



Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale

# R RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE

Numero 2/2009

speciale

## ATTI del 1° CONVEGNO ITALIANO SULLA RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE

Sarzana, 18 - 19 giugno 2009

### SESSIONE A

La riqualificazione fluviale nella pianificazione territoriale e di bacino

### SESSIONE B

Strumenti e metodi per la riqualificazione fluviale

### SESSIONE C

Educazione e fruizione; la "cultura del fiume"

### SESSIONE D

Interventi e progetti di riqualificazione fluviale in Italia

Questa pubblicazione e tutti gli articoli in essa contenuti sono rilasciati sotto licenza Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 2.5, ovvero

**Tu sei libero:**

- di riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire e recitare quest'opera

**Alle seguenti condizioni:**

 **Attribuzione.** Devi attribuire la paternità dell'opera nei modi indicati dall'autore o da chi ti ha dato l'opera in licenza e in modo tale da non suggerire che essi avallino te o il modo in cui tu usi l'opera

 **Non commerciale.** Non puoi usare quest'opera per fini commerciali.

 **Non opere derivate.** Non puoi alterare o trasformare quest'opera, né usarla per crearne un'altra.

- Ogni volta che usi o distribuisce quest'opera, devi farlo secondo i termini di questa licenza, che va comunicata con chiarezza.
- In ogni caso, puoi concordare col titolare dei diritti utilizzi di quest'opera non consentiti da questa licenza.
- Questa licenza lascia impregiudicati i diritti morali.

Le utilizzazioni consentite dalla legge sul diritto d'autore e gli altri diritti non sono in alcun modo limitati da quanto sopra.

Questo è un riassunto in linguaggio accessibile a tutti del Codice Legale (la licenza integrale) che si può consultare sul sito internet <http://creativecommons.it/licenze>

---

**DIRETTORE RESPONSABILE**

Marco Monaci

**REDAZIONE - COMITATO DI VALUTAZIONE E REVISIONE DEI CONTRIBUTI**

Andrea Agapito Ludovici

Giuseppe Baldo

Simone Bizzi

Bruno Boz

Giulio Conte

Giuseppe Dodaro

Andrea Goltara

Giancarlo Gusmaroli

Rocco Lafratta

Laura Leone

Marco Monaci

Andrea Nardini

Giuseppe Sansoni

Patrizio Scarpellini

Ileana Schipani

Giuliano Trentini

**COMITATO ORGANIZZATORE DEL CONVEGNO**

Laura Leone, Giuliano Trentini, Marco Monaci, Andrea Goltara, Bruno Boz, Andrea Nardini, Simone Bizzi, Paola Marangoni

**HANNO COLLABORATO A QUESTO NUMERO**

Paolo Andreani, Giorgio Cacciabue, Lorenzo Canciani, Claudio Cavazza, Mario Clerici, Andrea Colombo, Angelo D'Eramo, Vito Debrando, Andrea Ebone, Elena Facchini, Mario Fantesini, Christian Farioli, Ireneo Ferrari, Federico Gasperini, Caterina Ghirardo, Rocco Lafratta, Mauoro Lafratta, Bruno Maiolini, Fabrizio Malaggi, Cesare Martignoni, Michael Nones, Riccardo Paita, Fausto Pardolesi, Sandro Peduzzi, Cesare Mario Puzzi, Gian Luigi Rossi, Davide Sormani, Giacinto Straniero, Paolo Varese, Pierluigi Viaroli, Cinzia Zugolaro

**GRAFICA E IMPAGINAZIONE**

Anna Polazzo

**FOTO DI COPERTINA**

Giuseppe Sansoni

## SOMMARIO

---

- 5 ■ EDITORIALE**  
*Andrea Goltara, Marco Monaci*
- 8 ■ RELATORI INVITATI**
- 8 **Come stanno i fiumi italiani e in che modo ne valutiamo lo stato di salute?**  
*Gian Luigi Rossi e Claudia Rossato, ENEA*
- 15 **Ricerca ecologica e riqualificazione fluviale**  
*Pierluigi Viaroli e Marco Bartoli, Università di Parma*
- 23 **Misure di mitigazione degli impatti della produzione idroelettrica sugli ecosistemi fluviali**  
*Bruno Maiolini, IASMA - Fondazione Edmund Mach*
- 29 ■ SESSIONE A: la riqualificazione fluviale nella pianificazione territoriale e di bacino**
- 29 **La riqualificazione fluviale nella pianificazione e nell'attività dell'Autorità di Bacino interregionale del fiume Magra: esperienze, difficoltà, opportunità, risultati**  
*Francesca Pittaluga e Riccardo Paita, Autorità di bacino interregionale del fiume Magra*
- 34 **Il recupero morfologico del fiume Po**  
*Andrea Colombo e Francesco Tornatore, Autorità di Bacino del Fiume Po*
- 40 **Caratterizzazione dello stato ecologico e approccio integrato per la definizione del piano di sistemazione del fiume Sangro (Abruzzo, Italia)**  
*Angelo D'Eramo et al., Autorità dei Bacini di rilievo regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Sangro*
- 48 **La gestione della vegetazione ripariale, da un approccio idraulico ad uno integrato: indirizzi e linee d'azione in Piemonte**  
*Giorgio Cacciabue et al., Regione Piemonte*
- 53 **Proposta di metodologia speditiva per l'analisi ed il miglioramento della fascia di vegetazione riparia e dell'interazione con l'uso del suolo circostante**  
*Lorenzo Canciani, Autorità di Bacino del Reno; Claudio Cavazza, Servizio Tecnico Bacino Reno*
- 62 **Analisi critica delle problematiche derivanti dall'esercizio delle competenze in materia di demanio fluviale**  
*Giacinto Straniero, Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno*
- 70 **Il Contratto di Fiume del torrente Sangone. Un percorso innovativo di corresponsabilizzazione locale**  
*Cinzia Zugolaro et al.*
- 76 ■ SESSIONE B: Strumenti e metodi per la riqualificazione fluviale**
- 76 **La modellazione numerica nei progetti di riqualificazione fluviale: il caso Ewijkse Plaat, Paesi Bassi**  
*Elena Facchini et al.*

- 83 **Modello idro-morfo-biodinamico per l'analisi del bilancio di sedimenti a scala di bacino nel fiume Adige**  
*Michael Nones et al.*
- 89 **La gestione degli habitat Natura 2000 come elemento della riqualificazione fluviale**  
*Paolo Varese et al., Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente*
- 98 ■ SESSIONE C: Educazione e fruizione; la "cultura del fiume"**
- 98 **La tutela degli ecosistemi fluviali attraverso la partecipazione**  
*Federico Gasperini, Legambiente*
- 105 **Educazione e partecipazione su temi di ricostruzione ecologica nelle province rivierasche del Po**  
*Ireneo Ferrari et al., CIDIEP*
- 108 **Dal WAP all'UdP, passando per il Progetto Mincio e il Labter-Crea, una storia lunga un fiume: trent'anni e oltre di educazione, formazione, informazione, comunicazione e azioni ambientali nelle terre del Mincio**  
*Bruno Benasi et al., LABTER-CREA*
- 117 ■ SESSIONE D: Interventi e progetti di riqualificazione fluviale in Italia**
- 117 **Riqualificazione fluviale in Alto Adige: gli interventi sul basso corso del torrente Aurino (Bz)**  
*Caterina Ghirardo, Provincia di Bolzano*
- 124 **La rinaturazione del fiume Po: strategie e progetti**  
*Christian Farioli, Autorità di bacino del Fiume Po*
- 134 **Realizzazione di un passaggio artificiale per pesci presso lo sbarramento d'incile tra il Lago di Lugano e il Fiume Tresa e monitoraggio in continuo mediante telecamera**  
*Cesare Mario Puzzi et al., G.R.A.I.A., Repubblica Canton Ticino*
- 140 **Gestione integrata e riqualificazione fluviale nel Cantone Ticino: interventi sul fiume Ticino da Bellinzona alla foce nel Lago Maggiore**  
*Sandro Peduzzi et al., Cantone Ticino, Fondazione Bolle di Magadino*
- 148 **Progetto Dem.O.S - Demanio Oglio Sud. La gestione del Demanio Fluviale nel Parco Oglio Sud**  
*Fabrizio Malaggi, Parco Oglio Sud*
- 154 **Laminazione delle piene e riqualificazione fluviale in Romagna**  
*Davide Sormani e Fausto Pardolesi, Regione Emilia Romagna*
- 164 **Interventi di riqualificazione morfologico - ambientale dei canali di bonifica nella provincia di Modena**  
*Mario Fantesini et al., Consorzio della Bonifica Parmigiana Moglia Secchia*
- 170 **Gli interventi di riqualificazione sui corsi d'acqua della provincia di Viterbo**  
*Paolo Andreani, Provincia di Viterbo*
- 166 **Progetto Wetland: progetto per la salvaguardia attiva degli habitat umidi lungo la fascia fluviale del fiume Volturno**  
*Rocco Lafratta e Mauro Lafratta*



# Editoriale

Questo terzo numero della rivista è dedicato interamente agli atti del Primo Convegno Italiano sulla Riqualificazione Fluviale, che il CIRF ha organizzato a Sarzana il 18 e 19 giugno, in occasione del decennale dalla sua fondazione. L'obiettivo, ancora una volta, è stato quello di creare un'occasione di scambio di esperienze, quesiti e prospettive relative alle azioni per il miglioramento dello stato ecologico dei corsi d'acqua e più in generale alla sostenibilità della pianificazione e gestione di bacino. Ci auguriamo che sia stato centrato e che gli oltre duecentocinquanta partecipanti ne siano usciti con nuove idee e stimoli per migliorare lo stato dei nostri fiumi.

Buona lettura e al prossimo appuntamento.

