'area di Palazzolo Vercellese sottoposta a riqualificazione

SUMMARY

Populus nigra and *Populus alba* are among the most representative tree species of the old natural floodplain forests. They are pioneer species heavily dependant on the hydro-morphological processes of the river for their natural regeneration. As a result of many centuries of overuse a large area of freshwater habitats has disappeared and black poplar is considered on the verge of extinction in large part of Europe. A river restoration project aiming to restore riparian habitats on the Po river will contribute to the dynamic conservation of these species.

RIASSUNTO

Un intervento di riforestazione con finalità naturalistiche è stato l'occasione per realizzare un intervento di riqualificazione fluviale che, con la creazione di una unità di conservazione genetica di pioppo nero e una per il pioppo bianco, consentirà di avviare una conservazione dinamica di due tra le specie più tipiche degli ambienti ripari padani.

BIBLIOGRAFIA

- Allegrì E. 1971 - Sul riconoscimento delle specie e varietà dei pioppi indigeni in Italia. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, Arezzo. 2: 1-62.
- Arbez M., 1993. Report on the follow up of the Strasbourg Resolutions, Ministerial Conference on the Protection of Forest in Europe, 16-17 June 1993, Helsinki, 59-64
- Arbez M., Lefèvre F., 1996. Toward a European forest genetic resources program: objectives and general conception. A case study concerning the black poplar (*Populus nigra*). Proc. W. Council of Europe, Neuchâtel, Switzerland, 14.-17 October 1996
- Bacci M., Paltrinieri L., 2006 - Cosa è (e cosa non è) la riqualificazione fluviale. In *Alberi e Territorio* n. 10/11, 2006: 37-38.
- Bisoffi S., Cagelli L., Vietto L., 1999 a. Il ruolo ambientale dei pioppi spontanei. I supplementi di *Agricoltura – Regione Emilia Romagna*, Assessorato Agricoltura.
- Bisoffi S., Cagelli, L., Vietto, L., 1999 b. Risorse genetiche di pioppo per la conservazione e il miglioramento genetico. Atti Workshop S.I.S.E.F. 'Analisi e conservazione delle risorse genetiche forestali italiane', Roma 14 Dicembre 1999
- Corinto G. L. 1988 - Una indagine sul Pioppo bianco (*Populus alba* L.) della Lucchesia. *It. For. Mont.* 43: 459-473
- Gellini R. 1980 - *Botanica Forestale*. Cedam, Padova, pp. 201
- IUCN 2007. *2007 IUCN Red List of Threatened Species*. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 17 March 2008.
- Lefèvre F., Barsoum N., Heinze B., Kajba D., Rotach P., De Vries S.M.G., Turok J., 2001. *In situ* conservation of *Populus nigra*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome
- Rotach, P., 2003. Poplars and biodiversity. In: Koskela, J., S.M.G. de Vries,, D. Kajba and G. von Wuehlisch, (compilers). 2004. *Populus nigra* Network, Report of seventh (25- 27 October 2001, Osijek, Croatia) and eight meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy:79-100.
- Sekawin M. 1975 - La genétique du *Populus alba* L. *Annales Forèstales*, Zagreb 6: 157-189
- Turok J., Lefevre F., De Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E., 1999. IPGRI. Report of the fifth *Populus nigra* Network meeting. 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine.
- Vanden Broeck A., 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European black poplar (*Populus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pp
- Vietto L., Cagelli L., 2006. Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione *ex-situ* del germoplasma. APAT, Manuali e linee guida, 37: 140-147
- Vietto L., Castro G., Chiarabaglio P.M., Nervo G. 2006. Conservation of native poplars (*Populus nigra* L. and *Populus alba* L.) genetic resources in Europe and in Italy . APAT Tavola rotonda "La conservazione delle risorse genetiche delle specie spontanee" Roma 1 dicembre 2006
- White J., 1993. Black poplar: the most endangered native timber tree in Britain. Forestry Commission, research information Note n. 239

MANUTENZIONE PROGRAMMATA DELLE ASTE FLUVIALI CON TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA IN PROVINCIA DI AVELLINO

Doronzo G.¹ – Roca M.²

La Giunta Regionale della Campania nella seduta del 12 luglio 2002 con deliberazione n. 3417 approvava il Regolamento per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica nel territorio della Regione Campania (Regione Campania. 2002).

Tale regolamento con l'allegato tecnico ha posto la Regione Campania all'avanguardia nell'applicazione delle tecniche di I.N. essendo stata la prima nel Meridione d'Italia ha dotarsi di uno strumento legislativo.

Ad oltre sei anni dell'entrata in vigore del citato regolamento, in considerazioni dei tempi medio-lunghi del certa riuscita degli interventi in oggetto, è sempre più forte la richiesta da parte di vari Enti di conoscere l'effettiva rispondenza tra i progetti di I.N. e la realizzazione degli stessi.

Vi è, altresì, da precisare che la Provincia di Avellino, ha assunto dal 2002 le competenze in materia di Risorse Idriche e Difesa del Suolo di cui al capo IX del D. Lgs. n° 96 del 30 marzo 1999.

In particolare, al Settore Politica del Territorio sono state assegnate le funzioni relative all'art. 34 del citato decreto legislativo che, tra l'altro, prevede per le Province compiti di progettazione, realizzazione e gestione delle opere idrauliche di qualsiasi natura.

Tali funzioni sono, per il momento, limitate esclusivamente alle aste dei fiumi Calore Irpino, Sabato ed Ufita nonchè, lungo alcuni affluenti, per un tratto di 200 m. a monte dal punto di confluenza o fino alla sezione di impianto di opere d'arte o manufatti particolari, con la condizione che se il limite di monte è costituito da un attraversamento o da una confluenza, la competenza si estende ancora per un tronco d'alveo di 100 m. a monte.

In quest'ottica, il Servizio Difesa Suolo, dall'anno 2003, ha messo a regime un programma di manutenzione ordinaria e straordinaria di alvei e sponde stante, soprattutto, lo stato di degrado riscontrato nei fiumi Sabato, Calore ed Ufita e la non sistematicità degli interventi eseguiti in epoche precedenti al passaggio delle competenze in materia alla Provincia.

Assumendo come principi basilari quanto riportato dalle norme di attuazione del "Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni" dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno, la Provincia di Avellino ha dato seguito ad interventi aventi come scopi principali il mantenimento dell'efficienza delle sezioni idriche, la protezione dell'ambiente, l'attenuazione dei rischi di alluvione soprattutto nei punti più critici in cui i fiumi di cui sopra attraversano centri abitati e zone di infrastrutture pubbliche. I principali interventi realizzati e in corso di realizzazione consistono essenzialmente in manutenzione ordinaria dell'alveo (taglio raso, taglio selettivo e pulizia in alveo) e manutenzione e ripristino delle opere di difesa delle sponde.

Nel secondo caso si tratta di interventi che sono necessari al ripristino di tutti quei tratti, arginati artificialmente o naturali, che presentano problemi di stabilità, crolli parziali, crescita di vegetazione incontrollata che possono pregiudicare le funzioni dell'opera e creare situazioni di precarietà in relazione alla pubblica e privata incolumità.

In linea generale, in caso di gabbionate o scogliere, si provvede ad eseguire gli interventi di manutenzione delle opere di difesa spondale conservando, per quanto possibile, la tipologia costruttiva adottata, integrandola con opportuni accorgimenti che ne aumentino la stabilità nel tempo, anche attraverso l'ausilio di tecniche di rinverdimento dettate dall'ingegneria naturalistica.

¹ Geologo, libero professionista Presidente A.I.P.I.N. Sez. Campania – Segretario dell'Ordine dei Geologi della Regione Campania
Via F. Terracciano 198, 80038 Pomigliano D'Arco (NA) Tel. 0818034070 - 3296114940 info@geologodoronzo.it

² Ingegnere, Assessorato alla Tutela Ambientale Settore Politica del Territorio - Servizio Difesa Suolo Provincia di Avellino
C.so V. Emanuele – 83100 Avellino tel. 0825 790441 – fax 0825 33960 e-mail mroca@provincia.avellino.it

Laddove sono presenti opere più complesse (muri e soglie in cemento armato, palancole etc.), la manutenzione si limita esclusivamente ad interventi di pulizia ovvero di ripristino della stabilità nel caso in cui fenomeni di scalzamento al piede, di erosione o di aumentata spinta, possano creare condizioni che facilitino il ribaltamento della struttura.

Obbedendo al Decreto del Presidente della Giunta Regionale della Campania n° 574 del 22 luglio 2002, “Regolamento per l’attuazione degli interventi di Ingegneria naturalistica”, redatto per l’allegato tecnico, con la consulenza tecnico-scientifica dell’AIPIN (Sez. Campania) il Servizio Difesa Suolo Provincia di Avellino ha dato corso a tipologie d’intervento riportate nel citato Regolamento che aveva individuato come interventi possibili lungo i fiumi di competenza: rinverdimento di gabbionate e scogliere esistenti, ma anche la realizzazione di piccoli interventi tipici dell’ I.N. quali palificata viva spondale a doppia parete ovvero rivestimenti con materiali biodegradabili (geostuoie, biostuoie ecc) di scarpate.

Di tali interventi ne sta curando anche il monitoraggio.

Al fine di approfondire le tecniche dell’ I.N. per l’applicazione in ambito fluviale i funzionari tecnici hanno partecipato a diversi cantieri didattici organizzati per lo più dall’AIPIN Campania.

Al fine di implementare tali conoscenze, l’Assessorato alla Tutela Ambientale della Provincia di Avellino con l’AIPIN sezione Campania ha organizzato negli ultimi cinque anni vari cantieri didattici di I.N., dalla durata minima di tre fino ad un massimo di sette giorni, in ambito idraulico.

È stata un’esperienza professionale e didattica estremamente utile per gli oltre 300 partecipanti fra liberi professionisti, tecnici di imprese di costruzione e funzionari pubblici. I cantieri didattici sono stati impiantati, su più fronti, lungo fiumi, laghi ed aree protette in provincia di Avellino.

I lavori, sempre coordinati dal Geologo Giuseppe Doronzo dell’AIPIN Campania, con l’ausilio di tutto il Servizio Difesa Suolo della Provincia di Avellino, hanno previsto la realizzazione di svariate opere di I.N. e per quanto attiene la scelta delle specie alcune sono state, anche, utilizzate a fini sperimentali considerato che dopo la fase di cantiere è in corso la fase di monitoraggio degli interventi realizzati.

Ciò considerando che i bacini dei fiumi Sabato, Calore ed Ufita sono stati interessati, negli ultimi tempi, da diversi eventi alluvionali significativi: settembre 2002, ottobre 2003, dicembre 2004, febbraio-marzo 2005 che hanno messo in risalto la necessità di garantire da parte della Provincia di Avellino più ottimali condizioni di deflusso e/o di ripristino della stabilità dei versanti prospicienti le aste fluviali.

Riscontrata anche l’esigenza di dover riqualificare ambientalmente diversi tratti dei fiumi di cui sopra, il Servizio Difesa Suolo ha individuato nell’utilizzazione delle tecniche di I.N. uno strumento che, in prima analisi, si sta rivelando efficace per gli scopi prefissati.

L’applicazione di tali tecniche nell’ambito di un programma di manutenzione ben definito, il cui successo passa necessariamente dalla verifica sul campo della concreta messa in opera degli interventi più idonei all’ambiente in cui si sta lavorando, ha permesso di limitare i rischi idraulici proprio nei tratti in cui si è prioritariamente intervenuto: un esempio è la realizzazione o il ripristino di corde di fondo che limitano l’erosione dell’alveo e il conseguente scalzamento al piede delle opere arginali: queste opere possono efficientemente essere realizzate utilizzando le tecniche dell’ingegneria naturalistica.

Con queste basi, ogni intervento, in esecuzione e progettazione, tiene e dovrà tener conto delle caratteristiche di naturalità dell’alveo fluviale con il rispetto delle aree di naturale espansione del fiume e deve garantire, per quanto possibile, il ripristino dell’ecosistema attraverso l’utilizzazione delle tecniche di ingegneria naturalistica che, stante la normativa regionale, hanno “naturalmente” occupato, anche in Provincia di Avellino, il posto di rilievo che compete loro nell’ambito delle sistemazioni fluviali e più in generale nella vasta materia della difesa del suolo.

CRITERI PER LA MANUTENZIONE DELLA VEGETAZIONE RIPARIALE DI CORSI D'ACQUA COLLINARI E MONTANI

Preti F. ¹, Guarnieri L. ²

RIASSUNTO

Il presente studio descrive criteri di progettazione per una manutenzione periodica della vegetazione ripariale di corsi d'acqua montani e collinari. L'analisi degli ecosistemi fluviali si è basata sulle interazioni dinamiche tra componenti fisiche e biologiche, con l'impiego di un modello idraulico, applicato a sezioni reali a geometria composta e differente scabrezza. Si è proposta una metodologia di campionamento della vegetazione e se ne è valutata l'influenza sul deflusso idrico, per definire strategie di intervento tali da conciliare sicurezza idraulica con qualità naturalistica e paesaggistica.

