

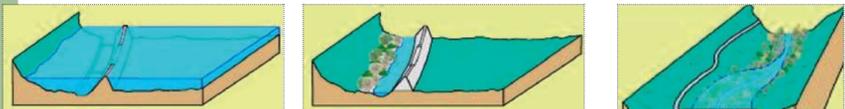
Principali tipologie di intervento di riqualificazione dei corsi d'acqua

Forestazione

Se si costituisce un bosco ripario attraverso un intervento di forestazione si deve puntare ad ottenere la massima diversità strutturale e genetica, rispettando la successione specifica tipica del bosco ripariale. Per questo è vantaggioso:

- garantire la disetaneità degli esemplari e un rapporto bilanciato tra i sessi;
- reperire gli esemplari da un'area geografica relativamente vasta;
- rispettare la caratteristica successione di specie;
- la scelta del sito per lo sviluppo del bosco non deve compromettere la permanenza di altri ambienti (ad esempio aree umide e canneti).

L'impianto va pianificato a scala di bacino, privilegiando aree in grado di garantire una maggiore connessione delle formazioni vegetali lungo il corridoio fluviale. Le aree interposte tra stretti meandri, ad esempio, sono spesso siti ideali per la formazione di boschi ripari; le frequenti inondazioni favoriscono la formazione di boschi impaludati, ambienti ad elevata biodiversità ormai divenuti rarissimi.

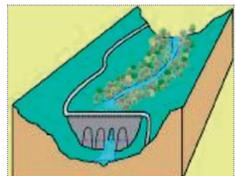
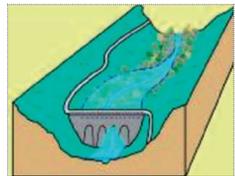


Casse in derivazione (sopra).

Sono separate dal corso d'acqua e dal territorio da argini progettati per una data portata, per eventi di minore entità la cassa non entra in funzione e deve anzi mantenersi vuota per accogliere la piena di progetto.

Casse in linea (a destra).

Prevedono uno sbarramento trasversale munito alla base di bocche che lasciano transitare le portate inferiori a quella di progetto che la cui portata eccedente, nel caso si verifichi, riempirà l'invaso a monte dello sbarramento formando un lago temporaneo.



Valorizzazione naturalistica delle casse di espansione esistenti.

Le nuove grandi opere per la laminazione delle piene a monte di siti vulnerabili (es. centri abitati), le cosiddette casse di espansione, dovrebbero essere sottoposte ad una attenta valutazione preliminare. Si tratta, infatti, di opere molto costose e di grande impatto per l'ecologia fluviale, il cui bilancio costi benefici è discutibile dal momento che spesso il tempo di ritorno delle piene di progetto può essere dell'ordine di 100 anni durante i quali l'opera deve essere tenuta in massima efficienza con alti costi di manutenzione. La capacità di laminazione delle piene, peraltro è stata tolta in passato ai fiumi con le opere di canalizzazione e regimazione, quindi progettando la riqualificazione di un fiume è possibile recuperare questa proprietà ridando spazio al fiume senza necessariamente realizzare ulteriori opere. Premessa quindi la necessità di un'attenta valutazione della reale utilità di nuove realizzazioni, le casse di espansione esistenti sono comunque costituite da grandi superfici periferuviali confinate, nelle quali l'edificazione è impedita ed è quindi ipotizzabile un indirizzo di uso del territorio agricolo/semi-naturale o addirittura naturale (es. zona umida). In questo caso è preferibile, soprattutto se le casse di espansione esistenti ricadono in fasce di corridoio di rete ecologica, prevedere un indirizzo naturalistico. Di seguito si schematizzano gli interventi prevedibili negli ambiti della cassa per ottimizzare le opportunità di mitigazione ambientale di questo genere di manufatti.