**ANDREA GOLTARA**

Direttore Generale CIRF  
E-mail: [a.goltara@cirf.org](mailto:a.goltara@cirf.org)

**MARCO MONACI,**

Direttore Tecnico CIRF  
E-mail: [m.monaci@cirf.org](mailto:m.monaci@cirf.org)



# Le sessioni

---

## **Sessione A: la riqualificazione fluviale nella pianificazione territoriale e di bacino**

Gli argomenti trattati hanno riguardato: la riqualificazione fluviale nella pianificazione di bacino e in previsione dei piani di gestione di distretto idrografico (direttiva 2000/60/CE); sinergie tra rinaturazione e riduzione del rischio alluvionale e idromorfologico; classificazione dello stato ecologico; gestione della vegetazione ripariale; gestione dei sedimenti in base ad un approccio geomorfologico di bacino e gestione dello spazio di mobilità fluviale; partecipazione pubblica a supporto della pianificazione di bacino.

## **Sessione B: Strumenti e metodi per la riqualificazione fluviale**

Questa sessione ha raccolto approcci e proposte metodologiche utili a supportare la pianificazione e la progettazione di interventi di riqualificazione fluviale, quali: classificazione idromorfologica dei corsi d'acqua; gestione dell'integrità idromorfologica; modellazione numerica a supporto della riqualificazione fluviale; gestione degli habitat fluviali nella rete Natura2000.

## **Sessione C: educazione e fruizione; la "cultura del fiume"**

La sessione è stata dedicata a quelle attività che hanno l'obiettivo di "ricostituire il rapporto tra i fiumi e la popolazione", requisito fondamentale per poter implementare strategie di riqualificazione degli ecosistemi fluviali. I contributi hanno riguardato: progetti formativi connessi alla conservazione e riqualificazione dei corsi d'acqua; campagne di informazione e monitoraggio con il coinvolgimento del pubblico.

## **Sessione D: interventi e progetti di riqualificazione fluviale in Italia**

In questa sessione sono stati presentati: progetti integrati relativi al recupero morfologico; interventi di riqualificazione finalizzati alla diminuzione del rischio idraulico; ripristino della continuità longitudinale per la fauna ittica; ricostituzione di habitat in ambito naturale e urbano; riqualificazione di canali di bonifica; rinaturazione delle fasce riparie con finalità multiple.



# Relatori invitati

## COME STANNO I FIUMI ITALIANI E IN CHE MODO NE VALUTIAMO LO STATO DI SALUTE?

GIAN LUIGI ROSSI, CLAUDIA ROSSATO

*ENEA – Sezione Biologia Ambientale e Conservazione della Natura – Saluggia*

*E-mail: gianluigi.rossi@enea.it*

Nell'ambito del controllo delle condizioni ambientali del comparto delle acque correnti superficiali l'attenzione, dal punto di vista normativo, si è concentrata a lungo solo sugli scarichi, cioè sulle possibili fonti di inquinamento, in termini di valori di concentrazione di sostanze nocive, senza considerare le caratteristiche e le sensibilità del corpo idrico recettore. Nel corso degli anni si è successivamente assistito ad una progressiva trasformazione dell'ottica di progettazione e realizzazione dei piani di monitoraggio ambientale: da una programmazione basata esclusivamente su analisi fisico-chimiche e microbiologiche, si è passati a considerare l'alterazione degli ecosistemi fluviali valutando complessivamente il danno causato dalla pressione antropica sul corso d'acqua (Cairns, 1990; De Pauw et al., 1992).

La complessità propria dei sistemi ambientali rende però estremamente difficile la loro analisi e valutazione totale. Per conoscere e descrivere completamente un ecosistema occorrerebbe infatti studiarne tutte le sue componenti, rilevando ed interpretando un grandissimo numero di dati. Vengono quindi elaborati metodi di indicizzazione ambientale, che nascono dalla necessità, a fini di controllo ambientale, di individuare un numero limitato di fattori (definibili come indicatori ambientali) che possano utilmente riassumere le caratteristiche ed il

comportamento di un sistema complesso (Minciardi et al., 2003).

Fino al 1976, anno dell'entrata in vigore della Legge Merli, le attività di controllo e di monitoraggio ambientale sono state condotte in maniera episodica, da allora sono state applicate modalità via via più organizzate, anche in relazione all'individuazione ed all'evoluzione di strutture specificatamente incaricate (Laboratori Provinciali di Igiene e Profilassi, Presidi Multizonali di Prevenzione, Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale), all'evoluzione della normativa in materia (L. 319/76, L. 183/89, D.Lgs 130/92, L. 36/94, D.Lgs 152/99) ed alla sempre maggiore articolazione degli strumenti di pianificazione da essa previsti (Piani di risanamento delle acque, Piani di Bacino, Piani di Tutela).

Le valutazioni effettuate inizialmente mediante l'uso di indici di carattere fisico e chimico (Ministero Agricoltura e Foreste, Consorzio per il Canale Emiliano Romagnolo, 1990), sono successivamente state integrate attraverso l'introduzione di analisi di tipo biologico, in particolare della comunità degli organismi macrozoobentonici. Tale processo ha rappresentato, in realtà, una rivoluzione radicale nella cultura dei controlli ambientali: il passaggio dall'analisi di laboratorio del campione di acqua all'esame di una comunità di organismi acquatici ha determinato

la necessità di far "uscire" il biologo dal laboratorio, gettando le basi di una diffusione della conoscenza dei concetti dell'ecologia fluviale e della loro applicazione nelle attività di monitoraggio.

In tempi più recenti, il D.Lgs 152/99 ha ufficialmente introdotto il monitoraggio biologico nell'espressione dello stato ecologico e dello stato ambientale dei corsi d'acqua superficiali, introducendo l'utilizzo dell'Indice Biotico Esteso IBE (Ghetti, 1997; APAT e IRSA-CNR, 2003), insieme ad una serie di parametri fisico-chimici e microbiologici definiti come "macrodescrittori", nel calcolo del SECA (Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua) e, conseguentemente, del SACA (Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua): indici elaborati per la classificazione dei corsi d'acqua e la conseguente pianificazione degli interventi.

La Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (WFD) costituisce un fattore di ulteriore radicale innovazione nelle modalità di effettuazione e nella considerazione delle attività di controllo ambientale nei corpi idrici. La bioindicazione viene individuata infatti come lo strumento primario nella valutazione e nella classificazione delle acque superficiali, dato che la definizione dello stato di qualità di ciascun corpo idrico deve avvenire sulla base dell'analisi di elementi di qualità biologica rappresentati da comunità vegetali ed animali poste a diversi livelli della catena trofica: per le acque correnti superficiali diatomee, macrofite acquatiche, macrozoobentos, pesci.

In realtà, però, l'approccio utilizzato dalla Direttiva Quadro è radicalmente diverso in quanto le comunità non vengono prese in considerazione come strumento per la valutazione della qualità della componente idrica, ma proprio in quanto componente dell'ecosistema. Per questo motivo, l'espressione del giudizio di

qualità passa attraverso il confronto tra le comunità campionate e le condizioni di riferimento, cioè le condizioni tipo-specifiche degli elementi di qualità biologica in siti privi di pressioni di origine antropica. In pratica, quindi, si introduce nella normativa il concetto ecologico della “naturalità”, intesa come misura della distanza tra un sistema reale e la condizione ideale di assenza di alterazione.

Ovviamente l'espressione numerica di tale valore ambientale, ben definibile in termini teorici attraverso il concetto di Ecological Quality Ratio, ovvero di un giudizio di qualità espresso come rapporto tra il valore osservato e quello delle condizioni di riferimento (che rappresentano i valori degli elementi di qualità biologica in stato ecologico elevato, semplificando corrispondente a comunità rilevate in siti privi di pressioni di origine antropica), nella realtà presenta molte difficoltà di applicazione, soprattutto per le comunità il cui studio non ha una tradizione in Italia.

#### LA QUALITÀ DELLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI IN ITALIA

Al fine di fornire un quadro sinottico relativo allo stato di qualità dei corsi d'acqua italiani sono stati presi in considerazione i dati relativi al 2007, riportati nell'edizione più recente del Database dell'Annuario dei dati ambientali 2008 (ISPRA et al., 2008). Tali dati sono riferiti ad un totale complessivo di 1376 stazioni di campionamento dei parametri fisico-chimici e microbiologici, e di 1015 stazioni di campionamento della comunità macrobentonica.

Dei valori di LIM (Livello dei Macroscrittori), IBE (Indice Biotico Esteso) e SECA (Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua) viene riportata la distribuzione percentuale delle stazioni nelle 5 classi di qualità (per IBE e SECA) e nei 5 livelli di qualità (LIM).

Per quanto riguarda l'indice LIM (Fig.

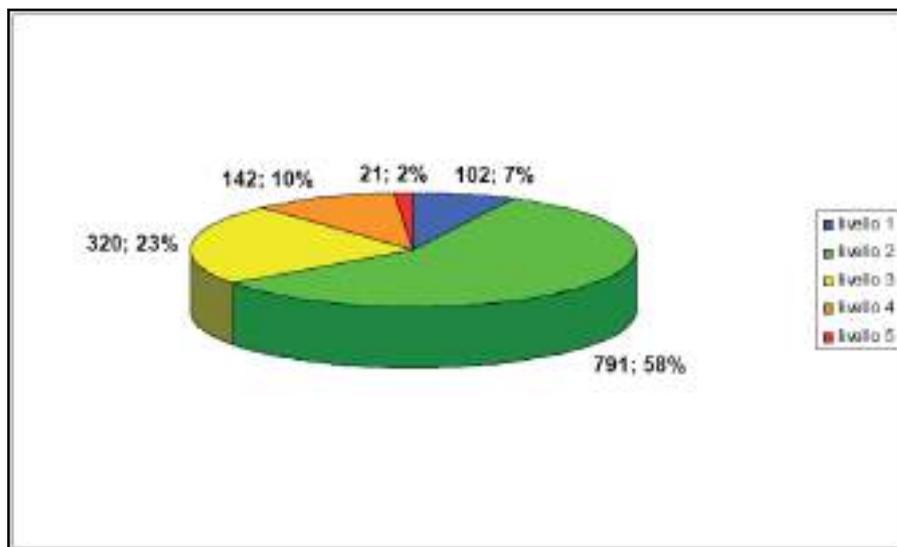


Figura 1 - Distribuzione delle 1376 stazioni nei 5 livelli di qualità LIM – Dati 2007.