Parole chiave: monitoraggio, rilievi in alveo, modello idraulico

SUMMARY

The present work deals with the design of the periodical maintenance of mountain and hilly stream banks vegetation. The evaluation of the river ecosystems is based on the analysis of the dynamic interactions between biological and physical components using an hydraulic model, applied to real river sections with composite geometry and different roughness. A new sampling procedure is proposed and the influence of the vegetation on the hydraulic flow is evaluated in order to define guidelines to maintain the flood safety with respect to the ecosystem and landscape quality

Key words: monitoring, surveys of river-bed, hydraulic model

1 -INTRODUZIONE

La presente nota espone criteri di manutenzione di corsi d'acqua montani e collinari derivati da programmi di difesa del suolo (Comunità Montana Casentino, 2004), da un recente studio (Guarnieri, 2004) e da successive ricerche in ambito appenninico.

La ripetibilità di tali tecniche nel territorio mediterraneo si estende all'area di influenza delle regioni climatiche temperata di transizione e mediterranea di transizione. In particolare, nell'ambito della pianificazione in materia di difesa del suolo, la Regione Sicilia, con D.A. 298-41 ha adottato il Piano Straordinario per l'assetto idrogeologico, per individuare le aree del territorio soggette a rischio idrogeologico ed i bacini prioritari per la redazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), in adempimento al D.L. 180/98 e successive conversioni, modifiche ed integrazioni (L. 267/98, L. 226/99 e L. 365/00).

In passato il Consiglio dei Ministri, ritenuta la straordinaria necessità ed urgenza di emanare delle disposizioni per le zone della Campania colpite dai disastri del maggio 1998, aveva disposto nel D.L. 180 che le Autorità di Bacino di rilievo nazionale e interregionale o le regioni, adottassero, qualora ciò fosse già avvenuto in applicazione alla L. 183/89, i Piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico.

¹ Dip. di Ingegneria Agraria e Forestale, via San Bonaventura 13, 50145 FI, tel. 055 30231238, fax. 055 310224, federico.preti@unifi.it

² Ufficio Bonifica Montana e Difesa del Suolo C.M. del Casentino, via Roma 203, 52013 Ponte a Poppi (AR), tel. 349 2525449, fax. 0575 507230

Con la spinta innovativa della legge L. 183/89 si riconosce già un ruolo importante all'attività di manutenzione dei corsi d'acqua naturali ed artificiali, quale misura di tutela e di recupero del territorio. Questi indirizzi sono stati sviluppati successivamente nello studio del "rischio idraulico", definito nell'ambito del più ampio rischio idrogeologico quale entità del danno atteso (prodotto fra valore esposto e vulnerabilità) in una data area e in un certo intervallo di tempo, in seguito al verificarsi di un evento calamitoso.

Nella definizione della manutenzione di corsi d'acqua si pone l'accento in particolare sul rischio idraulico da esondazione, dato dall'eventualità che una determinata area sia invasa dalle acque fuoriuscite da reti di drenaggio naturali o artificiali per un'insufficiente capacità di smaltimento delle portate.

La mitigazione di tale rischio rappresenta un problema sempre più sentito a causa del crescente incremento di danni, in termini di vite umane e di infrastrutture, che i fenomeni franosi e alluvionali stanno producendo nel territorio nazionale.

Nella relazione generale del D.A. 298-41 si imputa la vulnerabilità del territorio siciliano, nei confronti delle calamità idrogeologiche, alla combinazione di una litologia con terreni affioranti a componente argillosa prevalente o significativa, a caratteristiche geomorfologiche di una orografia accidentata e ad un sistema idrografico costituito in massima parte da corsi d'acqua a regime torrentizio.

I fattori fisici e meteorici non sempre hanno rappresentato gli elementi determinanti dei fenomeni alluvionali. Particolarmente intensa è stata, negli ultimi decenni, l'incidenza antropica connessa alle operazioni di disboscamento in relazione al proliferare di incendi dolosi, all'abbandono delle terre coltivate, alle modificazioni del sistema idrografico, ad interventi inadeguati su aree potenzialmente instabili e spesso alla assenza di una idonea pianificazione urbanistica e territoriale.

Il territorio è in larga misura caratterizzato da una forte pressione antropica, nelle zone urbanizzate, di margine e rurali e definisce una realtà spesso compromessa, ma comunque carica di funzioni socio-economiche storicizzate e consolidate.

Emerge, quindi, la necessità di intervenire con approccio complessivo di gestione, tutela e valorizzazione delle risorse naturali per garantirne la sostenibilità, attuando strategie di recupero delle condizioni naturali di equilibrio, a cui anche le attività di difesa del suolo devono fare riferimento.

Il concetto di rete ecologica ha introdotto un nuovo orientamento nelle politiche di conservazione, a supporto dello sviluppo sostenibile, affermando un passaggio qualitativo dalla conservazione di singole aree alla conservazione della struttura di interi ecosistemi presenti nel territorio (D.D.G. 65, 2005).

Con il termine rete ecologica si indica una struttura costituita da spazi naturali e seminaturali (nodi), collegati tra loro attraverso connessioni lineari (corridoi), in modo da formare una struttura reticolare (De Togni, 2004).

Un corso d'acqua, con l'insieme alveo-fasce di pertinenza, costituisce un corridoio fluviale, ecosistema complesso, o sistema di ecosistemi, in cui si sviluppano, se non alterate, funzioni essenziali per il mantenimento della vita: circolazione di nutrienti, mantenimento degli habitat acquatici e ripariali, spostamento della fauna, azione di filtro dai contaminanti, assorbimento e graduale rilascio delle acque di piena, ricarica delle falde e regolazione dei deflussi del corso d'acqua (Puma, 2000).

La stabilità ecologica di un corso d'acqua naturale si traduce nella capacità, detta omeostatica, di mantenere o tornare all'equilibrio in conseguenza di un evento di disturbo quale un evento alluvionale, essendo essa strettamente correlata alla diversità ambientale e biologica.

Le piante sono inoltre un elemento evidente del paesaggio, per cui se ne percepisce immediatamente l'alterazione a seguito di azione antropica, sia quella diretta riconducibile alle coltivazioni agrarie sia quella indiretta prodotta dalle alterazioni e dai disturbi dell'ecotono fluviale. In questo contesto emerge l'importanza di una corretta manutenzione dei corsi d'acqua, per

invertire la tendenza diffusa in passato a sottrarre spazi alle fasce di pertinenza fluviale, per scopi produttivi o insediativi.

Si deve mirare, invece, a restituirli al sistema fluviale in quanto spazio vitale e indispensabile, conciliando tra loro sicurezza idraulica con qualità naturalistica e paesaggistica.

2 - MATERIALI E METODI

2.1 Area di studio

Il territorio del Casentino (AR), corrispondente all'alta valle dell'Arno, è risultato idoneo in ragione della presenza di corsi d'acqua collinari e montani con caratteristiche tipicamente appenniniche.

L'idrografia del territorio è caratterizzata da numerosi e ricchi corsi d'acqua, diretti tributari dell'Arno, con spiccato carattere torrentizio: sono frequenti le piogge di notevole intensità che interessano singoli sottobacini, ma che spesso si estendono all'intero comprensorio dando origine a forti portate di piena anche nell'Arno (Grazi in Guarnieri, 2004).

La scelta dei siti di indagine si è basata sulle caratteristiche idrologiche ed ecologiche dei corsi d'acqua presenti nel Comprensorio, selezionando il Fosso Teggina per le zone montane e collinari (zone fitoclimatiche *Fagetum-Castanetum*), il Torrente Teggina per il tratto collinare (zone fitoclimatiche *Castanetum-Lauretum*) ed il Fiume Arno per il fondo valle (zona fitoclimatica *Lauretum*).

Il fosso Teggina, il cui bacino montano copre un'area di 8 km², nasce nei pressi dell'abitato di Badia Tega, dalla confluenza di piccoli rivi provenienti dai rilievi di Poggio della Madonna (1128 m s.l.m.), Le Piagge (1002 m) e Poggio Civitella (918 m).

Il suo percorso si snoda per 4 km in una valle incisa fino a confluire, in corrispondenza dell'abitato di Ortignano Basso (360 m), in destra idrografica nell'omonimo torrente Teggina, di cui rappresenta il primo importante affluente.

Il torrente Teggina, con bacino di 49 km², ha origine dalla Catena montuosa del Pratomagno, dalla Fonte del Duca (1590 m) e dai rilievi di Monte Pianellaccio (1592 m) e Poggio Masserecci (1547 m). Scorre in una valle a conca per 20 km, fino ad immettersi in destra idrografica nell'asta principale del Fiume Arno in località Podere Toppoli (319 m) nel Comune di Bibbiena.

Il Fiume Arno nasce a Capo d'Arno (1358 m) dai rilievi del Monte Falterona (1654 m) e del Monte Falco (1658 m) e quale corso d'acqua principale descrive la valle del Casentino (Fig. 1).

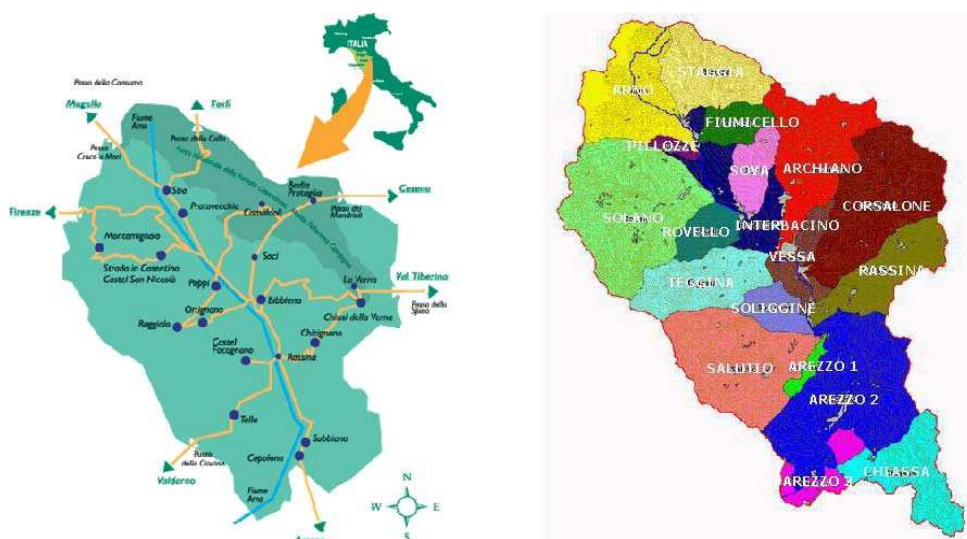


Fig. 1 - Inquadramento territoriale e ripartizione in sottobacini dell'alta valle del Fiume Arno

2.2 Procedura di analisi

La metodologia sperimentale approntata prevede l'indagine delle interazioni dinamiche tra componenti fisiche (studi morfologici e sedimentologici) e biologiche (studi vegetazionali e faunistici) degli ecosistemi fluviali, con l'impiego di un modello idraulico *Hydraulic Model* (Darby, 1995) applicato a sezioni reali con geometria composita e con presenza di elementi a differente scabrezza (sedimenti, vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea).

La scelta del modello è stata effettuata per continuità con indagini precedenti (in Preti, 2002) e per il tipo di vegetazione presente nell'area di studio.

Sviluppi futuri della ricerca potrebbero prevedere il confronto con risultati ottenibili con altri approcci modellistici (ad es. Righetti *et al.*, 2004).

L'acquisizione del quadro conoscitivo di ogni corso d'acqua, si articola in un inquadramento preliminare del bacino idrografico (parametri morfometrici, uso del suolo, clima e caratteri fitoclimatici) e nella successiva indagine di dettaglio in aree campione, differenziate per caratteristiche geometriche e granulometriche, tipologie ripariali, interventi di manutenzione già attuati e da realizzare.

Le componenti fisiche sono state analizzate nella morfologia con rilievi topografici (rappresentazione plano-altimetrica) e nella sedimentologia con rilievi granulometrici dei sedimenti in alveo e nelle aree golenali (frattile d50 delle curve granulometriche).

Le componenti biologiche sono state esaminate localmente con rilievi campionari e successivo monitoraggio biennale delle aree di pertinenza (*transect* longitudinali della vegetazione ripariale presente prima e dopo i lavori di sistemazione idraulico forestale) e sinteticamente con valutazione della qualità naturalistica del corso d'acqua, tramite indici ornitici (censimento ornitologico con *line transect methods*).

Nel complesso, il numero delle aree di studio è risultato pari a dieci, ripartite in numero di cinque per il Fosso Teggina per l'intera lunghezza dell'asta, due per il Torrente Teggina posizionate a monte della confluenza del fosso omonimo e a monte della affluenza nel Fiume Arno, tre per quest'ultimo posizionate rispettivamente dopo l'immissione del primo affluente d'importanza (T. Solano), dopo quella del Torrente Teggina e dopo l'ulteriore immissione di corsi d'acqua rilevanti (T. Corsalone, T. Rassina).

L'analisi dei dati raccolti si è dimostrata funzionale nella valutazione dell'opportunità ed efficacia degli interventi di manutenzione ed ha consentito l'elaborazione di un sistema integrato di gestione per una manutenzione, definita multifunzionale per l'ecosistema fluviale.

2.3 Modello idraulico

Nella simulazione degli eventi di piena si sono impiegati parametri relativi alle diverse condizioni delle aree di studio valutando, in tal modo, la capacità di smaltimento di portate di massima piena con assegnato tempo di ritorno e l'entità dell'influenza della vegetazione in termini di capacità di deflusso e altezze idriche.

La combinazione dei parametri morfologici risulta sintetizzata in un file di ingresso, descrittivo della forma di sezione, pendenza longitudinale e granulometria dei sedimenti, che viene combinato con i parametri biologici.