TIPO DI INTERVENTO	DOVE				
	Interventi su opere trasversali di controllo (casce di espansione in linea)	Sfioratori delle casce di espansione in derivazione	Eventuali canali derivatori o scolmatori delle casce	Aree interne della cassa	Aree limitrofe alla cassa
Realizzazione di rampe per la risalita dei pesci in caso di sbarramento critico per determinate specie	x				
Interventi di mascheramento con vegetazione ripariale e/o opere di ingegneria naturalistica	x	x			
Utilizzo, preferenziale, di strutture elastiche in pietrame e/o gabbioni al posto di strutture in cemento, nei punti di intensa sollecitazione idraulica		x	x		
Utilizzo delle tecniche della riqualificazione fluviale per eventuali canalizzazioni			x	x	
Scavi sottofalda diversificazione di morfologia e creazione di zone umide permanenti				x	x
Previsione di porzioni rialzate sulla quota di fondo della cassa, con impianti di vegetazione arborea che ad invaso completo, fungerebbero da isolotti					x
Impianto arboreo di mascheramento degli argini perimetrali della cassa					x



Creazione di ambienti umidi interni alla cassa.

Le lavorazioni di scavo delle aree interne alla cassa possono costituire l'occasione per realizzare ambienti umidi semi/permanenti di neo formazione, qualora venga intercettata la falda acquifera.



Abbassamento dei piani golenali.

Le quote del piano campagna nell'area interna di una cassa di espansione vanno abbassate attraverso movimenti terra in modo da creare una capacità di invaso/laminazione delle portate di piena.



Diversificazione delle morfologie.

Aree interne alla cassa, non sottoposte a sollecitazioni idrauliche possono essere oggetto di lavorazioni supplementari rivolte alla complicazione e diversificazione delle morfologie degli ambienti acquatici con positive ricadute sulla biodiversità.

Ambito

Reti ecologiche e corsi d'acqua naturali

Tipo intervento

Ripristino di funzionalità ecosistemica di corridoi fluviali

Soggetti responsabili principali

AIPO, Regione, Provincia, Comuni, Consorzi Irrigui

Altri attori

Eventuali altri attori istituzionali e non, promotori di stimoli, interessi e progettualità ambientali; Progettisti; Facilitatori nel processo di definizione degli obiettivi progettuali

Principali strumenti normativi

PTA, PAI, PSFF e altri

Principali strumenti partecipativi

Accordo di pianificazione - Agenda XXI - Contratti territoriali Pubblico/Privato

Principali strumenti culturali

Sensibilizzazione e formazione degli amministratori e dei tecnici degli enti locali

Descrizione

I corsi d'acqua naturali sono corridoi elettivi per una rete ecologica multifunzionale. Una corretta gestione di questi elementi richiede un approccio multidisciplinare e multiobiettivo per la progettazione e gestione di eventuali interventi che consideri la complessità dell'ecosistema fluviale nell'insieme degli aspetti, biologici, geomorfologici, idraulici, di qualità delle acque, paesaggistici ecc. In un'ottica di Riqualificazione Fluviale-RF (River Restoration) il ripristino di buone condizioni di salute dei corsi d'acqua e del territorio ad essi strettamente connesso, è il risultato di un insieme integrato e sinergico di azioni e tecniche anche molto diverse (dal giuridico-amministrativo-finanziario allo strutturale). La riqualificazione di corridoi fluviali è quindi un processo molto complesso e richiede sempre una valutazione a scala di bacino o almeno di tratto, dove la tecnica da adottare è solo la tappa finale di un percorso di progettazione integrata. In generale l'azione scelta deve mirare a ripristinare le dinamiche naturali del corso d'acqua e pertanto anche il non intervento o il minimo intervento per lasciare che il fiume riqualifichi il proprio ambito di pertinenza, può costituire una tecnica di riqualificazione fluviale. Più la qualità del sistema fluviale è compromessa, maggiore sarà la difficoltà di innescare un processo di "autoriqualificazione" e rinaturalizzazione, che dovrà essere quindi attivato attraverso specifici interventi.