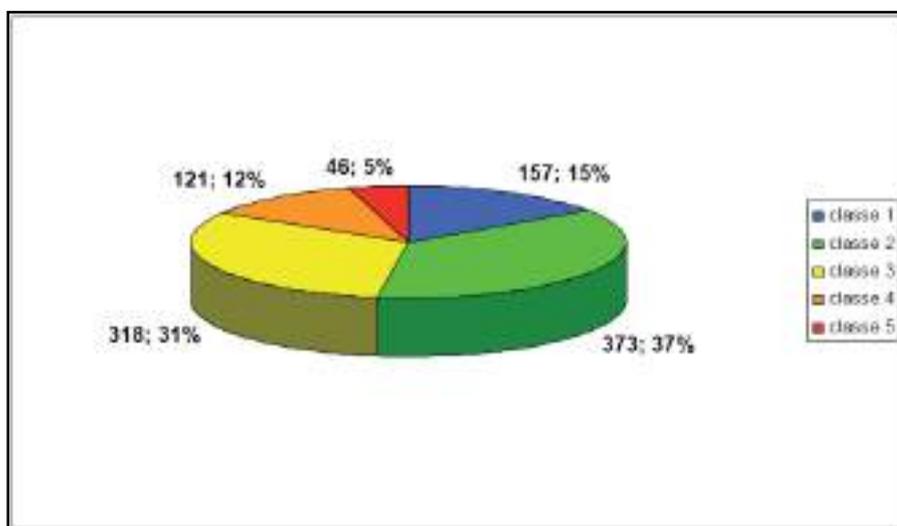


Figura 2 - Distribuzione delle 1015 stazioni nelle 5 classi di qualità IBE – Dati 2007.

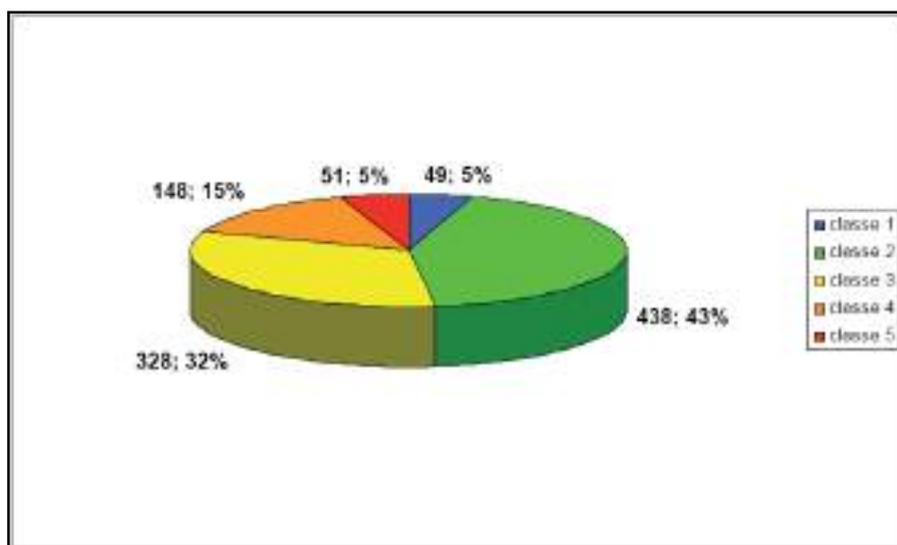


Figura 3 - Distribuzione delle 1014 stazioni nelle 5 classi di qualità SECA – Dati 2007.

1) si rileva come il 65% di stazioni si collochi ad un livello buono (791 stazioni) e ottimo (102 stazioni), il 23% (320 stazioni) a un livello sufficiente, il 10% (142 stazioni) a un livello

scarso e il 2% a un livello pessimo. Si sottolinea l'assenza, da questo quadro d'insieme, dei dati delle regioni di Calabria e Sardegna.

Per quanto riguarda i valori riscontrati con l'indice IBE (Fig. 2) si osserva come a livello nazionale, nel 2007, il 52% delle stazioni sia in prima (15% con 157 stazioni) e seconda classe (37% con 373 stazioni), quindi non inquinate o con moderati sintomi di inquinamento, il 31% sia inquinato (terza classe), il 12% molto inquinato (quarta classe) e il 5% fortemente inquinato (quinta classe). Tale quadro a livello nazionale relativo al 2007 risulta comunque incompleto a seguito dell'assenza dei dati delle regioni di Basilicata, Calabria, Campania e Sardegna: i dati più recenti riportati dall'Annuario dei dati ambientali risalgono al 2006 per la Basilicata e la Campania, al 2004 per la Calabria e al 2003 per la Sardegna.

Anche considerando i dati disponibili più recenti delle regioni mancanti nel 2007, allo scopo di fornire una visione più completa dello stato di qualità globale dei corsi d'acqua a livello nazionale, per quanto meno aggiornata, non ci si discosta comunque dal quadro precedentemente illustrato.

Per quanto riguarda l'indice SECA (Fig. 3) il 43% di stazioni (438 stazioni) è in classe di qualità buona, il 32% (328 stazioni) in classe di qualità sufficiente, il 15% (148 stazioni) in classe di qualità scarsa e il 5% (51 stazioni) in classe di qualità pessima. Così come evidenziato per l'indice IBE anche per il SECA mancano

i dati di Basilicata, Campania, Calabria e Sardegna.

Al fine di confrontare i valori di IBE e di LIM è stato necessario esaminare solo le stazioni per le quali sono disponibili entrambi i dati, riportati in Figura 4.

Dal confronto si evince come IBE e LIM mostrino valori non perfettamente concordanti, a dimostrazione di come i due indici non portino informazioni ridondanti ma si integrino tra loro: il LIM infatti è strettamente legato agli aspetti di qualità delle acque, mentre l'IBE misura la risposta della comunità macrobentonica all'inquinamento o alterazione, che potrebbe anche non essere di natura chimico-fisica. In particolare, nel caso in esame, rispetto al LIM, l'IBE presenta più stazioni in prima e ultima classe e meno stazioni in seconda e terza classe.

Le situazioni maggiormente critiche per quanto riguarda l'IBE, al di sotto della media nazionale, si riscontrano in:

- Basilicata (dati del 2006) con il 70% delle stazioni inquinate (9 stazioni) o molto inquinate (3 stazioni: Cavone, Bradano e Basento);
- Sardegna (dati del 2003) con il 75% delle stazioni inquinate (4 stazioni), molto inquinate (1 stazione) o fortemente inquinate (1 stazione sul Rio Quirra);
- Emilia Romagna con 25 stazioni (46%) delle stazioni inquinate, 18

stazioni (33%), di cui 5 nel bacino del Reno, molto inquinate e il 4% (2 stazioni: Fiume Uso e Rio Ventena) fortemente inquinate; sono solo 8 (15%) le stazioni in seconda classe e una sola (2%) in prima (Fiume Trebbia);

- Puglia con il 62% (10 stazioni) in terza classe, una sola stazione sull'Ofanto (6%) in seconda classe e nessuna stazione in prima classe;
- Lazio con 18 stazioni (24%) in quinta classe, 16 stazioni (21%) in quarta classe e 18 stazioni (21%) in terza classe;
- Lombardia con 22 stazioni (44%) delle stazioni inquinate e il 18% (9 stazioni di cui 8 nel bacino dell'Oglio) molto inquinate;
- Marche con 29 stazioni (48%) in terza classe, 6 stazioni (10%) molto inquinate e 4 stazioni (Foglia, Tavollo, Ete vivo e Musone) fortemente inquinate; sono il 35% le stazioni in seconda (15 stazioni) e in prima classe (6 stazioni);
- Umbria con il 62% (19 stazioni di cui 7 sul Tevere) delle stazioni inquinate e il 29% (9 stazioni) nelle classi prima e seconda.

Risultano invece migliori, rispetto alla media nazionale, le regioni:

- Campania (dati del 2006) con il 62% delle stazioni in prima (24 stazioni) e seconda classe (27 stazioni), nonostante in tale regione si registri una situazione locale particolarmente critica a livello del bacino del Sarno con 5 stazioni su 5 fortemente inquinate;

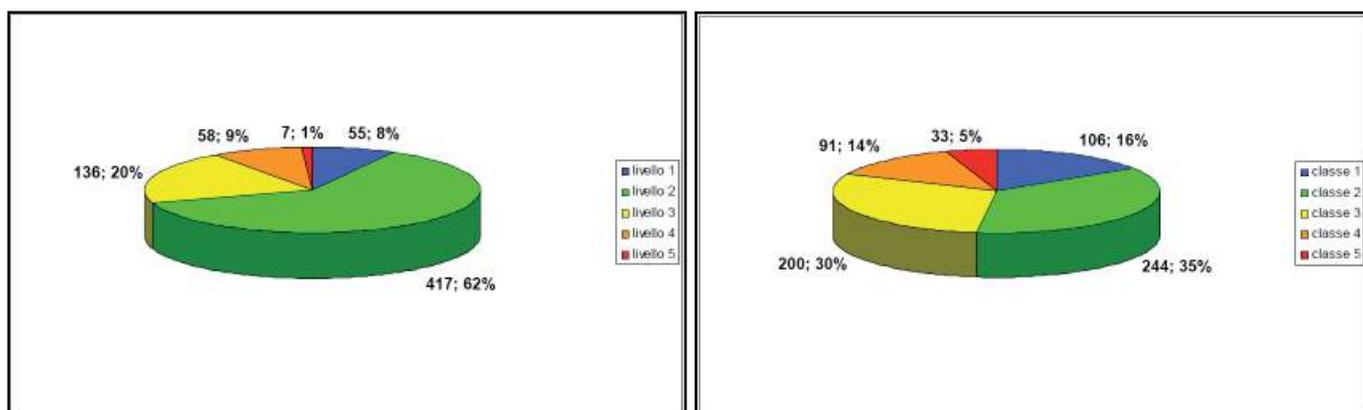


Figura 4 - Distribuzione delle 673 stazioni comuni a IBE e LIM, nei 5 livelli di qualità LIM (a sinistra) e nelle 5 classi di qualità IBE (a destra) - Dati 2007.