Si può dire in generale che la scabrezza esercitata dalla vegetazione ripariale varia in modo dinamico: nel tempo in funzione dello stadio evolutivo della consociazione e durante la stagione vegetativa, nello spazio secondo il livello di sommersione, la distribuzione spaziale (casuale, a gruppi o parallela al senso di scorrimento della corrente) e la risposta specifica (elastica o rigida) al passaggio della corrente. Per tale motivo si adotta, nel programma di calcolo, una differenziazione delle specie riparie nelle due forme vegetative principali: erbacea ed arborea.

Nella prima si includono le piante erbacee verdi ed in crescita distinte dalle piante morte e/o piegate, descritte dal parametro di misura altezza.

Nella seconda si specifica la struttura orizzontale, il diametro medio e la distanza media delle piante con abito legnoso.

Da un punto di vista idraulico, la vegetazione erbacea presenta come caratteristica principale la flessibilità, la cui entità dipende dall'altezza e dalla densità delle piante.

Da questo si deduce che quando l'acqua scorre attraverso la vegetazione flessibile, di tipo erbacea o arbustiva di piccole dimensioni, questa si piega e riduce la sua altezza: in quel momento la scabrezza al contorno si riduce sensibilmente.

L'effetto si risente particolarmente a basse velocità di corrente, ma l'impatto decresce con il crescere della velocità fino a diventare nullo quando la pianta è interamente piegata (in Preti, 2002). Nel caso di vegetazione arborea, se la pianta viene investita fino al tronco si può assumere che essa abbia comportamento rigido, altrimenti si dovrà tenere conto della flessione della chioma e delle proprietà meccaniche dei rami e delle foglie, inoltre l'effetto sulla circolazione idrica si mantiene rilevante anche ad elevate velocità di corrente.

L'impatto della corrente intorno al tronco può creare in certi casi, può provocare un'erosione localizzata intorno al tronco stesso.

E' necessario, quindi, considerare il rapporto tra la velocità intorno al tronco, che dipende dal diametro delle piante d e dalla loro relativa spaziatura (s), e la velocità media della corrente.

La componente erbacea risulta caratterizzata da una scarsa influenza sulla capacità di portata dell'alveo, mentre quella arborea si rivela il fattore discriminante per la capacità di portata e per gli sforzi di taglio nelle sezioni del corso d'acqua.

Le curve di deflusso ottenute applicando la funzione *HQC Upper case characters*, successivamente elaborate con portate di piena per tempi di ritorno di 200 anni e ricavate dal modello stocastico-deterministico AITo "Alluvioni in Toscana" (Preti *et al.*, 1996), hanno permesso di valutare le condizioni associate all'assenza e presenza di vegetazione ripariale rilevata nel triennio 2002-2004 per il Fosso Teggina ed il Torrente Teggina.

Il completamento della casistica si è ottenuto ripetendo le suddette elaborazioni idrauliche per il Fiume Arno, con parametri morfologici ricavati da rilievi topografici contenuti nel sito SIT Toscana (anno 1995), valori idrologici di portate di piena per tempi di ritorno di 200 dal modello SIMI, infine parametri granulometrici da rilievi di campagna e vegetazionali da rilievi di massima e simulazioni realistiche, caratterizzate da variazioni progressive di diametro e spaziatura media.

2.4 Rilievi vegetazionali

La notevole densità è una caratteristica frequente della vegetazione ripariale nei torrenti montani e collinari in assenza di manutenzione.

I popolamenti di specie legnose sono quelli che maggiormente caratterizzano i corsi d'acqua con regime prevalentemente torrentizio e di conseguenza non offrono condizioni adatte allo sviluppo di vegetazione acquatica.

Questo ha indotto a realizzare uno studio di dettaglio delle aree campione con *transect* rettangolari paralleli al flusso della corrente e posizionati centralmente nei nodi delle sezioni idrauliche.

Ciascun *transect* è stato dimensionato in funzione del tipo di vegetazione e della distanza tra i nodi delle sezioni, allo scopo di garantire una adeguata rappresentazione dell'ecosistema ripariale.

Il rilievo erbaceo, arbustivo ed arboreo è stato ripetuto nell'anno 2002 per le condizioni iniziali dei corsi d'acqua, nell'anno 2003 durante l'esecuzione dei lavori di manutenzione e nella primavera 2004 per valutare le risposte della vegetazione (Fig. 2).

L'altezza è l'unico parametro indicatore della vegetazione erbacea, mentre diametri e posizioni relative di quella arborea sono stati sottoposti a calcoli di sintesi per determinare il diametro e la spaziatura media delle piante.

Il primo parametro d , nonostante le specie riparie non si dimostrino avere in produzione di polloni, è stato calcolato con l'impiego di una formula di media pesata (1):

$$d = \left(\sum_{i=1}^{nc} \left(\sum_{k=1}^{np} D_{pol_{ik}} \times F_{pol_k} \right) \right) / \sum_{i=1}^{nc} N_{pol_i}$$

dove:

d indica il diametro medio da calcolare, relativo al *transect* considerato; nc il numero di ceppaie arboree rilevate nel *transect* rettangolare; i l'indice della ceppaia i -esima considerata, con $i = 1 \div nc$; np il numero di polloni presenti nella ceppaia i -esima; k è l'indice del pollone k -esimo rilevato nella ceppaia i -esima, con $k = 1 \div np$; $D_{pol_{ik}}$ è il diametro del pollone k -esimo nella ceppaia i -esima; F_{pol_k} il numero di polloni di classe diametrica pari al valore $D_{pol_{ik}}$; N_{pol_i} è il numero di polloni rilevati della ceppaia i -esima del *transect*.

In tale formula, per ogni *transect* gli individui arborei, corrispondenti a piante isolate o polloni di ceppaie, sono stati suddivisi in classi diametriche ed hanno concorso, in proporzione numerica, alla determinazione del diametro medio.



Fig. 2 - Evoluzione di ceppaia di *A. glutinosa* in area campione, Fosso Teggina, anno 2002-2003-2004

La determinazione della spaziatura media tra piante s è risultata più complessa e si è proposta una formula (2) capace di valutare sia le distanze interne tra polloni di una ceppaia che quelle tra ceppaie o alberi presenti:

$$s = \left(\sum_{i=1}^{nc} \sum_{k=1}^{nd} S_{pol_{ik}} + \sum_{i=1}^{nc} S_{cep_i} \right) / \left(\sum_{i=1}^{nc} np_i + nc \right)$$

dove:

s indica la spaziatura media da calcolare, relativa al *transect* considerato; nc è il numero di distanze tra le ceppaie arboree; i l'indice della ceppaia i -esima considerata, con $i = 1 \div nc$; nd è il numero di distanze tra i polloni presenti nella ceppaia i -esima; k l'indice del pollone k -esimo rilevato nella ceppaia i -esima, con $k = 1 \div np$; $S_{pol_{ik}}$ la spaziatura tra il pollone k -esimo ed il pollone $k+1$ -esimo nella ceppaia i -esima; S_{cep_i} la spaziatura della ceppaia i -esima con la ceppaia $i+1$ -esima; np_i è il numero di polloni presenti nella ceppaia i -esima.

Le formule di cui sopra potranno essere validate con l'ausilio di sperimentazioni (*Florineth et al.*, 2003; *Chiaradia et al.*, 2005).

Sinteticamente le elaborazioni effettuate per le aree campione, comprendono:

- 5 sezioni sperimentali del Fosso Teggina (aree T2_100÷T2_500) con vegetazione rilevata, anno 2002, 2003 e 2004;
- 2 sezioni sperimentali del Torrente Teggina (aree T1_100, T1_300) con vegetazione rilevata, anno 2003;
- 104 sezioni simulate del Fosso Teggina, di forma reale (aree T2_100÷T2_500) e vegetazione realistica con variazione progressiva dei parametri diametro medio d e spaziatura media s (0,5÷5 m), tale da ottenere un incremento progressivo del rapporto s/d dal valore di 4 a quello di 50;
- 14 sezioni simulate del Torrente Teggina, di forma trapezoidale a base minore b e base maggiore B_{max} , ipotizzata a partire da una sezione reale (T1_300), con vegetazione a s/d variabile. Di queste, le prime 8 simulazioni con parametri b e s/d fissati e variazione progressiva di altezza idrica H_i fino alla massima H_{max} corrispondente alla larghezza B_{max} . Le restanti 6 simulazioni con altezza idrica H_i fissata e variazione progressiva di b e s/d ;
- 6 sezioni sperimentali del Fiume Arno (A_1440, A_1400, A_1480) con vegetazione realistica per diametri medi piante d di 0,2, 0,4 e 0,5 m e rapporto s/d variabile da 10 a 20.

3 - RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1 Valutazioni idrauliche

L'analisi condotta delle relazioni tra deflusso idrico e vegetazione ripariale, ha fornito indicazioni per la definizione dei criteri di manutenzione presentati nel paragrafo seguente.

A tale proposito si considera che la forza di trascinamento della corrente, come accennato, tende a piegare la vegetazione con una entità che dipende dalla resistenza a flessione dello stelo o del fusto e dalla forza esercitata dalla corrente stessa.

L'effetto sul deflusso si risente in termini di riduzione della capacità di smaltimento o di innalzamento del livello idrico, diventando particolarmente significativa nel caso di corsi d'acqua con alveo ristretto (in Preti, 2002).

In questo caso la vegetazione sulle sponde influenza la distribuzione della velocità, non solo nelle zone laterali vicine alle sponde, ma anche nella zona centrale dell'alveo.

Tale comportamento rappresenta un punto cruciale nei corsi d'acqua montani e collinari, caratterizzati da sezioni con rapporto B/h (larghezza/profondità) ridotto.

Precedenti ricerche per la valutazione delle interazioni suddette, hanno semplificato la rappresentazione di una generica sezione di corso d'acqua, in una sezione di forma trapezoidale suddivisa in tre aree (Hey, 1979).

Questo schema applicato ad un canale con sponde vegetate (Masterman e Thorne, 1992) individua una prima subarea in prossimità di sponda sinistra con relativa portata Q_s , una seconda in prossimità di sponda destra con portata Q_d ed infine un'ultima nella parte centrale dell'alveo.

Secondo tale studio, la presenza di vegetazione influenza il contributo delle portate laterali rispetto alla portata totale, con un'entità che varia sensibilmente in funzione della vegetazione stessa e della forma della sezione.

Il contributo in portata delle aree laterali diventa significativo ($((Q_s+Q_d)/Q_t > 5\%)$) per alvei con B/h minore di 9.

Viceversa per valori di B/h maggiori di 10÷15 la resistenza dipende soprattutto dalla scabrezza del letto ed il contributo della vegetazione di sponda alla resistenza totale è trascurabile, dal momento che la somma delle portate laterali risulta inferiore al 5% della portata totale.

In accordo con quanto detto, il presente studio indica che, in alvei caratterizzati da rapporto B/h minore di 9, la vegetazione comporta una riduzione di portata transitabile rilevante in termini idraulici.

Non risultano, invece, influenzati dalla vegetazione, in termini di capacità di smaltimento, quei tratti fluviali che presentano una forma di sezione con valore di B/h superiore a 10. Si specifica che il rapporto B/h è stato determinato in ogni elaborazione, dal calcolo dell'altezza idrica h fornita dalle curve di deflusso, in presenza e assenza di vegetazione, per valori di portate di piena con tempo di ritorno di 200 anni.

Il valore B è stato ottenuto dalla stima, nelle sezioni topografiche, della larghezza di alveo della corrente a pelo libero, relativa all'altezza h .

Per quanto riguarda la riduzione della capacità di smaltimento $\%(Q_{sv}-Q_v)/Q_{sv}$ è stata calcolata tramite il rapporto tra la differenza, espressa in percentuale, delle portate transitabili in assenza (Q_{sv}) e in presenza (Q_v) di vegetazione e le portate transitabili in assenza di vegetazione (Q_{sv}). Quindi, evitando il calcolo delle portate delle subaree laterali, si è valutato l'influenza della vegetazione sulla capacità di deflusso al variare del rapporto B/h (Fig. 3).