L'approccio della RF prevede una accurata conoscenza propedeutica dei problemi e delle tendenze evolutive che caratterizzano il corso d'acqua alle diverse scale (dal bacino fino alle strutture localizzate) che mira a definire una vision del fiume che costituisce il miglior compromesso tra la situazione attuale e lo stato teorico del fiume in un contesto completamente naturale. La RF interviene in un'ottica multiobiettivo sostenendo che ad un maggiore stato naturale del fiume (ripristino dei processi biologici, geomorfologici, idraulici) corrisponde una maggiore possibilità di soddisfare contemporaneamente obiettivi diversi di tipo ambientale, sociale ed economico.

La completa funzionalità dell'ecosistema fluviale si esplica grazie al mantenimento della continuità biologica, idrica e morfologica in tre direzioni:

- **Longitudinale:** dalla sorgente alla foce il fiume trasporta materia ed energia che vengono trasformate e riciclate grazie all'azione delle comunità di organismi che in esso vivono;
 - **Laterale:** lo scambio di sedimenti e materia organica con gli ecosistemi terrestri circostanti, attraverso periodiche esondazioni, è un processo naturale necessario per un giusto equilibrio sedimentologico, morfologico e trofico dei fiumi e permette il mantenimento di preziosi habitat ripariali;
 - **Verticale:** il fondo dell'alveo è una importata area di interscambio idrico e biologico tra acque superficiali e sotterranee che contribuisce enormemente all'autodepurazione delle acque;
- Sono quindi da evitare tutti gli interventi che interrompono o alterano la connessione fisica dell'ecosistema fluviale nelle tre direzioni sopra descritte (es. sistemazioni spondali, briglie, traverse, arginature ecc.).

Questi si giustificano in genere solo se sono molto localizzati e strettamente legati alla difesa di un bene (che valga davvero di più dell'opera da realizzare). Tali interventi seppur puntuali devono comunque essere inseriti in un progetto più ampio che ne preveda gli effetti a scala di bacino o almeno di tratto e devono adottare metodi biotecnici (es. ingegneria naturalistica) che esaltino il ruolo di "corridoio ecologico" del fiume, minimizzando le influenze negative sulle dinamiche morfo/idrologiche ed ecosistemiche del corso d'acqua.

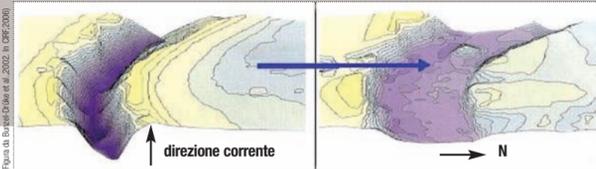
Indicazioni operative

Gli interventi di riqualificazione possono riguardare l'alveo inciso, le fasce riparie e le aree alluvionali. Per il ripristino di un corridoio ecologico fluviale, in generale, è necessario il recupero della diversità morfologica del fiume, come premessa per il recupero delle altre valenze (biodiversità, capacità autodepurative, capacità di laminazione delle piene, diversità e gradevolezza del paesaggio ecc.). La diversità morfologica, infatti, condiziona le caratteristiche idrauliche del fiume e la colonizzazione dei macro e micro habitat acquatici e terrestri da parte della flora e della fauna. Questi fattori, a loro volta, contribuiscono attivamente al mantenimento della qualità ambientale e della sicurezza idrogeologica del territorio. Alcuni interventi inoltre possono accelerare il recupero di determinati microambienti e favorire così la colonizzazione di particolari specie e gruppi animali o vegetali. Non potendo abbracciare l'intera gamma di possibili azioni atte alla riqualificazione di un corridoio fluviale, se ne sintetizzano alcune.

Sintesi di alcune possibilità di intervento, divise per abito di pertinenza.