- Friuli Venezia Giulia con il 79% delle stazioni in prima (9 stazioni) e seconda classe (18 stazioni);
  - Liguria con il 71% delle stazioni non inquinate (24 stazioni di cui 6 nel bacino del Magra e 4 nel bacino dell'Orba) o con moderati sintomi di inquinamento (23 stazioni);
  - Molise con il 90% delle stazioni in prima (1 sola stazione sul Volturno) e seconda classe (16 stazioni);
  - Piemonte con 64% delle stazioni non inquinate (35 stazioni) o con moderati sintomi di inquinamento (88 stazioni);
  - Val d'Aosta con l'84% delle stazioni in prima (11 stazioni) e seconda classe (21 stazioni);
- Non si discostano invece molto dai valori medi nazionali la Calabria (dati del 2004), l'Abruzzo, la Sicilia, la Toscana e il Veneto.

Allo scopo di esaminare le variazioni nel tempo della qualità delle acque, è stato effettuato un confronto dei valori di classe di qualità dell'IBE del 2007 con quelli del 2006 e del 2002 (il primo anno per i quali sono disponibili tali dati).

Innanzitutto si evidenzia come per il 2006 siano disponibili i dati relativi a 259 stazioni in più rispetto all'anno seguente. Tale differenza è imputabile principalmente all'assenza, nel 2007, dei dati di Basilicata e Campania (Calabria e Sardegna risultano infatti assenti sia nel 2006 che nel 2007) e di un certo numero di stazioni di Lombardia, in primo luogo e, secondariamente, di Molise e Sicilia. Per quanto riguarda la Lombardia nel 2007 infatti le stazioni risultano più che dimezzate rispetto al 2006, mancando le 84 stazioni dei bacini di Adda, Agogna, Po, Lambro e Mincio, che nel 2006 rientrano per la maggior parte nelle classi terza, quarta e quinta di qualità IBE. Per Molise e Sicilia invece mancano rispettivamente 14 e 34 stazioni. Non essendo pertanto possibile una comparazione tra i dati del 2006 e

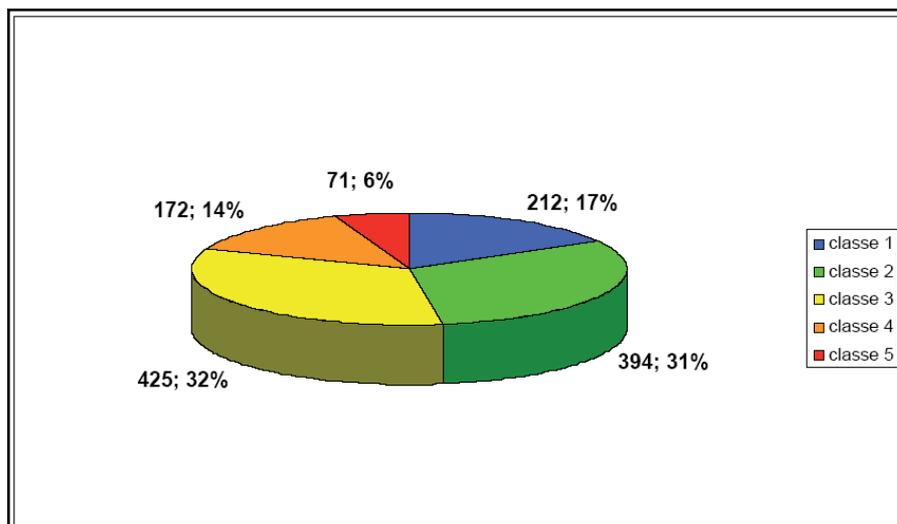


Figura 5 - Distribuzione delle 1274 stazioni nelle 5 classi di qualità IBE – Dati 2006.

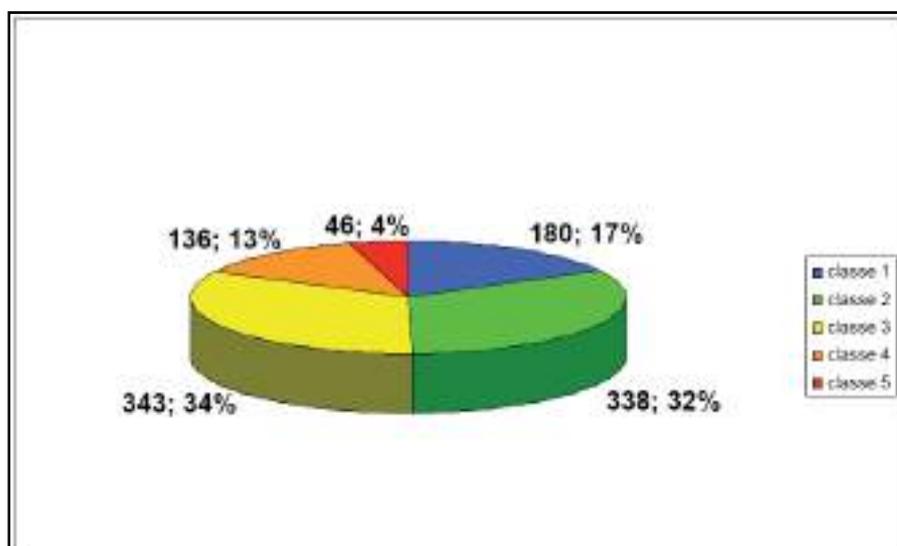


Figura 6 - Distribuzione delle 1043 stazioni nelle 5 classi di qualità IBE di un campione confrontabile con quello del 2007 – Dati 2006.

quelli del 2007 tal quali, sono state selezionate le stazioni considerate in entrambi gli anni (Fig. 6). In questo modo è possibile evidenziare come la qualità delle acque dal 2006 al 2007 rimanga sostanzialmente invariata: il leggero miglioramento della somma delle classi prima e seconda che passano al 50% nel 2007 rispetto al 48% nel 2006 non può infatti essere considerato significativo in quanto, nonostante l'eliminazione dei dati che maggiormente inficiavano il confronto, si è riscontrata comunque una leggera differenza nel numero di stazioni del 2007 (1015) rispetto al 2006 (1043) e tale differenza, pari a 28 stazioni, corrisponde proprio a circa il 2% del totale.

Nell'effettuare il confronto tra il 2007 e 2002 si ripresenta il medesimo problema di non coincidenza delle stazioni di campionamento. E' stato quindi necessario prendere in considerazione solo le stazioni disponibili per entrambe le annate, eliminando tutte le stazioni aggiunte dopo il 2002, così come le stazioni che non sono più state campionate nel 2007. Il numero complessivo delle stazioni confrontabili è quindi significativamente limitato, pari a sole 323.

Da tale confronto non emergono differenze significative tra lo stato di qualità del 2002 e quello del 2007 se non un peggioramento di modestissima entità: i dati del 2007, rispetto

al 2002, presentano una percentuale di prima e una seconda classe costante e una leggera diminuzione della terza classe (del 2%) accompagnata dall'aumento di un punto percentuale sia della quarta che della quinta classe.

Il primo aspetto che emerge dall'analisi dei dati di monitoraggio ambientale sui corsi d'acqua disponibili a scala nazionale è l'assenza di dati uniformi di anno in anno che permettano un confronto e quindi un reale monitoraggio della variazione dello stato di qualità nel tempo. Tale mancanza di uniformità è dovuta sia all'assenza di dati, in alcuni anni, di intere regioni (ad esempio i dati più recenti della Sardegna sono relativi al 2003), sia al fatto che in certi casi si assiste a un rimescolamento dei siti di campionamento con siti vecchi che scompaiono a favore di nuove stazioni. Si sottolinea quindi come l'aumento del numero di stazioni controllo, fatto di per sé positivo, non apporti migliorie al sistema di monitoraggio se poi non viene garantita una costanza nel campionamento, sia nei siti nuovi che in quelli vecchi, in quanto l'assenza di continuità dei dati va ad inficiare la confrontabilità dei dati stessi, principio che si colloca alla base di qualsiasi sistema di monitoraggio.

Per quanto riguarda lo stato di qualità dei corsi d'acqua si evidenzia

comunque una situazione attuale ancora piuttosto critica, con solo il 52% (53% considerando anche i dati degli anni passati delle regioni di cui mancano i dati del 2007) delle stazioni non inquinate o con moderati sintomi, il 31% delle stazioni inquinate (30% considerando anche i dati degli anni passati delle regioni di cui mancano i dati del 2007) e il 17% delle stazioni molto o fortemente inquinate. Il dato più preoccupante però che emerge, nonostante la difficoltà di comparazione precedentemente sottolineata, è l'assenza di un trend di miglioramento dello stato di qualità né a breve termine (rispetto all'anno 2006) né a medio termine (rispetto all'anno 2002). Ciò significa quindi che, se da un lato si è registrato un aumento dello sforzo di campionamento, come evidenziato dal numero maggiore di siti di monitoraggio, dall'altro non c'è stato un'efficacia sufficiente delle azioni volte al risanamento di quei corsi d'acqua per i quali già dal 2002 era stata evidenziata una situazione di criticità.