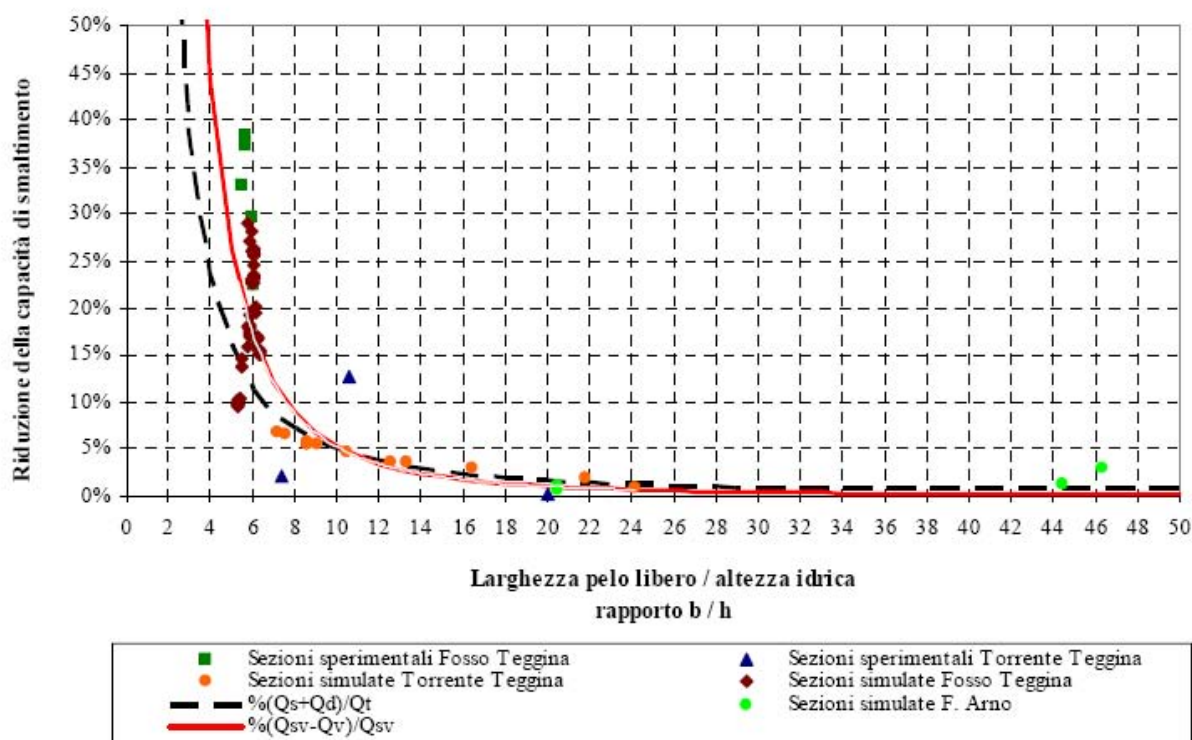


Fig. 3 - Relazione tra la riduzione della capacità di smaltimento in presenza e assenza della vegetazione $\%(Q_{sv}-Q_v)/Q_{sv}$ in funzione del rapporto larghezza pelo libero/altezza idrica corrispondente per portate con tempi ritorno di 200 anni, in corsi d'acqua montani, collinari (Fosso Teggina e Torrente Teggina) e di fondo valle (Fiume Arno) in confronto con diagramma di Masterman R. & Thorne C. R $\%(Q_s+Q_d)/Q_t$

3.2 Criteri progettuali

Le attività di pianificazione, programmazione e attuazione interventi, si devono sviluppare a livello di bacino idrografico come strumento di governo del territorio, con il quale rendere controllabili effetti di trasformazioni indotte su cicli naturali da cause antropiche o naturali, rendere inoltre possibile l'individuazione di azioni e strumenti di prevenzione e mitigazione degli effetti negativi. I criteri di intervento in corsi d'acqua montani e collinari prevedono il taglio della componente arborea presente nella fascia di pertinenza di magra, garantendo il ripristino delle sezioni minime di deflusso.

Nei corsi d'acqua non interessati regolarmente dal passaggio dell'acqua, l'alveo viene infatti colonizzato da una densa vegetazione arbustiva ed arborea che evolve nel tempo in un vero e proprio popolamento forestale d'alto fusto.

Questa situazione, certamente qualificante per l'ambiente fluviale, e per questo da salvaguardare, può risultare nel tempo, nelle vicinanze di centri abitati o di infrastrutture realizzati nelle aree di pertinenza fluviale, inconciliabile con gli aspetti di sicurezza idraulica.

In caso di evento di piena questi popolamenti possono indurre sovrizzo idrico e talvolta la formazione di sbarramenti temporanei per effetto del trattenimento di materiale fluitato da monte.

Il cedimento improvviso di tali sbarramenti per la crescente spinta dell'acqua, può portare alla formazione di pericolose ondate con elevato trasporto solido, velocità e violenza di impatto.

Si prevede, inoltre, anche l'abbattimento di esemplari morti o pericolanti e di quelli debolmente radicati: questi potrebbero costituire un potenziale pericolo perchè facilmente scalzabili ed asportabili in caso di piena, con un conseguente trasporto fino a punti di discontinuità quali quelli creati dalle opere idrauliche.

Un'indagine, condotta su di un campione di circa 400 ponti investiti da eventi alluvionali (Ballio in Brath e Montanari, 2000), ha dimostrato che, tra le cause di danneggiamento primario alle strutture, una percentuale pari all'8% è direttamente imputabile all'urto di massi e tronchi d'albero.

Il trattamento della vegetazione spondale deve mantenere le associazioni vegetali in condizioni giovanili, con massima tendenza alla flessibilità ed alla resistenza alle sollecitazioni della corrente, considerando che le consociazioni riparie si comportano come una naturale difesa idraulica, e risultano efficaci nella limitazione dell'erosione e per il rallentamento della corrente in zone di alveo non soggette ad invaso permanente.

La valutazione degli effetti della vegetazione in termini di sovrizzo idrico consente di sviluppare il grafico precedente in una descrizione più significativa per la sicurezza idraulica e la valutazione delle eventuali aree inondabili. Analizzando le sezioni del tratto montano e collinare nella situazione precedente e successiva all'intervento di manutenzione, si è stimato l'incidenza dello stesso sul sovrizzo idrico in relazione al rapporto B/h per transitabilità di portate di piena con tempi di ritorno di 200 anni (Fig. 4).

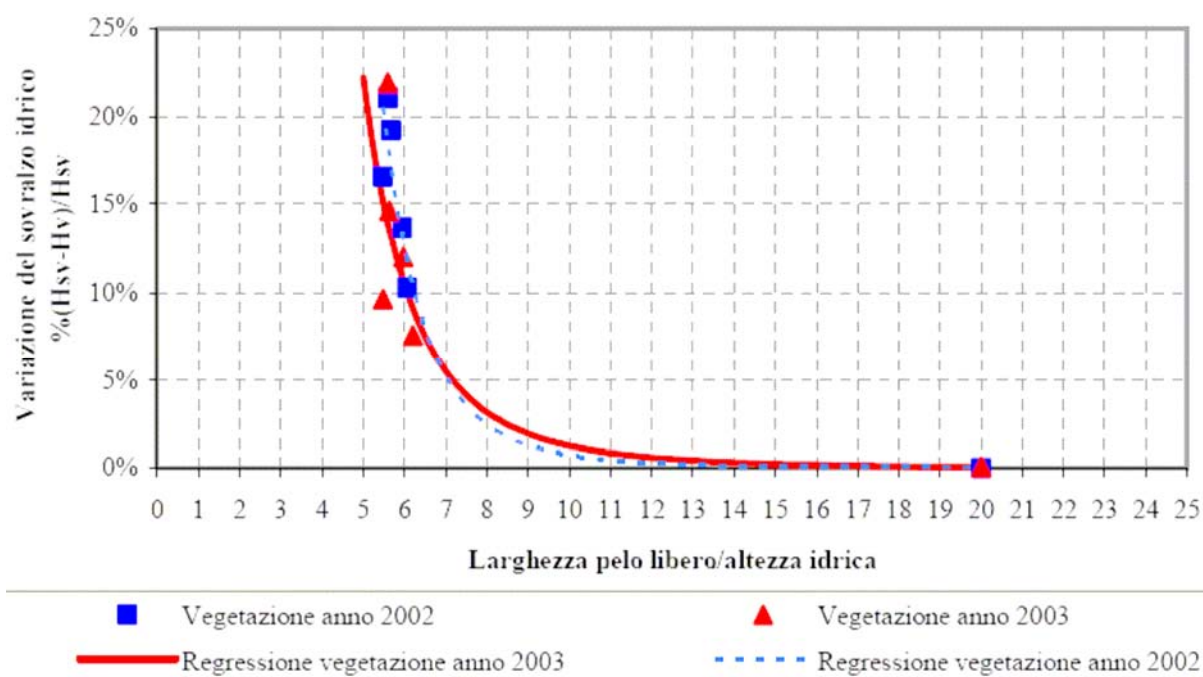


Fig. 4 - Effetto dell'intervento nel Comprensorio Casentino rappresentato tramite la variazione del sovrizzo idrico precedente (vegetazione anno 2002) e successivo al taglio (vegetazione anno 2003), con presenza e assenza vegetazione ($\%(H_{sv} - H_v) / H_{sv}$) in funzione del rapporto larghezza pelo libero/altezza idrica corrispondente

Un intervento di taglio presenta come effetto diretto una variazione nella composizione dendrologica del popolamento ripariale ed induce, in seguito all'eliminazione di esemplari arborei, un cambiamento nelle distanze reciproche e nei diametri medi registrabili per le piante rilasciate, riassumibile nel rapporto s/d.

Nel grafico seguente si riportano le conseguenze di interventi di taglio, con intensità variabile da moderata a forte, in sezioni sperimentali di montagna e collina, rappresentate tramite la riduzione di capacità di smaltimento, in funzione di un incremento progressivo del rapporto s/d (Fig. 5).

La tendenza in ogni serie di dati, indica una riduzione nella capacità di smaltimento di circa il 5%, imputabile alla presenza di vegetazione per un valore di s/d compreso tra i valori minimi e 10, mentre tale riduzione non si evidenzia superato il valore s/d di circa 10-15.

Da queste considerazioni deriva la convenienza a mantenere nelle sezioni strette, dove la vegetazione gioca un ruolo rilevante, una spaziatura delle piante che sia almeno dieci volte il loro diametro.

Le discontinuità per valori immediatamente inferiori e superiori al valore di 11 si giustificano probabilmente per il ricorso, nel modello idraulico, a due diverse espressioni del rapporto tra velocità intorno al tronco e velocità media della corrente in alveo (Darby, 1995).

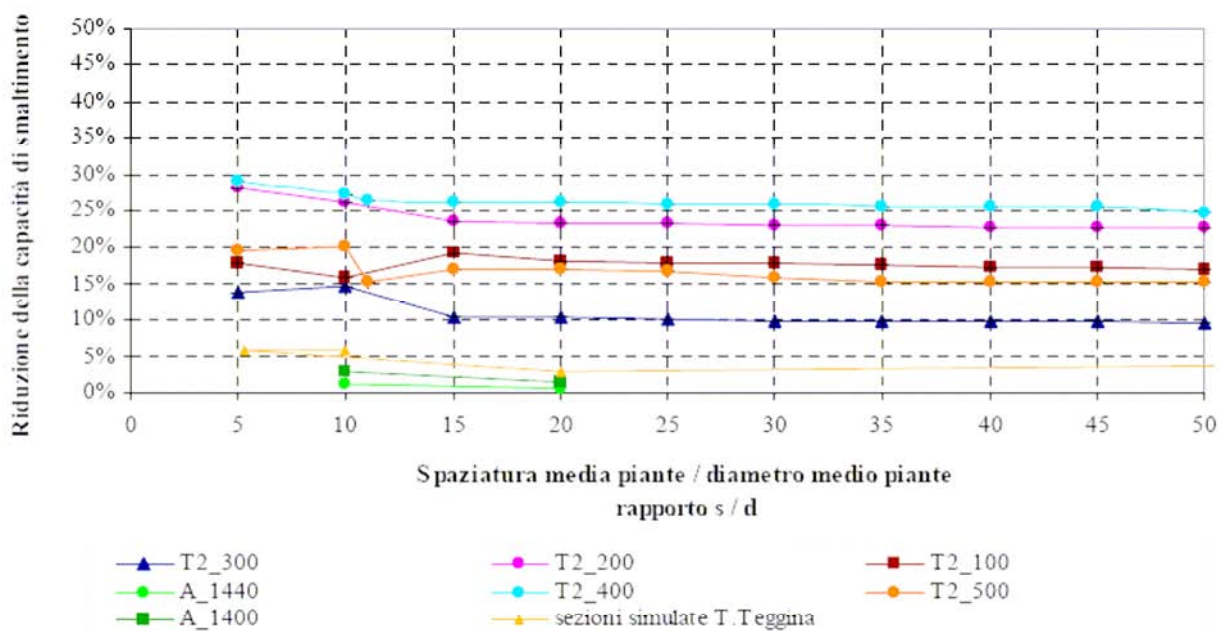


Fig. 5 - Relazione tra la riduzione della capacità di smaltimento in presenza e assenza della vegetazione ($\%(Q_{sv}-Q_v)/Q_{sv}$) in funzione del rapporto spaziatura media/diametro medio di piante in corsi d'acqua montani, collinari (Fosso Teggina e Torrente Teggina) e di fondo valle (Fiume Arno)

La modalità di taglio consiste in un trattamento che associa diradamento selettivo e taglio a sterzo della componente arborea, in modo tale da costituire un popolamento misto disetaneo in cui coesistono, nella stessa ceppaia ed in generale nelle fasce riparie, polloni appartenenti a diverse classi di età.

Si interviene, secondo un periodo di curazione, con il taglio della quasi totalità dei soggetti della classe di età più avanzata, purchè abbiano raggiunto l'età del turno, rilasciando i rimanenti, fatto salvo un moderato diradamento selettivo con criterio colturale e una eliminazione dei polloni secchi, gravemente danneggiati o deperenti.

Si limita in sintesi la crescita di tronchi con diametro rilevante, favorendo formazioni arbustive a macchia irregolare (D.C.R. 155, 1997), con l'attenzione a conservare quei consorzi vegetali che colonizzano in modo permanente gli habitat ripariali e le zone di deposito alluvionale adiacenti.

In tal caso è opportuno rilevare che la modellizzazione della vegetazione arbustiva o arborea sommersa dovrebbe essere condotta con modelli diversi da quelli utilizzati nel presente studio (Armanini e Righetti, 1998 in Preti *et al.*, 2002)

Un ulteriore aspetto da considerare è il periodo di esecuzione dei lavori allo scopo di minimizzare il danno alle componenti biologiche dell'ecosistema, vegetali ed animali.