ALVEO	FASCIA RIPARIA	AREE ALLUVIONALI
<ul style="list-style-type: none"> • Riempimento e allargamento di alveo inciso • Inserimento di strutture in alveo per la diversificazione del substrato • Ricreazione di raschi e pozze • Ripristino di sedimenti del fondo • Rimozione di opere trasversali • Cumuli di tronchi ricostruiti • Costruzione di isole fluviali • Dispositivi per la diversificazione del substrato • Allargamento dell'alveo • Ripristino di un tracciato sinuoso • Deflettori di corrente • Impianti e dispersione naturale di vegetazione acquatica • Inserimento di detriti legnosi grossolani in alveo • Introduzione di letti di frega • Dispositivi per la diversificazione del substrato • Costruzione di passaggi per pesci • Incremento sinuosità e ricreazione meandri 	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzione o restituzione di aree di margine alle libere dinamiche fluviali • Variazioni delle dimensioni della sezione • Corretta gestione o impianto di vegetazione (fasce boscate) • Ricoveri per pesci sottosponda • Creazione di siti perfluviali per l'ittiofauna • Rimozione di difese spondali non necessarie 	<ul style="list-style-type: none"> • Geometria sezione multistadio • Ricreazione aree umide • Ricreazione canali secondari • Rigenerazione di un bosco ripario • Ripristino dell'inondabilità della piana

INTERVENTI IN ALVEO



Allargamento della sezione.

Mediante escavazione di materiali dalle sponde e dalle aree circostanti e l'eventuale immissione di sedimenti nell'alveo inciso si possono ottenere diversi tipi di risultati: riduzione (e diversificazione) della velocità di corrente; arresto dell'erosione verticale; aumento degli scambi con la falda; ripristino di sponde naturali e di relativi habitat; ripristino di forme fluviali (barre, isole, anse) e di aree estese soggette all'azione della dinamica fluviale; ricreazione di siti favorevoli all'avifauna; habitat per la fauna ittica. L'allargamento dell'alveo può essere prospettato solo come parte di un più complesso sistema di misure volto a riequilibrare il naturale bilancio sedimentologico, poiché l'imposizione di una forma artificiale difficilmente potrà automantenersi. In corsi d'acqua a debole energia, in particolare nei fossi e nei piccoli corsi d'acqua di pianura si hanno maggiori possibilità di successo.



Ripristino di un tracciato sinuoso.

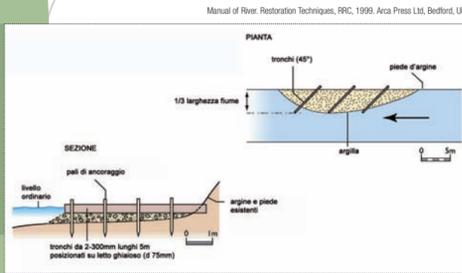
Il ripristino di un andamento meandriforme è proponibile solo nei tratti che naturalmente avrebbero tale morfologia (tratti di pianura su substrato alluvionale) e che sono stati rettificati in un passato più o meno recente. Questo intervento innesta una catena di effetti che ripercorrono in senso inverso la sequenza innescata dalla precedente rettifica e canalizzazione: riduzione della pendenza; riduzione della velocità media della corrente; maggior sedimentazione; innalzamento del fondo (e diversificazione: raschi, pozze, barre; innalzamento del pelo libero dell'acqua; tendenza all'aumento del livello della falda nella valle fluviale). Informazioni preziose alla progettazione degli interventi possono derivare sia dall'analisi del tracciato originario (es. cartografie recenti e storiche, foto interpretazione, studio della vegetazione dei paleoalvei), sia prendendo come modello altri tratti dello stesso corso d'acqua (o di altri vicini della stessa tipologia). Il ripristino o la nuova

costruzione di anse lungo un tratto fluviale prevede due principali modi di procedere:

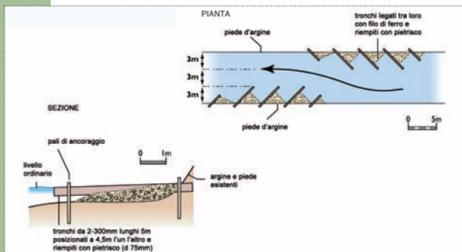
- una tecnica costruttiva veloce, più adatta a corsi d'acqua a bassa energia, in cui la morfologia desiderata è ottenuta direttamente, attraverso opportuni movimenti di terra;
- una tecnica lenta (più adatta a corsi d'acqua a maggior energia), in cui la costruzione dei meandri è affidata all'azione della corrente, opportunamente guidata: ad esempio attraverso la rimozione di opere rigide (es. difese spondali), eventualmente coadiuvata dalla disposizione alternata di deflettori che, deviando la corrente verso la riva opposta, inducono l'erosione delle sponde e la formazione di anse.