Non è da dimenticare, inoltre, come già il D.Lgs 152/99 avesse individuato obiettivi di qualità, che prevedevano il raggiungimento, come obiettivo intermedio, il raggiungimento del livello minimo di "sufficiente" per tutti i corpi idrici significativi entro il 2008.

#### LA DIRETTIVA QUADRO SULLE ACQUE

Nonostante la Direttiva Quadro sulle

Acque abbia stabilito un ben preciso calendario delle scadenze necessarie per la sua implementazione da parte degli Stati membri, che prevedeva l'avvio del nuovo sistema di monitoraggio entro il 2006, in Italia tale sistema di monitoraggio e di classificazione dei corpi idrici superficiali è ben lungi dall'essere stato attivato in Italia. Già lo stesso recepimento nella normativa nazionale è stato infatti attuato solo nel 2006, con il Testo Unico sull'Ambiente (D.Lgs. 152/06), che ha richiesto e richiederà ancora la predisposizione di integrazioni di carattere regolamentare perché possa essere un vero strumento attuativo.

Anche in assenza di un quadro normativo compiuto, nel corso degli ultimi anni, e in particolare nel periodo più recente, il sistema agenziale e gli Enti con responsabilità di gestione territoriale, con il fondamentale supporto degli enti di ricerca, hanno avviato numerose attività finalizzate alla sperimentazione di sistemi di monitoraggio degli elementi di qualità biologica individuati dalla Direttiva, costruendo così un ulteriore serbatoio di conoscenza, indispensabile per la corretta applicazione dei principi della Direttiva Quadro sulle Acque.

Per quanto riguarda il macrobenthos, l'aspetto più significativo è stata la decisione, assunta da parte del Ministero per l'Ambiente, di ab-

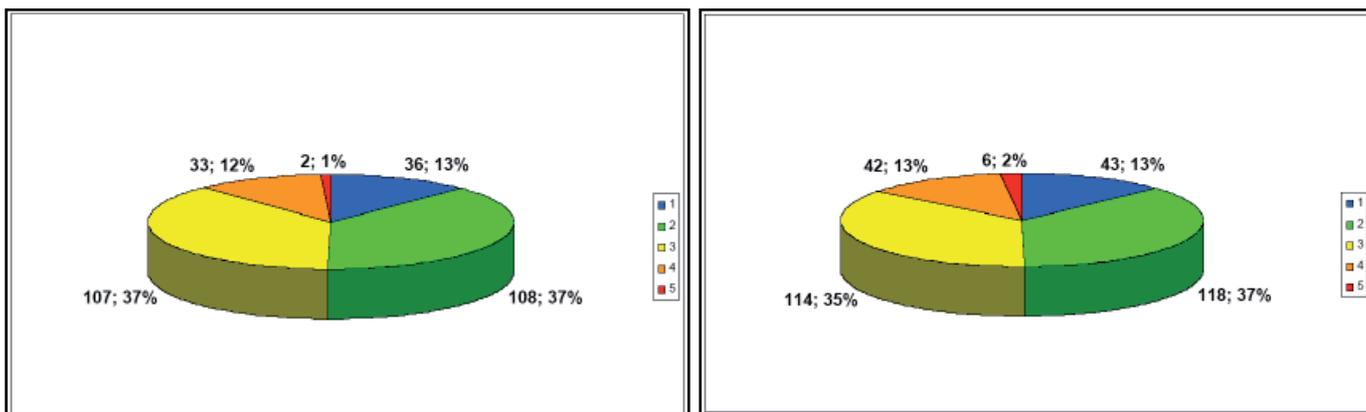


Figura 7 - Distribuzione delle 323 stazioni appartenenti al campione confrontabile nelle 5 classi di qualità IBE – Dati 2002 (a sinistra) e 2007 (a destra).

bandonare l'Indice Biotico Esteso IBE come metodo di classificazione dei corpi idrici superficiali, in quanto non pienamente rispondente ai requisiti previsti dalla Direttiva stessa, che richiede la presa in conto anche degli aspetti quantitativi della comunità esaminata. A tale scopo, nel 2007 è stata proposta dall'Istituto di Ricerca Sulle Acque del CNR una metodica di campionamento quantitativo multihabitat (Buffagni e Erba, 2007), che è stata applicata a partire dal 2008 a titolo sperimentale dalle Agenzie Ambientali Regionali. Le stesse Agenzie, comunque, nella loro totalità, hanno proseguito fino a tutto il 2008, e nella maggioranza dei casi proseguiranno nel 2009, nel rilievo degli indici previsti dalla precedente normativa (D.Lgs 152/99): IBE, LIM, SECA e SACA. Infatti, anche in presenza di una metodica di campionamento, non è stato ancora predisposto un indice strutturato che permetta di esprimere un giudizio di qualità sulla base dei dati raccolti secondo le nuove modalità di campionamento, né quindi di effettuare una classificazione dei corpi idrici.

Analogha situazione può essere considerata quella relativa alle altre comunità che la Direttiva individua come indicatrici per la classificazione dei corpi idrici. Infatti, la predisposizione da parte di APAT (oggi ISPRA) di uno specifico manuale per il campionamento delle diverse comunità (APAT, 2007b), che riporta per i fiumi una versione semplificata della metodica IRSA-CNR di campionamento del benthos, e metodiche di campionamento di macrofite acquatiche, diatomee e pesci in gran parte basate sulla trasposizione delle norme CEN in materia, se vuole rappresentare un importante strumento di standardizzazione nella creazione dei dati, non risolve in alcun modo il problema della valutazione e classificazione, indispensabili per l'utilizzo dei dati rilevati a scopi gestionali, pianificatori e previsionali.

Le esperienze a scala regionale che si stanno svolgendo in diverse aree del paese, tendono quindi, in via prioritaria, per le diverse comunità, a due distinte finalità: da un lato l'acquisizione delle competenze da parte del personale delle Agenzie, dall'altra la predisposizione di liste floristiche e faunistiche attraverso il campionamento di siti di riferimento o, in assenza di ambiti privi di alterazioni di origine antropica, di siti che possano essere comunque considerati buoni secondo la scala di valutazione stabilita dalla Direttiva.

Per quanto riguarda le diatomee, sono stati oggetto di analisi nel corso degli ultimi anni, sul territorio nazionale, più di 500 siti (Ciutti et al, 2006).

Anche per la componente macrofittica, sperimentazioni sono in corso o in avvio in Valle d'Aosta, Piemonte, Liguria, Lombardia, Emilia Romagna, Trentino, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Molise, Sicilia. Tali sperimentazioni, riguardanti un numero limitato di stazioni, sono finalizzate quindi principalmente alla messa a punto delle metodiche di campionamento e determinazione, all'acquisizione di competenze ed alla redazione di liste floristiche per la definizione delle condizioni di riferimento (Minciardi, com.pers.).

Entrambe le componenti appartenenti alla flora acquatica, macrofite acquatiche e componente diatomica del perifiton, vengono utilizzate da tempo a scala europea per la valutazione dello stato trofico delle acque, e per tale scopo sono stati elaborati diversi indici, quali per le diatomee l'EPI-D (Dell'Uomo, 2004) o l'IBD (AFNOR, 2000) o per le macrofite l'IBMR (AFNOR, 2003). Tali indici, però, non possono essere considerati rispondenti ai requisiti della Direttiva, dato che non viene presa in considerazione la naturalità della comunità, quanto un aspetto delle

caratteristiche ambientali dell'ecosistema, valutato attraverso le caratteristiche autoecologiche delle singole specie. Potrebbe però essere preso in considerazione l'utilizzo di indici di questo tipo, nel caso in cui vengano stabilite le condizioni tipospecifiche di livello trofico atteso, con le quali confrontare i dati relativi ai singoli corpi idrici oggetto di classificazione.

Gli aspetti relativi alla fauna ittica presentano invece caratteristiche differenti, legate innanzitutto alla considerazione del ruolo svolto nelle comunità da parte delle specie aliene, che sono ampiamente diffuse nelle popolazioni italiane, a causa delle ripetute introduzioni avvenute nel corso degli ultimi decenni per motivi diversi (accidentali o volontari). Esistono infatti diverse scuole di pensiero a seconda che si dia importanza prevalente alla naturalità nella composizione della comunità ittica, piuttosto che ai ruoli funzionali che le diverse specie ricoprono all'interno della comunità stessa. In compenso, la relativa scarsa diversità delle comunità (rispetto alle altre) e, soprattutto, la disponibilità di dati storici, può permettere di identificare con relativa affidabilità le condizioni di riferimento anche per le tipologie per le quali non è possibile disporre di siti di riferimento.

In aggiunta a ciò, sarà necessario stabilire anche una modalità di rilievo delle componenti idromorfologiche dei corpi idrici, intendendo con questo sia gli aspetti relativi alle caratteristiche geomorfologiche degli alvei e dei corridoi fluviali, sia quelli relativi alla vegetazione riparia, che pur non essendo stata individuata come elemento di qualità biologica al pari delle comunità più tipicamente acquatiche, resta fondamentale per una completa valutazione della naturalità dell'ecosistema fluviale.

**CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

In conclusione, quindi, sarà necessario affrontare e risolvere il nodo dei diversi metodi di valutazione: l'utilizzo di metodi multi metrici per la valutazione del macrobenthos, la disponibilità di indici trofici per le comunità vegetali (diatomee e macrofite), il problema della valutazione di autoctonia e alloctonia delle specie ittiche.

Per ciascuna comunità dovranno poi essere definite le condizioni di riferimento a scala minima di idroecoregioni. Tali condizioni, infatti, possono essere specifiche per ciascuna tipologia individuata nel processo di tipizzazione o invece essere relative a raggruppamenti più o meno ampi di tipologie, e devono essere stabilite con un metodo spaziale (l'individuazione di siti di riferimento), teorico (definite attraverso un processo di modellazione), temporale (utilizzando dati storici) o sulla base di un giudizio esperto.