Le direttive della Regione Toscana (D.C.R. 155, 1997) e quelle analoghe di altre Regioni, prescrivono l'esecuzione lavori preferibilmente nel periodo tardo-autunnale ed invernale, escludendo tassativamente il periodo Marzo-Giugno in cui è massimo il danno all'avifauna nidificante.

Lo studio già menzionato per l'alta valle del fiume Arno (Guarnieri, 2004) ha messo in luce che tale tempistica di intervento si rivela, in realtà, vincolistica perchè indicata a titolo precauzionale.

È verosimile che, al variare della tipologia dei torrenti e delle caratteristiche paesaggistiche circostanti, vari in modo sostanziale il ruolo di questi ecosistemi nella conservazione della biodiversità ornitica del territorio.

Si può affermare che la tempistica imposta, in assoluta mancanza di informazioni della fenologia e dinamica dei sistemi fluviali da un punto di vista ornitologico, potrebbe rivelarsi, a fronte di una raccolta di informazioni sul campo con metodologie corrette e confrontabili, inadeguata e non adattabile a tutte le situazioni (Tellini Florenzano, 2003).



Fig. 6 - Fasi lavorative di concentrazione e allestimento assortimenti, Fosso Teggina, anno 2003

Una gestione così strutturata corrisponde all'obiettivo strategico di recupero e mantenimento delle condizioni di stabilità dinamica dei sistemi naturali, attraverso il ripristino delle condizioni di naturalità nei bacini idrografici e si traduce inoltre in una diminuzione degli alti costi economici che comporterebbe il controllo di un sistema ambientale lontano dal suo equilibrio.

CONCLUSIONI

I criteri di manutenzione periodica della vegetazione ripariale di corsi d'acqua montani e collinari, perseguono una strategia combinata per la conservazione degli ecosistemi, con particolare riguardo alla biodiversità, la riduzione della frammentazione di habitat, la sicurezza idraulica.

La metodologia di studio ha dimostrato validità per l'analisi della gestione integrata di un ecosistema fluviale dimostrandosi esportabile in ambiti analoghi a quello trattato.

Gli sviluppi futuri della ricerca potranno riguardare i seguenti aspetti: verifiche sperimentali dei modelli di campionamento e di simulazione idraulica (Chiaradia *et al.*, 2005; Florineth *et al.*, 2003; Righetti *et al.*, 2004), valutazione degli effetti su erosione/trasporto solido, stabilità delle sponde e riduzione della velocità di corrivazione (in Preti, 2002).

BIBLIOGRAFIA

- Brath A., Montanari A. (2000), Vulnerabilità idraulica dei ponti, L'Acqua, n°3/2000, pp. 45-60.
- Chiaradia E.A., Bischetti G.B., Gandolfi C. (2005), Un canale sperimentale per la valutazione delle resistenze idrauliche della vegetazione, VIII Convegno Nazionale AIIA 2005, Catania.
- Comunità Montana del Casentino (2004), Lavori di manutenzione idraulico-forestale di Fossi e Torrenti Casentinesi Fiumi Puliti 2004, Mazzanti L., Casasole M., Guarnieri L., Canaccini M., progetto Ufficio Bonifica Montana e Difesa Suolo, Poppi, pp. 1-9.
- Darby S. (1995), A computer program for prediction of stage-discharge relationships and boundary shear stress distributions in channels with vegetated boundaries. Users manual, fornito da Dipartimento Ingegneria Civile Università degli Studi di Firenze Facoltà di Ingegneria, Firenze, pp. 1-10.
- De Togni G., (2005), Reti Ecologiche e pianificazione urbanistica: aspetti tecnici e amministrativi, Atti del XL Corso di Cultura in Ecologia, Università degli Studi di Padova, pp. 119-132.
- D.A. 298-41 (2000), Piano Straordinario per l'assetto idrogeologico per le aree del territorio regionale soggette a rischio Molto Elevato o Elevato. Allegati relazione generale, S.O. alla G.U.R.S. n° 54 del 21/7/00, Assessorato Territorio e Ambiente, Regione Siciliana.
- D.C.R. 155 (1997), Direttive sui criteri progettuali per l'attuazione degli interventi in materia di difesa idrogeologica, Assessorato all'Ambiente, Regione Toscana.
- D.D.G. 65 (2005), Rete Ecologica Siciliana. Allegato linee guida, Piano Operativo Regionale Sicilia 2000-2006 Complemento di programmazione Misura 1.11, Assessorato Territorio e Ambiente, Regione Siciliana, pp. 1-21.
- D.L. 180 (1998), Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania, conv. L. 267 del 3/08/98, G.U. n° 134 del 11/06/98.
- Florineth F., Meixner H., Rauch H.P., Vollsinger S. (2003), Prove di forza, Acer n°2/03, pp. 73-78.
- Guarnieri L. (2004), Protocollo di taglio della vegetazione ripariale in ambiente appenninico. Il caso di studio del Fosso Teggina nel Comune di Ortignano Raggiolo, tesi di laurea inedita in Scienze Forestali e Ambientali, Università degli Studi di Firenze, pp. 1-136.
- Hey R. D. (1979), Flow resistance in gravel-bed rivers, J. Hydr. Div., ASCE n°105 (4), pp. 365-379.
- Masterman R., Thorne C.R. (1992), Predicting influence of bank vegetation on channel capacity, J. Hydr. Div, ASCE n°118-7, pp. 1052-1058.
- Preti F. (2002), Criteri per le sistemazioni idrauliche con tecniche di Ingegneria Naturalistica, Manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica volume 1, Edizioni Regione Lazio, Roma, pp. 57-64.
- Preti F., Paris E., Settesoldi D. (1996), Criteri e procedure per la valutazione delle piene nel territorio toscano, Atti del XXV Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, CNRGNDICI, Torino, pp. 317-328.
- Puma F. (2000), Il concetto di manutenzione dei corsi d'acqua, L'Acqua, n°3/2000, pp. 9-10.
- Righetti M., Armanini A., Campanelli L. (2004), Effetto della scabrezza di parete in alvei vegetati, Atti del XXIX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Editoriale BIOS, Trento, pp. 549-554.
- Tellini Florenzano G. (2003), Monitoraggio sull'importanza degli ambienti ripariali per l'avifauna durante la primavera e l'estate, progetto D.r.e.a.m. Italia s.r.l., Poppi, pp. 1-10.

CORSO D'ACQUA E VEGETAZIONE: TECNICHE DI PARAMETRIZZAZIONE MEDIANTE ANALISI DI DATI LiDAR

Forzieri G.¹, Guarnieri L.², Castelli F.¹, Preti F.²

SOMMARIO

Una corretta gestione della vegetazione ripariale richiede informazioni da utilizzare nei modelli di valutazione della resistenza al moto, da acquisire con un buon compromesso fra onerosità dei rilievi e accuratezza dei calcoli. Nel presente lavoro si riportano alcune considerazioni sulla possibilità di raccogliere ed elaborare parametri strutturali della vegetazione attraverso l'impiego di dati telerilevati (via indiretta) a confronto con quanto ricavabile con misure in campo (via diretta).

INTRODUZIONE

La valutazione della resistenza al moto in avei vegetati è oggetto di continuo interesse per la manutenzione degli ecosistemi fluviali, per la realizzazione di opere vive in condizioni di sicurezza idraulica e di stabilità delle sponde e per la necessità di ridurre i costi degli interventi o di recuperare risorse dalla biomassa.

È noto che, in alvei vegetati, la resistenza al moto varia per la mutua interazione fra corrente e vegetazione (velocità, grado di sommersione, densità e tipologia delle piante).

La modellistica classica richiede la valutazione di una scabrezza equivalente, in sezioni composite a scabrezza eterogenea, dovuta a differenti tipologie di copertura in corrispondenza della sezione idraulica in esame, ad esempio suolo nudo, vegetazione erbacea (altezze limitate e flessibilità elevata), vegetazione arbustiva (altezza paragonabile a quella del tirante idrico e flessibilità ancora rilevante) e vegetazione arborea (altezza elevata e flessibilità limitata se le piante superano una certa età). Nella letteratura scientifica si hanno contributi relativi ad indagini di laboratorio, riferibili ai casi di vegetazione flessibile o rigida in condizioni di completa o parziale immersione, mentre più rare risultano le indagini relative a casi di studio reali e di recente sono stati proposti approcci anche bi- o tri-dimensionali che richiedono un numero elevato di parametri.

Tecniche tradizionali di misura dei parametri strutturali di vegetazione possono risultare onerosi in termini di tempo e di costi, soggettivi e applicabili solo su ridotte aree (*Avery e Burkhart, 1994; Dudley et al., 1998*).

Negli ultimi decenni il telerilevamento è stato ampiamente utilizzato nel monitoraggio della vegetazione, costituendo una preziosa informazione per quantificare proprietà biofisiche su estese aree in maniera automatica. Tecniche di analisi da remoto non invasive, a grande scala e facilmente ripetibili nel tempo stanno perciò integrando e in parte sostituendo alcune convenzionali tecniche di misure a terra (*Johansen et al., 2007*).

Solo negli ultimi anni, però, le immagini satellitari (quali *Ikonos* e *Quickbird*) hanno raggiunto risoluzioni spaziali comparabili alle ortofoto aeree, capaci di spiegare la variabilità spaziale di ecosistemi ripariali (*Goetz et al., 2003*).

Precedenti lavori in ambienti golenali hanno evidenziato le potenzialità dell'impiego di immagini multispettrali telerilevate ad altissima risoluzione per classificare differenti ecosistemi (*Nagler et al., 2004, Davis et al., 2002*).

¹ Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Firenze (Italy)

² Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale, Università di Firenze (Italy)

Differenti approcci sono stati sviluppati recentemente per stimare il LAI (*Leaf Area Index*) utilizzando indici di vegetazione spettrali (Wu et al., 2007; Wang et al., 2005).

Sebbene le immagini satellitari forniscano importanti informazioni riguardo alla variabilità spaziale della vegetazione, non producano informazioni dirette rispetto alla distribuzione verticale delle piante, aspetto invece determinante per stimare la resistenza al moto.

Negli ultimi anni l'impiego della tecnologia LiDAR (*Light Detection and Ranging*) ha sopperito ai limiti derivati da immagini ottiche, fornendo nuove informazioni riguardo alla struttura verticale della vegetazione, permettendo di individuare correlazioni tra metriche vegetazionali derivate da LiDAR e proprietà biofisiche quali diametro della pianta, spaziatura, altezza della base della chioma, altezza della pianta, diametro della chioma (Andersen et al. 2005, Persson et al., 2002, Hyypä et al., 2001; Leckie et al., 2003; Popescu e Wynne, 2004).

Sebbene i risultati prodotti siano incoraggianti su boschi di conifere, analoghe prestazioni non sono state raggiunte in scenari di latifoglie o in ambienti con vegetazione molto densa caratterizzati da morfologia delle piante più complessa quale normalmente la vegetazione arborea presente nei corridoi ripariali.

A questo scopo sono in corso studi per riuscire a quantificare parametri strutturali di vegetazione utili alla modellazione della resistenza al flusso attraverso un processo di "fusione" di dati telerilevati impiegando sia immagini multispettrali, preziose per ricostruire la variabilità spaziale dei patterns di vegetazione, sia dati LiDAR per ricostruire la struttura verticale delle piante (Forzieri et al., 2008).

In tale attività di ricerca il modello digitale della vegetazione derivato da LiDAR (denominato di seguito CHM per *Crown Height Model*) viene sottoposto ad una serie di tecniche morfologiche di *image processing* (*de-noising* e segmentazione) allo scopo di individuare le singole chiome arboree e la variabilità spaziale di gruppi di alberi anche in scenari forestali complessi come le aree golenali. In corrispondenza di ogni singola chioma individuata da remoto vengono testate una serie di modelli predittivi a regressione multipla per individuare la migliore correlazione fra metriche di vegetazione derivate da LiDAR e da bande spettrali e parametri strutturali misurati a terra.

Obiettivo del presente lavoro è mostrare le potenzialità ed alcuni i limiti di tali metodologie di stima di parametri arborei relativi alla vegetazione ripariale basate su dati telerilevati.

AREE DI STUDIO E RACCOLTA DATI

Per effettuare la calibrazione degli attributi forestali, stimati tramite l'impiego di dati da remoto, sono state prese in esame due aree di studio relative a corsi d'acqua della Regione Toscana: la prima nell'alveo del Fiume Serchio in località Campia (LU) e la seconda lungo il Fiume Sieve in località Montebonello (FI).

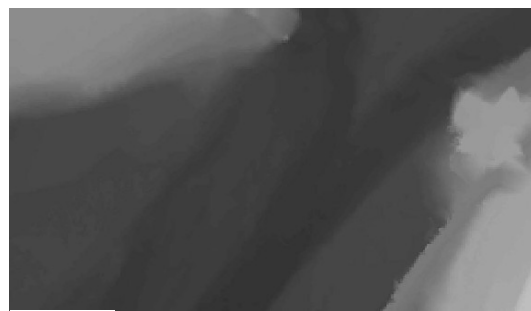
Per ciascuna delle aree selezionate sono stati condotti rilievi plano-altimetrici (mediante stazione totale *Nikon DTM-A2LG*) e misure a terra (mediante ipsometro, cavalletti dendrometrici, squadra agrimensoria) di parametri strutturali della vegetazione riparia (arborea, arbustiva ed erbacea).