Costruzione di isole fluviali.

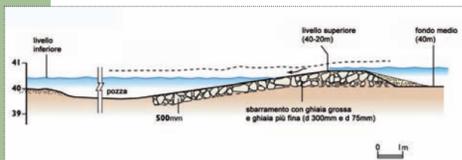
Presuppone un'attenta analisi per accertare l'esistenza delle condizioni di base necessarie alla sua persistenza (in primo luogo regime idrologico e trasporto solido). Questi elementi costituiscono importanti rifugi per la fauna selvatica, protetti da disturbi antropici grazie alla scarsa accessibilità. Nei piccoli corsi d'acqua a bassa energia l'isola può essere realizzata scavando in prossimità delle sponde e depositando il materiale al centro dell'alveo. Il suo sviluppo può essere favorito dall'impianto di vegetazione (ad es. un canneto, un saliceto) che consolida la testa dell'isola e ne favorisce l'accrescimento, intrappolando i sedimenti trasportati dalla corrente. Isole fluviali possono però essere realizzate anche in corsi d'acqua ad alta energia ad esempio scavando un alveo secondario.



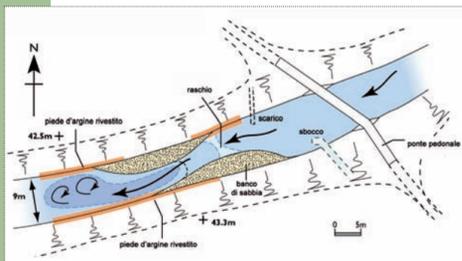
(1)



(2)



(3)



(4)

Ripristino di pozze e raschi (3-4).

La presenza di raschi e pozze assolve numerose funzioni:

- diversificazione degli habitat per il rifugio, la riproduzione e la vita di organismi acquatici animali e vegetali;
- favorisce gli scambi tra acque superficiali e di subalveo che garantiscono importanti processi di autodepurazione dell'acqua;
- favoriscono la ritenzione di materia organica creando "scorte" di cibo per gli organismi del fiume.

Per ricreare pozze e raschi o aumentarne il rapporto si possono introdurre in alveo massi o larghi tronchi. In questo modo in prossimità dei massi e nei punti di convergenza del flusso il substrato viene spazzato dalla corrente (generando una buca), mentre poco più a valle, depositandosi, genera una barra. Questo è un metodo molto economico. La collocazione dei massi va eseguita nei periodi di magra per garantire le migliori condizioni operative dei mezzi meccanici; le dimensioni dei massi dipendono da quelle del corso d'acqua, dall'andamento delle portate e dalla stabilità dell'alveo; il posizionamento presso le rive va valutato attentamente in quanto rischia di innescare processi erosivi. In alternativa ai massi possono essere utilizzati di larghi tronchi (o loro cumuli) lungo le sponde o in pieno alveo.



Deflettori di corrente (1-2).

Hanno la duplice funzione di protezione spondale e diversificazione morfologica del corso d'acqua. Sono realizzabili in materiali diversi (combinazioni di tronchi, pietrame, gabbionate, reti metalliche), di facile costruzione, economici e facilmente modificabili anche in seguito per adattarli alle condizioni del sito. Permettono di simulare la sinuosità dell'alveo anche in situazioni di tratti rettificati se non è possibile rimuovere le arginature.

Tra le indicazioni di base tratte dall'esperienza si ricorda:

- per conferire al filone principale della corrente un andamento sinuoso, all'interno di alvei rettificati, i deflettori vanno posizionati alternativamente sulle sponde opposte ad una distanza 5-7 volte la larghezza dell'alveo;
- evitare tratti con substrato molle e/o instabile o con elevato trasporto solido (possibilità di occlusioni) e, se necessario, stabilizzare la sponda opposta al deflettore; evitare installazioni in tratti con pendenza superiore al 3% o con forti oscillazioni di portata.