In ogni caso, le specificità del monitoraggio (condizioni di riferimento, metodi di valutazione, tempi e modi di campionamento, ecc.) devono ancora essere oggetto di attività di sperimentazione e validazione da parte di Enti Scientifici, e del sistema delle Agenzie Ambientali.

L'intero processo dovrebbe perciò essere governato autorevolmente e in modo trasparente e dovrebbe riguardare tutti gli attori coinvolti, ognuno per il suo ruolo: Ministero, ISPRA, Regioni, Agenzie Ambientali, Autorità di Bacino (o di Distretto), Enti di Ricerca, Associazioni scientifiche, altri portatori di interesse.

**BIBLIOGRAFIA**

AFNOR, 2000. *Indice Biologique Diatomées (IBD) - NF T 90-354.*

AFNOR, 2003. *Qualité de l'eau : Détermination de l'indice biologique macro-*

*phytique en rivière (IBMR) - NF T 90-395.*

APAT, IRSA-CNR, 2003. *Metodi analitici per le acque. Serie Manuali e Linee Guida APAT n.29*

APAT, 2007a. *Annuario Dati Ambientali*

APAT, 2007b. *Metodi biologici per le acque. Parte I. Serie Manuali e Linee Guida APAT n.XX*

BUFFAGNI A., ERBA S., 2007. *Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte A. Metodo di campionamento per i fiumi guidabili. Notiziario dei Metodi Analitici, (1)2007:2-27*

CAIRNS J.JR., 1990. *The genesis of biomonitoring in aquatic ecosystems. Environ. Prof., 12:169-176.*

CIUTTI F., BELTRAMI M.E., CAPPELLETTI C., DELLA BELLA V., MANCINI L., 2006. *Use of diatoms to evaluate water quality in Italy: towards implementation of the European Water Framework Directive. In: 6th International Symposium on Use of algae for monitoring rivers. Hungary, Balatonfüred, 12-16 September 2006. Edited by É. Ács, K.T. Kiss, J. Padisák & K.É. Szabó.*

DELL'UOMO A., 2004. *L'indice diatamico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti. Linee Guida. APAT*

DE PAUW N., GHETTI P.F., MANZINI P., SPAGGIARI R., 1992. *Biological assessment methods for running waters. - In: River Water Quality. Ecological assessment and control. Commission of the European Communities. Bruxelles 1991.*

GHETTI P.F., 1997. *Manuale di Applicazione: Indice Biotico Estesio. I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Provincia Autonoma di Trento*

ISPRA, 2008. *Annuario dei dati ambientali*

MINCIARDI M.R., ROSSI G.L., AZZOLLINI R., BETTA G., 2003. *Linee guida per il biomonitoraggio di corsi d'acqua in ambiente alpino. Provincia di Torino, 64 pp.*

MINISTERO AGRICOLTURA E FORESTE, CONSORZIO PER IL CANALE EMILIANO ROMAGNOLO, 1990. *PO AcquAgricoltura Ambiente Vol. 3. Il Mulino, 196 pp.*

# RICERCA ECOLOGICA E RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE

PIERLUIGI VIAROLI, MARCO BARTOLI

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Parma

E-mail: pierluigi.viaroli@unipr.it

## ALCUNI RIFERIMENTI ECOLOGICI PER LA RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE: BIODIVERSITÀ, CONNETTIVITÀ E FRAMMENTAZIONE

La riqualificazione degli ambienti fluviali sembra essere prevalentemente basata su criteri idraulici e geomorfologici, piuttosto che sui principi dell'ecologia e sulla sostenibilità dei processi ecologici (Palmer et al., 2005). Lo stato di salute e l'integrità dell'ecosistema dipendono da fattori che sono in larga misura controllati dalle componenti biologiche, tra questi si sottolinea soprattutto l'importanza di organizzazione, resilienza e vigore (Costanza, 1992; Westra, 1995; Ulanoviz, 1997). L'organizzazione è essenzialmente il risultato di biodiversità e connettività tra le componenti biologiche; la resilienza rappresenta la risposta alle perturbazioni sia come resistenza al cambiamento, ma soprattutto come capacità di recupero delle condizioni originarie; infine, il vigore può essere rappresentato dalla produttività, ovvero dai tassi metabolici dell'ecosistema. Risulta pertanto chiaro come gli interventi di riqualificazione non possano prescindere dalla conservazione delle componenti funzionali e dallo sviluppo dinamico della connettività delle componenti idrologiche e biologiche dell'ecosistema (Palmer, 2008; Gregory 2008). Tali principi sono stati in parte acquisiti come base concettuale dell'ecoidrologia, nell'ambito della quale è considerata l'integrazione tra componenti e fattori sia idrologici che ecologici lungo le tre dimensioni spaziali degli ecosistemi fluviali (Zalewsky,

2000).

La conservazione e lo sviluppo delle componenti biologiche dell'ecosistema ha nella biogeografia delle isole (MacArthur & Wilson, 1963) un importante riferimento concettuale; in specifico, la relazione specie-area offre l'evidenza che il numero delle specie che si trovano in una data isola è funzione della area superficiale e della distanza dal continente. In altre parole, il numero delle specie decresce progressivamente al diminuire della superficie dell'isola e con l'aumentare della sua distanza dal continente. Queste relazioni contengono in sé i presupposti delle recenti ipotesi del sink and source (Pulliam, 1988) e del *supply side* (Roberts, 1998) che evidenziano come il continente sia la sorgente di specie per l'isola che ne è tanto più *sink* quanto minore è la sua superficie. Così come i tassi di immigrazione dipendono dalla distanza dal continente, i tassi di estinzione sono determinati dall'area per effetto di implicazioni genetiche, legate prevalentemente ai tassi di incrocio e di omozigosi, ed energetiche, dipendenti dal metabolismo degli organismi delle diverse specie. In altre parole e in via del tutto generale, al crescere della taglia corporea aumenta la necessità di risorse (energia) e dunque di spazio. Questo concetto vale anche per i vegetali, ma è applicato soprattutto agli animali, come risulta dalle relazioni empiriche *home range-body size* (Jenkins, 1981) o dalla metabolic scaling theory (Brown, 1999).

La teoria della biogeografia delle isole e la metabolic scaling theory bene si applicano alla riqualificazione degli ecosistemi fluviali, nei quali il biota è ormai frammentato in piccoli nuclei tra di loro distanti e spesso isolati. L'indicazione che se ne ricava è che il successo dell'intervento dipenderà dall'estensione dell'area e dal tipo di specie della flora e della fauna che sono interessate dal processo di riqualificazione. Riferendoci all'ipotesi del *supply side* potremmo anche affermare che interventi isolati e su piccola scala sono destinati a fallire, perché vengono meno le condizioni di sostenibilità ecologica delle specie di interesse.

La riqualificazione interessa prevalentemente la vegetazione riparia e/o delle zone umide. Il successo di tali interventi può dunque dipendere dal processo evolutivo delle comunità vegetali, durante il quale la composizione in specie subisce variazioni sensibili che sono a loro volta accompagnate da cambiamenti di resilienza e dominanza (Connell & Slayter, 1977). La successione ecologica procede infatti raggiungendo progressivamente condizioni di equilibrio con le condizioni climatiche locali. La comunità climax è in genere caratterizzata da una forte dominanza e si può scostare anche significativamente dalla comunità che era prevista nel progetto di riqualificazione in dipendenza delle condizioni edafiche che si vengono a creare in seguito all'intervento. L'interruzione del processo successionale ed il mantenimento di elevati livelli di biodiversità vegetale possono però essere mantenuti con una gestione moderata, ovvero inducendo nella comunità un disturbo intermedio (sensu Connell, 1978) che interrompe il processo successionale.

Sulla base delle attuali conoscenze,

interventi che hanno come obiettivo la ricostruzione di ecosistemi o di parte di essi, per quanto ben progettati, non sono in grado di considerare tutte le variabili in gioco (Holling, 1998). In particolare, le risposte dell'ecosistema non sono quasi mai legate agli interventi da relazioni di tipo lineare, ma seguono piuttosto andamenti non lineari (caotici) che sono di per sé imprevedibili (Holling et al., 1995). In tal caso, interventi drastici possono causare risposte completamente diverse da quelle attese, anche con un possibile peggioramento della qualità ambientale.

In ultima analisi, la lezione che si evince da questa breve e incompleta carrellata di concetti e teorie dell'ecologia è che la probabilità di successo di un intervento di riqualificazione dipende dalle dimensioni dell'area interessata o dal grado di connettività con aree simili, richiede una gestione moderata ma frequente e, soprattutto, deve essere svolto seguendo una logica di tipo adattativo, passo dopo passo, in modo da poter gestire l'incertezza e correggere eventuali errori.

#### PRINCIPI E CONCETTI DELL'ECOLOGIA FLUVIALE

L'ecologia fluviale ha ricevuto un notevole impulso da alcuni lavori fondamentali che ne hanno delineato lo sviluppo a partire dallo schema interpretativo del *River Continuum Concept* - RCC (Vannote et al., 1980). Il RCC associa le caratteristiche delle biocenosi acquatiche, in specifico delle comunità dei macroinvertebrati bentonici, i flussi dell'energia e i cicli della materia ai fattori fisici e geomorfologici che caratterizzano i corsi d'acqua. I principali determinanti delle comunità e dei processi dell'ecosistema acquatico operano essenzialmente lungo le tre dimensioni spaziali del

corso d'acqua e nel tempo (Ward et al., 1989). In altre parole, secondo questo modello concettuale, lo stato ecologico e la qualità delle acque dell'ecosistema fluviale dipendono dal grado di connettività lungo le tre dimensioni spaziali. La connettività laterale si articola attraverso un continuum di ambienti acquatici temporanei e zone umide che digradano dall'alveo attivo verso le aree prettamente terrestri. La connettività longitudinale è invece costituita dalle forme fluviali che si sviluppano da monte a valle, modellate da fattori topografici e dal regime idrologico. Le strutture di fondo assumono infine una grande rilevanza in quanto costituiscono il sistema iporreico, ovvero uno strato litoide a porosità variabile in cui avviene lo scorrimento sotterraneo delle acque del fiume.