Nella prima area di studio (ads 1) è stato rilevato un bosco misto biplano con pioppo (*Populus alba* e *Populus nigra*) dominante e robinia (*Robinia pseudoacacia* L.) sottoposta o codominante, con diametro medio del popolamento forestale di cm 8 e altezza media di m 9.

L'età stimata superiore ai 10 anni e il sottobosco è ridotto e costituito da rovo (*Rubus fruticosus* L.). Nelle aree ads 2 e 3 è stata rilevata una successione secondaria con vegetazione mista arbustiva costituita in prevalenza da salice bianco (*Salix alba*) con diametro medio di cm 3 ed età stimata superiore ai 6 anni, mentre il sottobosco e le radure sono colonizzate da artemisia (*Artemisia verlotiorum*), pianta perenne emicriptofita, con diametro medio di cm 1 e altezza media di m 1,4.



a)



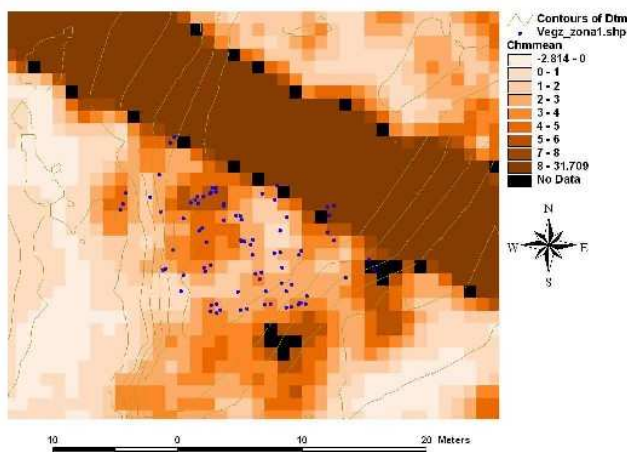
b)



c)



d)



e)

Fig. 1 a), b), c), d) ed e)

Area di studio Serchio a ponte Campia:
 a) rappresentazione del DSM dal grid LiDAR dell'area in esame;
 b) DTM dal grid LiDAR dell'area in esame;
 c) le tre aree di rilievo a vegetazione arborea (ads1), erbacea (ads2), arbustiva ads3);
 d) differenza DSM DTM (CHM) dai rispettivi grid LiDAR;
 e): ubicazione delle piante rilevate a terra nella ads1a valle del ponte(85 su 142 in tutta l'area).

Si riportano le rappresentazioni esemplificative di un'analisi della vegetazione da rilievi a terra (novembre 2007) e da dati LiDAR (febbraio 2006) per la prima area di studio (ads 1-2-3): in Fig. 1 a) si mostra il modello digitale delle superfici (DSM) dal grid LiDAR dell'area in esame in cui si osservano il ponte e gli edifici con colore più chiaro corrispondente a quote maggiori; in Fig. 1 b) è visualizzato il CHM, ottenuto mediante semplice sottrazione del DSM e del DTM (modello digitale del terreno); in Fig.1 c) l'ortofoto dell'area monitorata ed i perimetri delle aree di saggio.

Si osserva in Fig. 1 d) che i colori chiari relativi ad altezze maggiori corrispondono all'ubicazione delle piante nella fotografia in Fig. 1 c) ed alla loro posizione rilevata a terra in Fig. 1 e).

Nella seconda area di studio (ads 4), situata nel bacino del Fiume Sieve, affluente in destra del Fiume Arno (Fig. 2 a), b), c), d)), è stato rilevato un bosco misto biplano con dominanza di pioppo (*Populus nigra*) con diametro medio, misurato secondo convenzione selvicolturale a 1.30 m da terra, di 0.38 m (minimo di 0.2 m e massimo di 0.8 m) e altezza media di 22.1 m (minimo 7.0 m e massimo di 36.9 m).

In posizione dominata robinia (*Robinia pseudoacacia* L.) con diametro medio, misurato secondo convenzione selvicolturale a 1.30 m da terra, di 0.05 m e altezza media di 3.4 m (minimo 2.2 m e massimo di 5.0 m).

Il sottobosco è risultato abbondante e costituito da acero (*Acer campestre* L.), sambuco (*Sambucus nigra* L.), corniolo (*Cornus mas*) e rovi (*Rubus ulmifolius* S.).

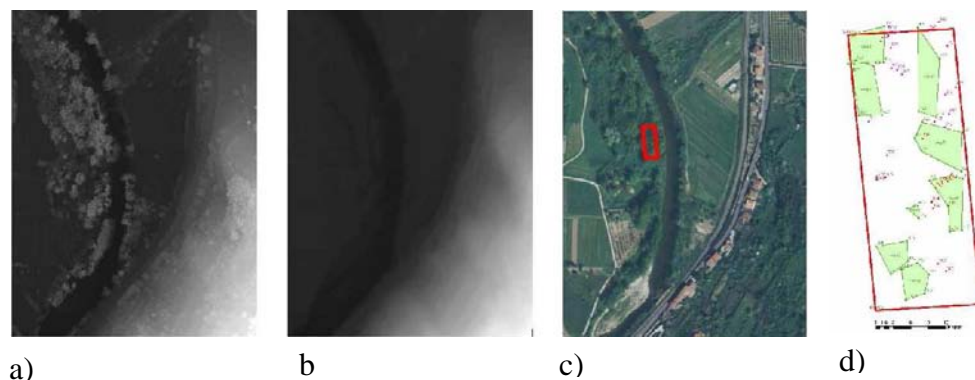


Fig. 2 a), b), c) e d)

Area di studio Sieve in loc. Montebonello:

- a) rappresentazione del DSM dal grid LiDAR dell'area in esame;
- b) rappresentazione del DTM dal grid LiDAR dell'area in esame;
- c) rappresentazione di confronto con Ortofoto Agea 2007;
- d) rappresentazione dell'area di studio con posizionamento degli elementi vegetali (in rosso: coordinate relative del fusto di alberi, in verde: coordinate relative e perimetro di zone con arbusti).

I parametri selezionati per descrivere la vegetazione arborea sono i seguenti: Tipologia vegetazione (arborea); Codice identificativo della pianta; Nome scientifico (Genere specie); Posizione in coordinate assolute; Diametro alla base; Diametro a 1,3 m (secondo convenzione selvicolturale); Altezza totale; Altezza di inserzione della chioma; Raggio della chioma (raggio medio tramite misura del raggio nelle 4 direzioni principali Nord, Sud, Est, Ovest).

I parametri rilevati per la vegetazione arbustiva ed erbacea sono i seguenti: Tipologia vegetazione (arbustiva, erbacea); Codice identificativo del nucleo; Nome scientifico (Genere specie); Perimetro del nucleo (mediante posizione in coordinate assolute del poligono perimetrale); Altezza media; Diametro medio ad una altezza pari ad $h/4$; Densità (Numero di piante per unità di area).

I rilievi hanno impegnato complessivamente una squadra di lavoro composta da tre persone per tre giornate di lavoro (72 ore/uomo) in ciascuna area di rilievo e le successive restituzioni topografiche sono stata ottenute con l'impiego del software *AutoCad 2004* e la referenziazione mediante *Arc Gis 9.2* ed applicativo *Spatial Analyst*.

ELABORAZIONE DATI

Nel presente studio si applica un'innovativa procedura di fusione di dati telerilevati allo scopo di derivare parametri strutturali di vegetazione funzionali alla stima della resistenza al moto.

La modellazione è stata calibrata su aree di test su cui sono state condotte misurazioni a terra dei parametri strutturali. La metodologia proposta è organizzata in 5 steps sequenziali (per i maggiori dettagli: Forzieri *et al.*, 2008 e lavori ivi citati):

1) Nel primo *step* attraverso tecniche morfologiche di *image processing* (*filtering* e algoritmi di tipo *watershed*) applicate sul CHM, viene generato un insieme di possibili scenari forestali.

La migliore simulazione (quella cioè in grado di descrivere in maniera più accurata l'area di calibrazione monitorata) viene individuata mediante un approccio MADM-SAW (*Multi-Attribute Decision Making Simple Additive Weighting*) secondo un criterio decisionale a 3 parametri (cfr. Fig. 5): valore assoluto della differenza fra numero di piante osservate e modellate (X1), RMSE (errore quadratico medio) fra posizione modellate e simulate (X2), RMSE fra dimensione delle chiome modellate e simulate (X3).

2) Nel secondo *step* sono stimate le metriche di vegetazione derivate da LiDAR attraverso l'analisi degli istogrammi misurati in corrispondenza di ogni chioma modellata.

3) I parametri strutturali (altezza della pianta, altezza di inserzione della chioma, diametro della chioma, diametro del tronco e densità) sono, quindi, stimati mediante analisi a regressione multipla correlando parametri strutturali (stimati a terra) e metriche vegetazionali (derivate da LiDAR).

4) I valori dei parametri ottenuti localmente sono spazializzati mediante l'impiego di interpolazione cubica bidimensionale in modo da creare mappe di parametri strutturali.

5) Allo scopo di estrarre i parametri generati solo su scenari forestali simili alle aree di calibrazione (vegetazione arborea), si applica una procedura di mascheramento delle mappe utilizzando una classificazione della vegetazione ripariale precedentemente ottenuta (Forzieri *et al.*, 2008).

L'accuratezza locale e spaziale sono state valutate stimando, rispettivamente, coefficienti di determinazione tra parametri strutturali modellati e misurati a terra e procedure geostatistiche.

Per quanto concerne l'analisi della distribuzione spaziale degli errori, sono state ottenute mappe delle differenze mediante semplice sottrazione delle mappe generate tramite interpolazione dei parametri strutturali misurati e modellati. Gli errori relativi alla variabilità spaziale dei parametri sono stati quantificati mediante RMSE delle mappe delle differenze.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Dall'esame del pre-processamento dei dati relativi al fiume Serchio, si osserva quanto segue (Fig. 3): la maggior parte delle piante rilevate nelle ads 2 e 3 non sono praticamente rilevate dal LiDAR; in generale si è osservata una sotto-stima delle altezze derivate dal LiDAR rispetto a quelle misurate a terra; il rilievo a terra segue di quasi due anni il volo LiDAR: la vegetazione si è nel frattempo accresciuta e la vegetazione presente in ads 2 e 3 presenta forti dinamiche (erbacea o arbustiva cresciuta su una barra fluviale). Per le successive elaborazione si è, pertanto, ridotto l'area di studio alla sola ads 1, in cui il LiDAR è in grado di registrare variazioni significative nel CHM, riducendo il numero delle piante in esame da 142 a 85.(Fig. 1e). Nonostante questo, permangono i seguenti problemi computazionali: la spaziatura fra le piante presenta valori comparabili alla risoluzione di 1 m del LiDAR; gli effetti di bordo dovuti alla presenza del ponte influiscono sui risultati nel processamento di *de-noising* e di segmentazione e non permettono l'identificazione delle piante in prossimità delle arcate (Fig. 1e).

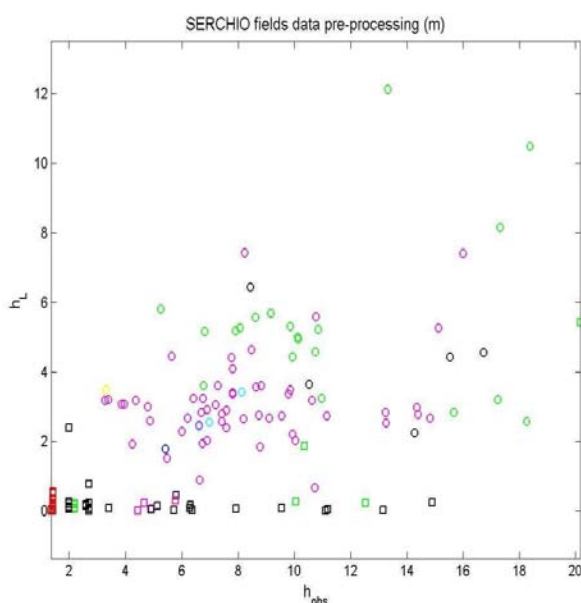


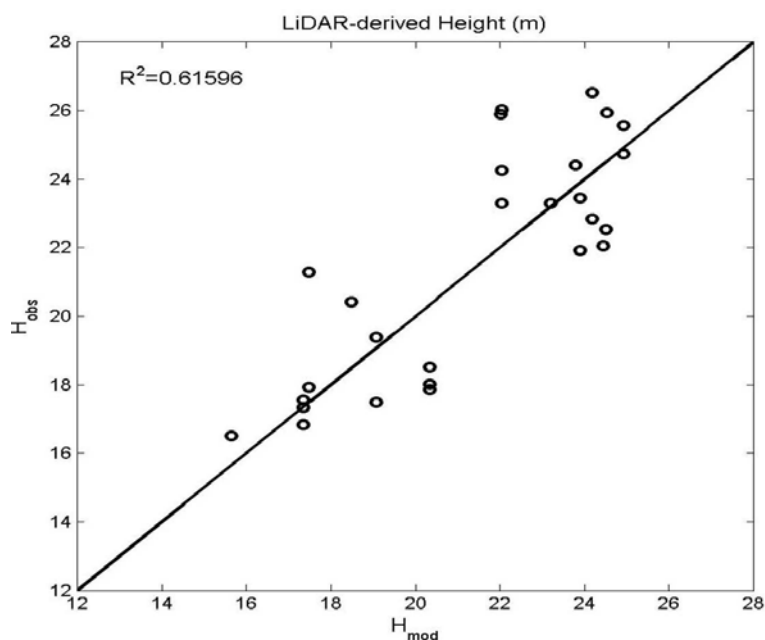
Figura 3

Serchio: Altezze misurate rispetto ad altezze derivate da analisi di dati LiDAR. Sono visualizzati i risultati ottenuti in ads 1 ed in ads 2-3, rispettivamente, in cerchi e quadrati.