Tali interventi sono utili per:

- innescare o facilitare lo sviluppo di meandri entro tratti canalizzati;
- incrementare localmente la velocità di corrente;
- restringere e approfondire l'alveo;
- favorire la formazione di sequenze buche-raschi;
- stimolare la formazione di barre, incoraggiando lo sviluppo della vegetazione riparia;
- fornire un substrato duro per la colonizzazione di alghe e muschi e delle comunità di invertebrati ad essi associate.



Habitat per i pesci.

Per favorire la fauna ittica è necessario creare aree idonee per l'alimentazione, la riproduzione e il riparo:

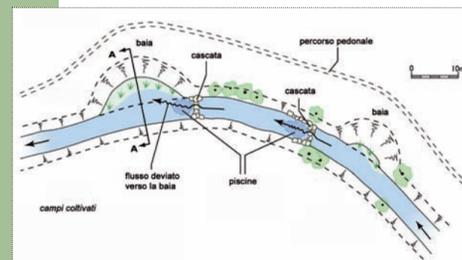
- non rimozione di tronchi e cumuli vegetali in alveo;
- introduzione di cumuli di detriti legnosi grossolani (es. pezzi di tronco e di rami dal bosco ripario, taglio o incisione tronchi o rami già a ridosso dell'alveo bagnato);
- creazione di raschi e pozze (come letti di frega);
- introduzione di letti di ghiaia in alveo (come letti di frega);
- deflettori che indirizzino la corrente in habitat chiave (es. ricoveri sottosponda);
- costruzione di passaggi pesci.

esempi

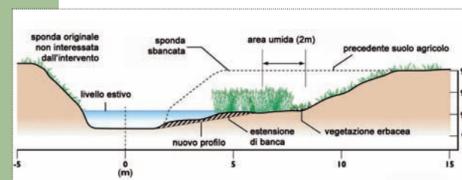
INTERVENTI SULLE SPONDE

Creazione di aree di margine.

Le sponde naturali sono considerate aree di margine (zone di transizione tra l'ambiente acquatico e quello terrestre) e per questo ricche di biodiversità animale e vegetale. La costruzione diretta di aree di margine è indicata solo per corsi d'acqua a bassa energia (principalmente fossi), mediante movimenti di terra che differenziano in altezza, profilo e larghezza la struttura del margine, in modo da accrescere la diversità ambientale. Nei corsi d'acqua ad elevata energia la ricostruzione della morfologia naturale non può essere diretta, ma affidata alla corrente. In questo caso l'intervento principe consiste nella rimozione delle opere (es. difese spondali) che impediscono al fiume di "ricostruire" la propria forma.



(4)



Manual of River Restoration Techniques, RRC, 1999. Arca Press Ltd, Bedford, UK



Impianto o mantenimento della vegetazione per ridurre l'erosione spondale (solo dove necessario).

La vegetazione spondale ha molte funzioni tra cui la creazione di habitat, il consolidamento delle sponde e il rallentamento della corrente. Il suo ripristino o mantenimento favorisce quindi la biodiversità e diminuisce la forza erosiva del fiume. Il suo impianto, infatti, è spesso associato ad interventi di difesa spondale con tecniche di ingegneria naturalistica. Molte esperienze dimostrano ormai l'efficacia che un corso d'acqua rivestito svolge contro il rischio idraulico, tanto da indurre alla decementificazione di argini esistenti. In generale la scelta delle tecniche deve derivare da una corretta analisi conoscitiva delle problematiche, dei rischi e delle loro cause. Il principio guida deve essere quello di lasciare al fiume lo spazio che si è conquistato, stabilizzando la sponda lungo la linea che ha raggiunto e di procedere alla ricostituzione dei terreni erosi (attraverso apporti di terreno dall'esterno o prelevati in alveo).