I tassi di riciclo dei nutrienti e della sostanza organica nelle tre dimensioni spaziali possono essere analizzati equiparando il corso d'acqua ad una spirale (Newbold et al., 1981). Con qualche approssimazione, un fiume sinuoso può essere equiparato ad una spirale con un numero di spire molto più elevato di un fiume rettificato. Una fascia di esondazione ricca di ambienti acquatici temporanei o permanenti (es. lanche e stagni) può essere a sua volta considerata come una spirale che è collegata in parallelo con il corso d'acqua principale. I cicli di trasformazione di materia organica e nutrienti saranno dunque tanto più elevati quanto maggiore è il numero di "spire" che compongono il corso d'acqua e che sono presenti nelle aree laterali. In altre parole, sistemi spiralizzati avranno una capacità di metabolizzare sostanza organica e inquinanti maggiore di quella dei sistemi rettificati.

Gli studi realizzati nella foresta sperimentale di Hubbard Brook, con l'Hubbard Brook Ecosystem Study (HBES), hanno ulteriormente

dimostrato che le caratteristiche del corso d'acqua sono determinate ad una scala molto più ampia di quella dell'alveo fluviale e delle fasce laterali, al livello del bacino scolante (Likens, 1984). La modulazione dei processi avviene però in una fascia molto più ristretta, nelle aree laterali dei corsi d'acqua che sono soggette alle variazioni di livello imposte dal regime idrologico (Junk et al., 1989). Le variazioni di livello sono anzitutto correlate con le comunità vegetali che si sviluppano lungo gradienti determinati dalla durata della sommersione e dalle condizioni idrologiche. Nelle fasi di sommersione, nei suoli saturi d'acqua, si instaurano condizioni di anossia che inducono un metabolismo microbico riducente. Reazioni chimiche e processi microbici favoriscono così trasformazioni significative delle specie chimiche presenti, ad esempio in queste condizioni si svolge la denitrificazione o riduzione del nitrato disciolto ( $\text{NO}_3^-$ ) ad azoto molecolare gassoso ( $\text{N}_2$ ) che determina una diminuzione del carico azotato. In condizioni di magra le fasce laterali e, a volte, anche ampie superfici dell'alveo fluviale vanno in secca. Nei suoli asciutti e porosi gli spazi interstiziali sono così occupati da aria ricca di ossigeno che favorisce la nitrificazione batterica, ovvero l'ossidazione dell'azoto ammoniacale ( $\text{NH}_4^+$ ) a  $\text{NO}_3^-$ , e l'ossidazione sia chimica che batterica dei metalli. Gli ossidi e gli ossidi-idrossidi metallici diventano così insolubili e perdono l'eventuale tossicità. Per quanto concerne il ciclo dell'azoto, la successione di fasi di magra e di esondazione favorisce l'accoppiamento di nitrificazione e denitrificazione, con un beneficio ambientale netto in termini di dissipazione del carico azotato.

I lavori di Junk et al. (1989) e, soprattutto, di Wetzel (1990) individuano nelle interfacce tra le

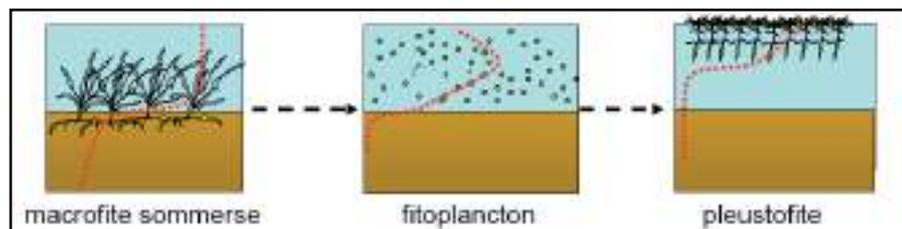


Figura 1 - Rappresentazione della successione da macrofite sommerse a macrofite galleggianti (pleustofite) in relazione alla distribuzione dell'ossigeno (linea rossa tratteggiata) lungo la colonna d'acqua.

diverse componenti dell'ecosistema (acqua-sedimento, alveo bagnato-golena fluviale, ecc.) zone critiche ad altissima reattività biologica ed ecologica che possono essere analizzate a scale spaziali molto diverse tra di loro. In un sistema fluviale integro tali zone di transizione sono rappresentate da fasce laterali con vegetazione che si sviluppa lungo gradienti di idrofilia, canali intrecciati, meandri e zone di esondazione, sedimenti grossolani che favoriscono lo scorrimento iporreico, fattori questi che facilitano il contatto tra acqua e substrato e, in ultima analisi, i processi di trasformazione della materia organica e degli inquinanti (Zalewski et al., 1997). Le interfacce si sviluppano però anche al livello delle singole piante o delle componenti microscopiche, quali le comunità batteriche adese a particelle di sedimento o ai peli radicali delle piante stesse (Bartoli & Viaroli, 2006).

Studi più recenti hanno posto l'accento soprattutto sulle relazioni esistenti tra regime idrologico, comunità e processi negli ecosistemi fluviali (Naiman et al., 2002). Una delle componenti biologiche fondamentali e maggiormente soggette a disturbo è costituita dalle comunità vegetali riparie che sono in stretta relazione con il regime idrologico (Nilsson & Svedmark, 2002).

Per la loro posizione topografica i corsi d'acqua sono soggetti agli effetti cumulativi dei processi che avvengono a monte e che si

propagano verso valle lungo la direttrice longitudinale. Tra questi, l'alterazione del regime idrologico e la banalizzazione delle comunità vegetali riparie sono responsabili dell'accresciuta instabilità dei processi biogeochimici, in particolare di quelli del ciclo dell'azoto (Pinay et al., 2002). Le modificazioni dei processi determinano a loro volta un deterioramento della qualità dell'acqua e dello stato ecologico; ad esempio si assiste alla comparsa di fenomeni di eutrofizzazione fluviale (Dodds, 2006). L'inquinamento diffuso da azoto, in particolare la crescente contaminazione da nitrati, è ormai un'emergenza a livello mondiale che ha aperto una nuova frontiera di studi sui fattori e sui processi che controllano il ciclo di questo elemento e sui possibili rimedi (Seitzinger, 2006).

Come vedremo nel paragrafo successivo, i fenomeni che avvengono alla grande scala sono però controllati e regolati da processi che avvengono a scale spaziali addirittura microscopiche, alle quali operano soprattutto i popolamenti microbici in relazione con le comunità vegetali. La componente biologica svolge dunque un ruolo centrale che dovrà essere attentamente considerato nei progetti di riqualficazione e nei piani di gestione degli ecosistemi fluviali.

#### TRUTTURA, PROCESSI E FUNZIONI ECOLOGICHE NELL'ECOSISTEMA FLUVIALE

La vegetazione che si sviluppa sia

ai margini dell'ambiente acquatico che nell'acqua rappresenta un elemento centrale nei processi che avvengono alle interfacce. Non tutte le specie vegetali svolgono però lo stesso ruolo e, soprattutto, le diverse tipologie di vegetali possono avere effetti contrastanti, addirittura deteriori, sulla qualità dell'ecosistema e delle acque.

Nella figura 1 sono rappresentate le principali tipologie di vegetali che si ritrovano in ambienti umidi e di acque basse.

Le elofite quali *Phragmites australis* o *Typha sp.* si trovano in genere ai margini del copro idrico, dove formano dense praterie. Nell'ambiente acquatico, anche in acqua corrente, troviamo invece le idrofite sommerse radicate al fondo, ad esempio *Vallisneria*, *Potamogeton*, *Ceratophyllum*, ecc. Per la loro localizzazione al fondo queste macrofite, che traggono nutrimento prevalentemente dalle acque interstiziali, determinano acque limpide con un buon livello di ossigenazione. Al crescere delle concentrazioni di azoto e fosforo tendono ad avere il sopravvento alghe epifitiche e fitoplancton che ostacolano la penetrazione della luce danneggiando le idrofite sommerse, fino a causarne la scomparsa. In condizioni di eutrofia e, soprattutto, in acque calme, prevalgono macrofite ancorate al fondo e con foglie galleggianti, ad esempio le ninfee o la castagna d'acqua, e/o macrofite flottanti, quali *Lemna sp.* o *Salvinia sp.*. Queste ultime creano una vera e propria barriera che, ostacolando la penetrazione della radiazione luminosa, impedisce lo sviluppo della vegetazione sommersa e sposta i processi fotosintetici dal fondo alla superficie dello specchio d'acqua. Il passaggio dalla vegetazione sommersa a quella flottante rappresenta dunque un segnale di degrado dell'ecosistema acquatico che è accompagnato

da un netto peggioramento della qualità delle acque.

La vegetazione radicata al fondo svolge anzitutto un ruolo meccanico agendo come un filtro che trattiene il materiale particellato trasportato dall'acqua. Si pensi, ad esempio, alla capacità filtrante di un denso canneto di *Phragmites australis*. Contemporaneamente, le piante assimilano sostanze inorganiche disciolte, soprattutto dalle acque interstiziali, che sono in parte trasformate in biomassa. In tal modo esercitano un controllo sulle caratteristiche chimiche del sistema. Se analizzate ad una scala spaziale molto più piccola, si osserva che ogni singola pianta è di fatto il supporto/substrato per comunità perifitiche costituite da batteri, microalghe, protisti e piccoli metazoi che a loro volta svolgono processi di trasformazione della materia organica e degli inquinanti (Fig. 2).