I differenti colori rappresentano i differenti tipi di piante, secondo la seguente notazione:

- Salix Purpurea e Salix Alba in nero;
- Robinia Pseudoacacia in magenta;
- Populus Nigra e Populus Alba in verde;
- Artemisia sp. in rosso;
- Ostrya Carpinifolia in ciano;
- Cornus Mas in blu;
- Fraxinus Ornus in giallo.

Per quanto riguarda, invece, la Sieve si può osservare che la metodologia completa di indagine fornisce risultati incoraggianti (Fig. 4 e Tab. 2), riuscendo, in particolare, a catturare la variabilità spaziale dei parametri spaziali (bassi valori di RMSE).



Parametri strutturali	RMSE
Δ densità [n/m ²]	0.011
Δ diametro chioma [m]	1.691
Δ diametro fusto [m]	0.085
Δ altezza di inserzione [m]	1.876

Tabella 1

Sieve: RMSE rappresentativi dell'accuratezza spaziale della metodologia proposta

Figura 4

Sieve: Altezze modellate rispetto ad altezze osservate (campione di 29 alberi).

Da ulteriori analisi (Forzieri *et al.*, 2008) è risultato evidente un legame fra la tipologia di vegetazione e le prestazioni della metodologia di elaborazione proposta.

Introducendo il rapporto fra la spaziatatura media delle piante ed il diametro medio della chioma misurati a terra ("Tree Canopy Index", TCI), si osserva che esso è ridotto nei casi in cui le chiome sono sovrapposte o vicine fra loro (come nei casi di Serchio e Sieve), mentre è elevato dove la vegetazione è sparsa e le chiome ben identificabili.

In Tabella 2 si mostrano i valori di tali rapporti relativi alle aree in esame nel presente studio in confronto con quelli relativi a un caso completamente diverso di vegetazione sparsa (Sevilleta, New Mexico, USA).

Per valutare le potenzialità della metodologia proposta è interessante riportare in un diagramma (Fig. 5) in ascissa, il valore di TCI dei tre casi ed, in ordinata, i corrispondenti valori dei sopraccitati attributi (X1, X2, X3). Viene visualizzato, nella stessa figura, anche l'errore commesso nella stima della densità delle piante (RMSE(D_v)).

Area di studio	Numero piante	Area di rilievo [m ²]	Area pianta [m ²]	Spaziatatura media [m]	Diametro medio chioma [m]	Diametro medio fusto [m]	TCI	Sr
	n_{obs}	A_{TOR}	A_{TOR}/n_{obs}	\bar{S}_v	\bar{D}_c	D_s		
Serchio	85	225.86	2.64	1.83	3.07	0.22	0.59	9.15
Sieve	29	1016	35.04	6.68	9.63	0.38	0.69	17.58
Sevilleta	97	10937	112.75	11.98	3	-	3.99	-

Tabella 2

Parametri caratteristici delle tre aree di studio (Serchio, Sieve, Sevilleta) da misure a terra

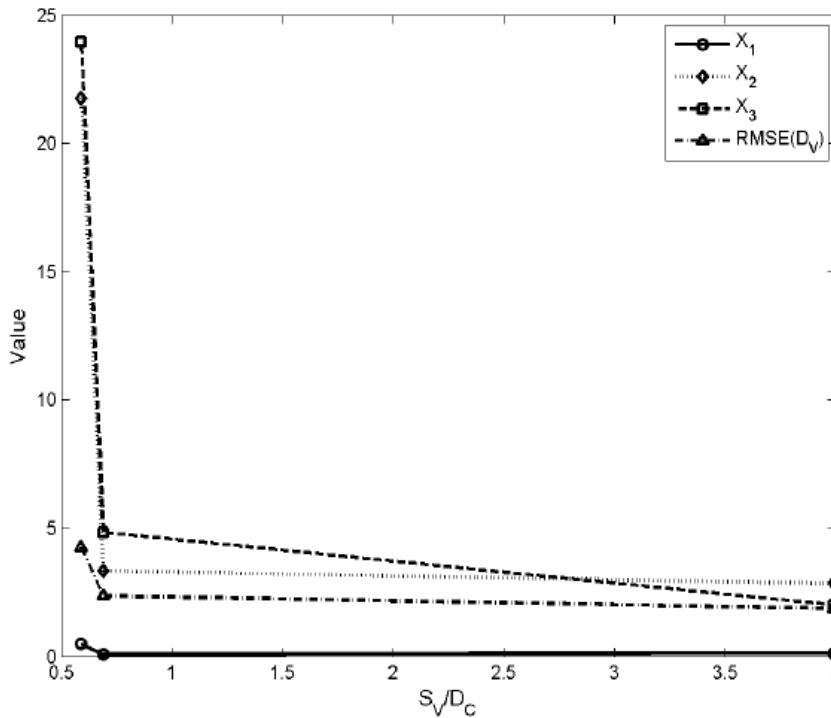


Figura 5

Risultati della metodologia proposta al variare del parametro TCI in ascissa: in ordinata si riportano i valori relativi dei parametri X_1 , X_2 e X_3 e di $RMSE(D_V)$ che diminuiscono per prestazioni migliori

Si osserva come le prestazioni di stima dei parametri della vegetazione tramite le tecniche di elaborazione delle immagini CHM derivate dal LiDAR migliorino (abbassamento dei valori sull'asse delle y) all'aumentare di TCI sull'asse delle x.

In particolare, interessa evidenziare il netto miglioramento fra il caso del Serchio e quello della Sieve nonostante il valore simile di TCI.

Nel caso del Serchio, sebbene il diametro medio della chioma sia piuttosto ridotto, la spaziatura dell'ordine del metro porta alla scarsa accuratezza già descritta in precedenza.

Per la Sieve, invece la spaziatura è sufficiente, nonostante le chiome sovrapposte, a garantire un'accuratezza addirittura confrontabile con quella dell'area di Sevilleta.

Analogamente può essere considerato il rapporto fra la spaziatura media delle piante ed il diametro medio del fusto misurati a terra (spaziatura relativa S_r): in Tabella 2 si osserva come il valore "soglia" di $S_r=10$ sarebbe analogo a quello che compare anche in relazioni per la modellazione idraulica della resistenza al moto dovuta alla vegetazione arborea (Darby, 1999).

Si consideri, infine, che il costo per le campagne LiDAR in esame (unità di €/ettaro) è risultato di 2 ordini di grandezza inferiore ai costi dei rilievi a terra appositamente condotti per la parametrizzazione della vegetazione (superiori di un ordine di grandezza ai costi delle sezioni fluviali topografiche).

CONCLUSIONI

I risultati preliminari ottenuti evidenziano le potenzialità di una metodologia basata sull'elaborazione di dati telerilevati per quantificare i parametri strutturali di vegetazione relativi alla resistenza al moto, almeno per i casi di vegetazione arborea o arbustiva sparsa con valori di indici di copertura e spaziatura relativa oltre una certa soglia.

Per le aree con vegetazione erbacea o arbustiva si ritiene possibile una stima di altri parametri quali il LAI da immagini satellitari (Järvelä, 2004; Nagler et al., 2004, Forzieri et al., 2008).

Quanto sopra, con gli sviluppi della ricerca in corso, potrebbe consentire un approccio a scala di asta fluviale efficiente in termini di costi e di tempo.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano il prof. Enrique Vivoni dell'*NMT di Socorro (USA)* per il contributo alla ricerca in corso, l'arch. F. Lazzari della Provincia di Lucca (progetto Interreg MEDOC III. B *Bassins Versants Mediterranees -BVM*) ed il prof. R. Nardi con l'ing. S. Sadun dell'Autorità di Bacino del Fiume Serchio per la fornitura di dati e i dott. A. Dani, E. Pini Prato e S. Schweizer per la collaborazione nelle campagne di misura. La ricerca in corso è sostenuta dal MIUR (progetto PRIN "Sistemi di monitoraggio e modelli per lo studio dei processi di eco-idrologia a diverse scale spazio-temporali").

BIBLIOGRAFIA

Andersen H.E., Reutebuch S.E. and Schreuder G.F., 2001. Automated individual tree measurement through morphological analysis of a LIDARbased canopy surface model, Proceedings of the first international precision forestry cooperative symposium.

Andersen H.E., McGaughey R.J. and Reutebuch S.E., 2005. Estimating forest canopy fuel parameters using LiDAR data, *Remote Sensing of Environment* 94: 441–449.

Autorità di Bacino del Fiume Serchio, 2006. Dati rilievo Lidar e Ortofoto colore. Tratto Campia-Calavorno.

Avery T.E., Burkhart H.E., 1994. *Forest measurements*, 4th edn. McGraw–Hill, Boston.

Darby S., 1999. Effect of riparian vegetation on flow resistance and flood potential, *J. Hydr. Div., ASCE* 125 (5):443–453

Davis P.A., Staid M.I., Plescia J.B. and Johnson J.R., 2002. Evaluation of Airborne Image Data for Mapping Riparian Vegetation within the Grand Canyon, U. S. Geological Survey.

Dudley S.J., Charles D. Bonham, Steven R. Abt & J. Craig Fischenich, 1998. Comparison of methods for measuring woody riparian vegetation density, *Journal of Arid Environments* 38: 77–86.

Forzieri G., L. Guarnieri, F. Castelli, F. Preti, E. Vivoni, 2008. Remote sensing derived woody structural parameters in riparian corridors, *ECRR 4th International Conference on River Restoration*, Venice, 16–21 June 2008

Goetz S.J., Wright R.K., Smith A.J., Zinecker E. and Schaub E., 2003. IKONOS imagery for resource management: Tree cover, impervious surfaces, and riparian buffer analyses in the mid-Atlantic region, *Remote Sensing of Environment* 88: 195–208.

Hyyppä J., Kelle O., Lehtikoinen M. and Inkinen M., 2001. A segmentation based method to retrieve stem volume estimates from 3-D tree height models produced by laser scanners, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 39: 969–975.

Järvelä J., 2004. Determination of flow resistance caused by nonsubmerged woody vegetation, *Int. J. River Basin Manage* 2 (1): 61–70.

Johansen K., Coops N.C., Gergel S.E. and Stange Y., 2007. Application of high spatial resolution satellite imagery for riparian and forest ecosystem classification, *Remote Sensing of Environment* 110: 29–44

Leckie D., Gougeon F., Hill D., Quinn R., Armstrong L., Shreenan R., 2003. Combined high-density lidar and multispectral imagery for individual tree crown analysis, *Canadian Journal of Remote Sensing* 29 (5): 633–649.

Nagler P.L., Glenn E.P., Thompson T.L. and Huete A., 2004. Leaf area index and normalized difference vegetation index as predictors of canopy characteristics and light interception by riparian species on the Lower Colorado River, *Agricultural and Forest Meteorology* 125: 1–17.

Persson Å, Holmgren J., Söderman U., 2002. Detecting and measuring individual trees using an airborne laser scanner, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 68 (9): 925–932.

Popescu S.C. and Wynne R.H., 2004. Seeing the trees in the forest: Using LiDAR and multispectral data fusion with local filtering and variable window size for estimating tree height, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 70(5): 589–604.

Provincia di Lucca, 2007, Carta ecologica dell'area di studio, Progetto BVM – Valutazioni ambientali.

Wang Q., Adiku S., Tenhunen J. and Granier A., 2005. On the relationship of NDVI with leaf area index in a deciduous forest site, *Remote Sensing of Environment* 94: 244–255.

Wu J., Wang D. and Bauer M. E., 2007. Assessing broadband vegetation indices and QuickBird data in estimating leaf area index of corn and potato canopies, *Field Crops Research* 102: 33–42.

**Estratto da “Progetto Corona verde” – 2007
Rapporto Finale – Allegato A5:
*Un grande parco di laghi e di fiume:
il Po delle cave da Carmagnola a Moncalieri¹***

RISERVA NATURALE SPECIALE DELLA LANCA DI SAN MICHELE

La Riserva, che si estende su una superficie di 162 ettari tra Carignano e Carmagnola, prende il nome da un meandro del Po abbandonato durante la piena del maggio 1977.

Nella lanca, oggi quasi totalmente interrata, trovano rifugio molte specie di uccelli, favoriti da una ricca e tipica vegetazione palustre, che annovera canne, tife, carex, ontani, salici e pioppi neri.

Rilevante è la presenza nell'area di una colonia di gruccioni. Poco più a valle della lanca, con la consulenza scientifica degli esperti del locale Museo di Storia Naturale, il Comune di Carmagnola nel 1987 ha creato il Bosco del Gerbasso, esempio "didattico" dell'antica e immensa foresta planiziale che un tempo ricopriva tutta la Pianura Padana.

Il Bosco si estende su 19 ettari e comprende un saliceto, un quercu-carpinetto ed un'area a prato.

Questo tratto di Po è caratterizzato dalla presenza dei ghiareti più vasti esistenti a monte di Torino.