Costituiscono aspetti fondamentali nella definizione dell'intervento:

- 1) l'identificazione del meccanismo di instabilità spondale;
- 2) l'individuazione delle cause (queste possono essere specifiche del sito o derivare dalle condizioni del tratto/tronco fluviale in cui esso è inserito);
- 3) identificazione dei rischi (per le componenti antropiche e per quelle ambientali);
- 4) stabilire la piena di progetto ovvero il tempo di ritorno con cui si possono verificare portate tali da rendere instabili le opere di difesa e riattivare l'erosione;
- 5) determinare almeno la distribuzione degli sforzi tangenziali sulla sponda, livello idrico, massimo scavo al piede di sponda;
- 6) valutare l'andamento planimetrico della sponda nello stato di progetto, in relazione al suo andamento nello stato di fatto e antecedentemente all'attivazione dell'erosione;
- 7) riconoscere la dinamica naturale del fiume: il corso d'acqua sta cercando di raggiungere una nuova condizione di equilibrio o si sta destabilizzando? L'indagine morfo/idrologica deve essere compendiata da un'analisi della qualità ecosistemica fluviale e riparia per integrare la connotazione di miglioramento naturalistico agli interventi spondali;
- 8) valutazione dell'impatto delle fasi di lavorazione durante la realizzazione che deve essere ridotto al minimo;
- 9) definizione del piano di manutenzione e di monitoraggio.

INTERVENTI NELLE PIANE ALLUVIONALI



(Foto: Savoni G)

Ricostruzione di zone umide.

La presenza di zone temporaneamente o perennemente sommerse dall'acqua nella piana costituisce un elemento di grande importanza dal punto di vista ambientale.

Per individuare il sito dell'intervento è utile la consultazione di mappe storiche che riportino la localizzazione di aree frequentemente inondate o antiche tracce di forme fluviali (bracci, canali, stagni) ed è essenziale la conoscenza delle oscillazioni del livello della falda freatica, per garantire la permanenza delle condizioni di umidità ottimali.

È possibile ricostruire:

- **Stagni temporanei o permanenti** mediante uno scavo e/o la creazione di una soglia sfiorante per aumentare la frequenza d'inon-dazione anche da parte delle piene con basso tempo di ritorno
- **Bracci morti e lanche** mantenute mediante un piano di escavazione, in molteplici stadi di successione, di limitate porzioni del fondo (sfalsate nel tempo e nello spazio) e inserendo strutture a protezione dell'area umida ripristinata (es. una bosaglia riparia al contorno del braccio morto evita, grazie all'ombreggiamento, l'eccessivo sviluppo di macrofite e di fitoplancton nelle acque).

Ripristino del bosco ripario.

La vegetazione riparia svolge un ruolo chiave nell'assetto morfologico ed ecologico dei sistemi fluviali. È quindi essenziale il suo mantenimento e ripristino che possono essere ottenuti per rigenerazione spontanea o tramite forestazione.

Rigenerazione spontanea.

Tra le condizioni più importanti per creare o assicurare la rigenerazione spontanea di un bosco igrofilo ripario vi sono:

- una portata tale da allagare periodicamente l'area, mantenendo per un certo periodo una lama d'acqua che favorisca la crescita e l'affermazione delle specie riparie e, ostacoli le specie che non tollerano periodi di sommersione più o meno prolungati; è importante mantenere condizioni di umidità nella prima stagione vegetativa;
- alternanza di periodi di sommersione ed emersione dell'area inondabile per favorire la distribuzione dei semi e l'attecchimento delle pianticelle;
- presenza di siti aperti e non ombreggiati per le specie pioniere;
- esposizione a correnti di piena capaci di rimodellare il substrato per creare un mosaico di condizioni pedologiche e quindi una grande varietà di opportunità per la rigenerazione;
- presenza di un "serbatoio di semi" lungo il corso d'acqua, quale un bosco igrofilo a valle o a monte che favorisca la diffusione di semi;
- per piane inondabili create ex novo è necessario conferire al terreno rugosità, mediante la formazione di avvallamenti e rilievi per favorire al passaggio della piena la formazione di aree più asciutte e aree di sommersione.