Ai margini della riserva ci sono inoltre grandi laghi di cava, i quali, quando il loro sfruttamento sarà terminato, saranno recuperati a fini naturalistici, didattici e ricreativi, anche realizzando attorno ad essi percorsi ciclabili e strutture per agevolare l'osservazione della natura. La Riserva Naturale è un Biotopo Comunitario (BC 10024) ai sensi della Direttiva 92/43/CEE “Habitat”.



Fig. 1 – Riserva Naturale Speciale della Lanca di San Michele

¹ Regione Piemonte, Settore Pianificazione Aree Protette - Politecnico e Università di Torino, Dip. Interateneo Territorio

AREA COMPLESSIVA OGGETTO DI ESTRAZIONE E RECUPERO AMBIENTALE: 1.114.090 M² SUPERFICIE LAGHI A FINE COLTIVAZIONE: 630.000 M² (DI CUI 404.000 M² DEL LAGO GERMAIRE E 226.000 M² DEL LAGO MONVISO)

TEMPO DI ESERCIZIO E DURATA DEL PROGETTO DI RECUPERO AMBIENTALE: 20 ANNI

PREVISTA CESSIONE DELL'AREA AD USO PUBBLICO: 2019

Il sistema delle aree estrattive Germaire e Monviso, si colloca lungo la sponda idrografica destra del Po, nel tratto in corrispondenza della Lanca di San Michele.

È caratterizzata dalla presenza di un bacino estrattivo di maggiori dimensioni (Cava Germaire) posto nella zona meridionale del sito, in parte compreso all'interno della Lanca, ed un bacino di dimensioni ridotte (Cava S.Michele) posto nella zona nord-orientale. Complessivamente, il sito occupa una superficie di circa 115 ettari, appartenente ai Comuni di Carignano e Carmagnola.

Il sito è perimetrato dal Piano d'Area del Po con la Scheda Progettuale n.15, che ne prescrive il recupero ambientale e la rinaturalizzazione dei bacini di cava mediante la predisposizione di un progetto esecutivo di ricostruzione paesaggistica e di recupero ecologico.

Il progetto estrattivo e di recupero ambientale prevede la realizzazione di interventi di rinaturalizzazione su un'area di circa 63 ettari; la restante parte, sulla quale è svolta l'attività estrattiva, sarà destinata alla realizzazione di un bacino lacustre di profondità superiore ai 7 m dal piano di campagna originario con l'obiettivo, una volta terminata l'attività, di utilizzare i bacini come casse di laminazione spontanea del fiume in occasione di eventi di piene straordinarie.

Il complesso degli interventi di recupero, così come per gli altri siti in via di dismissione, è stato suddiviso in quattro fasi quinquennali, che interesseranno specifici lotti di intervento; al termine di ogni quinquennio i lotti riqualificati e naturalizzati saranno ceduti all'Ente Parco del Po.

Il progetto è articolato in due ambiti di intervento coincidenti con i bacini estrattivi, le cui opere sono finalizzate a:

- valorizzare dal punto di vista ambientale la fascia fluviale del Po e le superfici pianeggianti attraverso l'impianto di specie arboree ed arbustive autoctone e la costituzione di praterie cespugliate, aree prative e macchie; - valorizzare il sistema delle "acque basse", soprattutto nell'ambito Germaire, con la costituzione di arbusteti, saliceti, praterie umide, canneti, di isole galleggianti e canali ad acque più profonde;
- riqualificare la Lanca di San Michele e parte del Bosco del Gerbasso;
- incrementare la fruibilità dell'area attraverso la predisposizione di parcheggi pubblici, aree attrezzate e la realizzazione di una rete di percorsi ciclabili e pedonali.

Più precisamente, per quanto riguarda l'ambito della Cava San Michele gli obiettivi principali del progetto sono due: il primo, è di riqualificare la fascia spondale del Po, oggi fortemente degradata, attraverso l'arricchimento e l'ampliamento della vegetazione naturale, attraverso la realizzazione di aree boscate a vegetazione mesofita, macchie seriali e aree prative; il secondo, è di collegare i due ecosistemi naturali costituiti dalla Lanca di San Michele e dal Bosco del Gerbasso, che attualmente risultano separati dall'area di cava.

Si prevede inoltre la ricostituzione del tracciato dell'ex alveo del torrente Meletta, che sarà parzialmente interessato dall'ampliamento della Cava San Michele verso est.

Riveste infine una certa importanza l'aspetto del potenziamento della fruizione dell'area, indirizzata non soltanto ad un utilizzo di tipo naturalistico, ma anche di tipo ricreativo con la destinazione di zone adatte alla pratica della pesca sportiva.

Una scelta, questa, che consentirà di concentrare le attività ricreative nel bacino Monviso, tutelando le aree più sensibili, quali la lanca di San Michele e il sistema delle aree umide della Cava Germaire.

Anche per quanto riguarda l'ambito Germaire gli interventi si fondano su due obiettivi prioritari: la valorizzazione della fascia fluviale del Po e delle superfici circostanti, e la ricostituzione e la valorizzazione ambientale del sistema delle acque basse.

Nel primo caso, gli interventi sono analoghi a quelli previsti per l'ambito San Michele. Relativamente al sistema delle acque basse, prevede la costituzione, lungo le fasce litorali del bacino estrattivo di un'ampia porzione di area umida, con un corredo vegetazionale caratterizzato dalle unità tipicamente palustri, quali canneti, saliceti, praterie bagnate e arbusteti di scarpata. All'interno di questa fascia di acque basse sono stati inoltre previsti dei canali con fondali maggiori (3 m di profondità massima) ai quali è affidato il compito di favorire la vivificazione all'area di canneto e facilitare gli scambi con le acque profonde.

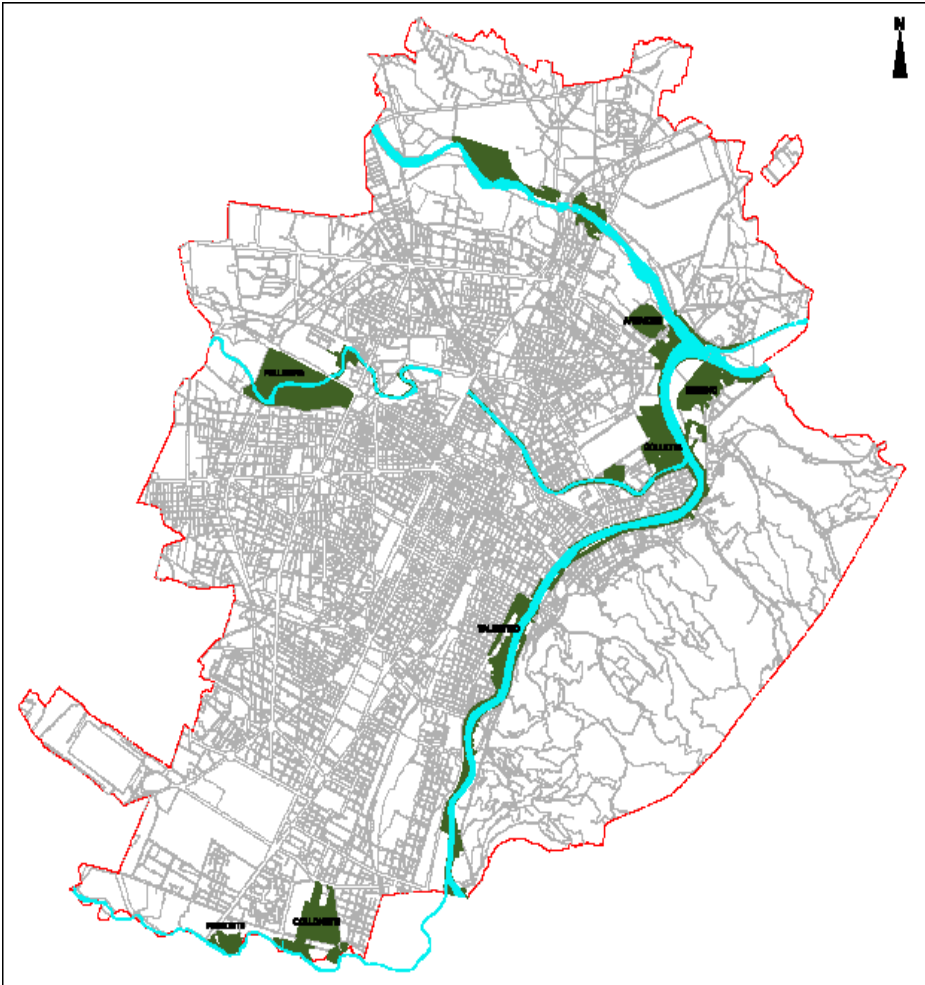


Fig. 2 – Cava Germaire e Monviso

LA GESTIONE DEL VERDE NEI PARCHI FLUVIALI DELLA CITTÀ DI TORINO

Bovo G.¹, Hosmer Zambelli D.¹

La Città di Torino dispone di un inestimabile patrimonio ambientale e paesaggistico rappresentato dal complesso di aree verdi pubbliche che si estende su oltre 18 milioni di metri quadri e rappresenta circa il 15% della superficie urbana torinese. Una cospicua fetta di questi parchi è rappresentata da superfici a diretto contatto o funzionalmente collegate ai quattro fiumi che attraversano la città (Po, Sangone, Dora Riparia e Stura di Lanzo) e che rappresentano uno dei fiori all'occhiello di questa rete del verde.



L'odierno sistema delle aree verdi fluviali della Città di Torino

Si tratta di un insieme di aree che hanno in comune il legame molto stretto con il fiume, sebbene presentino tipologie molto diverse tra loro.

Si passa, infatti da parchi consolidati e che fanno storicamente parte del tessuto cittadino, come il Parco del Valentino, fino ad aree che fungono da cerniera con il territorio non urbanizzato esterno alla città e che solo recentemente sono state rese fruibili alla cittadinanza, con uno sforzo economico e progettuale in corso da più di dieci anni.

Tale sforzo sta tuttora strappando al degrado proprio alcune zone perfluviali storicamente lasciate a se stesse e soggette ad abbandono e ad utilizzi distorti e dannosi.

Le modalità di gestione di questi parchi sono diversificate tra loro e sono strettamente legate alle differenti tipologie degli stessi.

Accanto al Valentino, uno dei parchi di maggior pregio della città e conseguentemente oggetto di una manutenzione il più possibile accurata, vi sono aree con una valenza maggiormente paesaggistica e più vicine a forme di parco agricolo piuttosto che di giardino urbano in senso stretto, dove da alcuni anni si stanno sperimentando forme di gestione del verde alternative alle classiche attività di sfalcio meccanizzato dell'erba.

¹ Comune di Torino - Settore Gestione Verde Tel. 011.4420111

Questa sperimentazione è partita con alcuni obiettivi, che ci si è prefisso di raggiungere senza rinunciare ad un'efficiente gestione del verde:

- inserire attività che valorizzino ulteriormente la funzione di cerniera che hanno questi parchi tra il territorio urbanizzato e quello agricolo che ancora circonda la città, portando al loro interno elementi di “naturalità” che sono molto apprezzati dai cittadini;
 - perseguire una gestione meno impattante possibile delle attività manutentive, riducendo l'utilizzo dei mezzi meccanizzati e riutilizzandone al meglio i prodotti di risulta;
 - ottimizzare le sempre più scarse risorse destinate alla manutenzione ordinaria del verde cittadino.
- In quest'ottica sono state inserite nelle procedure gestionali alcune opzioni, alternative o sinergiche tra loro in base alla specifica tipologia di ogni singolo parco.

MANUTENZIONE DIFFERENZIATA DELLE SUPERFICI

Gli sfalci non sono più stati eseguiti in modo uniforme su tutta la superficie di ogni parco, cercando di differenziarle sia in base alle caratteristiche della vegetazione e della fruizione (sfalci frequenti solo nelle zone più frequentate o più legate ad una percezione per così dire “a giardino” da parte dell'utenza), sia tenendo conto di aspetti più ecologici come, ad esempio, lo sfalcio delle zone prossime alle sponde fluviali ridotto al minimo ed effettuato in periodi tali da non interferire con la nidificazione dell'avifauna ivi presente.

FIENAGIONE

Si è cercato di andare oltre le prescrizioni vigenti in tutti gli altri parchi cittadini, dove le imprese appaltatrici dei servizi di ordinaria manutenzione del verde sono già da tempo obbligate a conferire alla raccolta differenziata o a compostare i prodotti di risulta degli sfalci dell'erba, con l'obiettivo di un riutilizzo più efficiente della sostanza organica con la produzione di foraggio.



Fienagione alla confluenza tra il Po e la Stura di Lanzo

In questo caso infatti l'erba è stata lasciata crescere un po' di più (in genere si effettuano quattro tagli l'anno), prescrivendo che fosse poi utilizzata come alimento per il bestiame.

PASCOLO

L'ultima sperimentazione in ordine di tempo è consistita nell'utilizzo del pascolo bovino ed ovino in luogo degli sfalci meccanizzati, con l'intento di aggiungere un ulteriore e significativo elemento di rinaturalizzazione di queste aree legato alla presenza degli animali, ancorché domestici.



Seppur con qualche problema di ordine pratico da migliorare ulteriormente (i bovini sono risultati eccessivamente impattanti per le loro deiezioni, la sorveglianza del bestiame al pascolo deve essere continua e particolarmente accurata per evitare danni alla vegetazione arborea di recente impianto), gli animali hanno riscosso un notevole successo nei cittadini e sono stati anche lo spunto per alcune attività didattiche per i bambini della scuola dell'obbligo.

Gli animali esercitano un'attrattiva notevole sugli utenti (Parco del Meisino)