Le stesse radici sono molto spesso un reattore biologico molto più complesso di quanto si possa percepire dal semplice esame morfologico. Numerose specie di idrofite ed elofite presentano adattamenti anatomici, quali il parenchima spugnoso o aerenchima, che agevolano il trasporto dell' $O_2$  dalla foglia alla radice e della  $CO_2$  nella direzione opposta. La saturazione e/o la sommersione del suolo e la formazione di un sedimento anossico inducono condizioni estreme, dovute essenzialmente alla carenza di ossigeno e alla comparsa di potenziali redox molto negativi. La radice, che è dunque immersa in un sedimento completamente anossico e riducente, rilascia ossigeno radialmente verso l'esterno (ROL: Radial Oxygen Loss), anche per effetto del netto gradiente ossico-anossico (Pedersen et al., 1998). Grazie al ROL, attorno alla radice si forma un microscopico strato ossico e avvengono reazioni di ossidazione

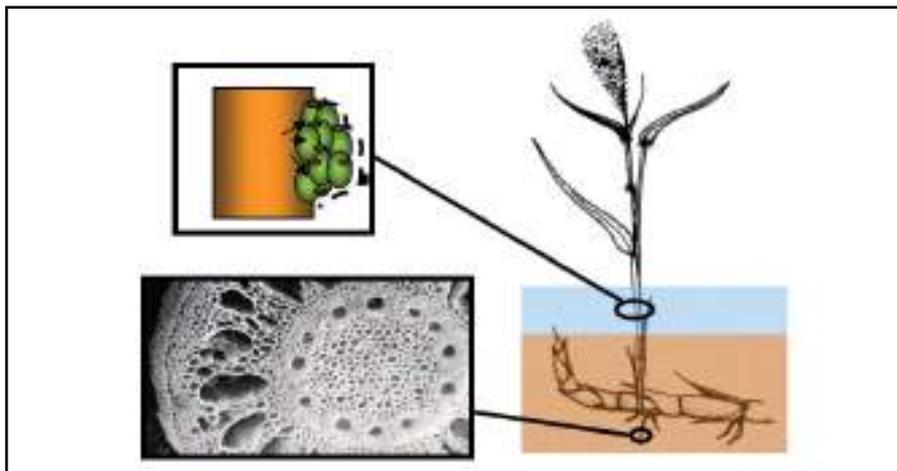


Figura 2 - Rappresentazione delle componenti epifitica e del parenchima spugnoso dei peli radicali in una macrofita acquatica.

di specie chimiche ridotte che sono tossiche per il vegetale.

Le macrofite che operano questi processi traggono dunque un vantaggio competitivo nei confronti delle altre specie vegetali non adattate (Crawford, 1992). Ne deriva in genere lo sviluppo di comunità mono- o pauci-specifiche, che sono caratterizzate da elevate densità e produttività. Parallelamente, si ha lo sviluppo di comunità microbiche che sono in grado di accoppiare processi aerobici a reazioni anaerobiche. Ad esempio, nell'interfaccia ossica della radice lo ione ammonio ( $NH_4^+$ ) viene ossidato a nitrato ( $NO_3^-$ ) determinando un gradiente di concentrazione che favorisce la diffusione di  $NH_4^+$  verso la radice e di  $NO_3^-$  verso il sedimento anossico, dove viene ridotto per denitrificazione ad azoto molecolare ( $N_2$ ). In tal modo il carico azotato diminuisce per effetto sia dell'assimilazione dell'ammonio da parte dei vegetali che della riduzione dissimilativa del nitrato.

Negli ecosistemi con acque poco profonde e nelle zone umide che si trovano lungo i corsi d'acqua, elofite ed idrofite formano spesso praterie monospecifiche con densità dell'ordine di svariate decine di piante per metro quadrato. Nel caso della canna palustre (*P.*

*australis*) rizomi e radici penetrano nel sedimento anche per alcune decine di centimetri; idrofite come *Vallisneria spiralis* occupano invece solo i primi 5-10 cm del sedimento superficiale (Fig. 3). In tutti i casi, lo sviluppo lineare delle radici e dei peli radicali è tale da amplificare le interfacce ossiche nel sedimento che sono da 10 a 100 volte più estese dell'interfaccia acqua-sedimento corrispondente. A questa scala, la vegetazione è dunque in grado di regolare il funzionamento



Figura 3 - Peli radicali e radici di *Vallisneria spiralis* (colore chiaro) immersi in un sedimento organico anossico. Si evidenzia il contrasto di colore come indicatore delle diverse condizioni redox: il colore chiaro indica condizioni ossidanti, il colore scuro è riferito a condizioni riducenti.

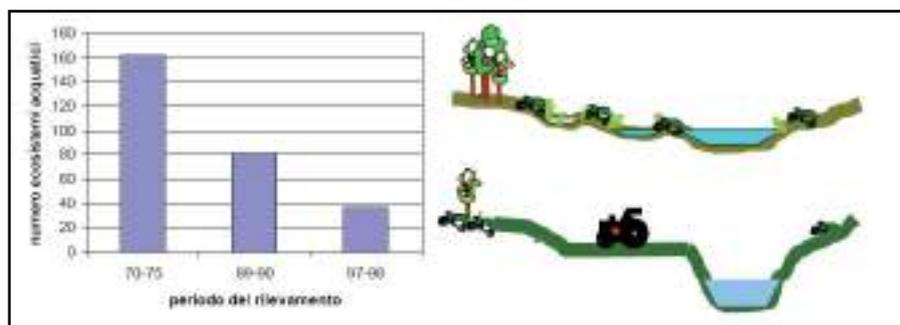


Figura 4 - Diminuzione del numero di ambienti acquatici marginali nella golena del po nella provincia di Piacenza dal 1970-75 al 1997-98 (Marzoli, 1998). Tale tendenza è riferibile alla pensilizzazione e all'occupazione della golena da parte delle attività antropiche.

dell'intero ecosistema.

L'efficacia di questi processi dipende dallo stato di salute delle piante. Altrettanto importanti sono però i fattori idrologici e geomorfologici. In uno studio condotto nel bacino dell'Oglio è stato dimostrato che la denitrificazione è massima (minimo: 150, massimo: 1900, e mediana: 404  $\text{mmol m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ) negli ambienti acquatici laterali connessi al fiume, mentre risulta sempre inferiore a 250  $\text{mmol m}^{-2} \text{h}^{-1}$  (mediana 32  $\text{mmol m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ) in quelli isolati (Racchetti et al., submitted). Analogamente, nel corso del medio Po, la denitrificazione è massima nelle aree riparate sotto riva, con velocità della corrente di circa 0.2  $\text{m s}^{-1}$  (~250  $\text{mmol m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ), ed è minima sia in zone con corrente > 0.5  $\text{m s}^{-1}$  (~70  $\text{mmol m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ) che nelle lanche (~110  $\text{mmol m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ) con acque stagnanti (Viaroli et al., 2008).

#### SOSTENIBILITÀ DELLA RIQUALIFICAZIONE IN SISTEMI FLUVIALI FORTEMENTE COMPROMESSI

A livello nazionale, i sistemi fluviali sono fortemente compromessi, anche nei tratti montani dove minore dovrebbe essere l'impatto antropico (Marchetti, 1993). La situazione peggiore si riscontra però nei tratti di valle, soprattutto nelle pianure alluvionali dove i corsi d'acqua principali ed il reticolo idrografico minore hanno perso le

componenti biologiche e la loro connettività. Un chiaro esempio è dato dal fiume Po e dai suoi affluenti. Nel Po la connettività longitudinale è interrotta in più punti da traverse e sbarramenti, il più importante dei quali è certamente quello di Isola Serafini, a monte del quale il fiume diventa simile ad un sistema lacustre, mentre a valle assume la forma di un canyon inciso e profondo. La golena è pensile sia a monte che a valle dello sbarramento, ma è soprattutto a valle che si osserva un salto di diversi metri che di fatto isola il fiume dalle aree di esondazione. Continuità e connettività laterali non sono interrotte solo all'interfaccia tra fiume e golena, ma subiscono ancora brusche interruzioni nella piana golenale dove si trovano argini secondari, opere di bonifica e di viabilità e, soprattutto, attività agricola estensiva. Nella golena del Po in provincia di Piacenza, fino al 1975 erano censiti circa 160 ambienti acquatici marginali con superfici comprese tra poche centinaia di metri quadrati e alcune decine di ettari; tra il 1996 ed il 1998 ne erano rimasti poco meno di 40 (Fig.4).

Da un lato l'isolamento e la pensilizzazione della golena e dall'altro l'invasività delle attività antropiche hanno di fatto eliminato la maggior parte di questi ambienti, il cui ruolo ecologico è stato

descritto nei paragrafi precedenti. Ma la compromissione del reticolo idrografico nasce lontano dal corso d'acqua principale, nel sistema idrografico minore che è costituito da una fitta rete di canali di piccole dimensioni. Non più di cinquant'anni fa, la maggior parte di questi corpi idrici era integrata nel paesaggio rurale ed era protetta da una fascia laterale selvatica larga anche alcuni metri. Lo stato del reticolo idrografico minore è però drammaticamente degradato ed è di fatto ridotto ad un sistema di canalizzazioni spoglie, rettificata e spesso cementificate.

Alcune considerazioni devono infine essere rivolte alla biodiversità nei sistemi fluviali. L'evoluzione delle comunità acquatiche autoctone è funzione del regime idrologico naturale e la loro vitalità e persistenza dipende dalla connettività longitudinale e laterale del corso d'acqua. In particolare le specie sono legate agli habitat che, a loro volta, dipendono dalla connettività laterale e dalle condizioni idrologiche (Bunn & Arthington, 2002). Gli ecosistemi acquatici della golena con acque stagnanti e con un'elevata produttività vegetale sono, ad esempio, particolarmente idonei alla riproduzione e allo sviluppo della maggior parte delle specie ittiche fluviali. Mancando la connettività con l'alveo attivo, le specie indigene sono dunque danneggiate a vantaggio di quelle alloctone che hanno cicli vitali diversi e una minor dipendenza dagli ambienti acquatici golenali. Non sono stati finora considerati gli effetti cumulativi degli impatti del cambiamento del regime idrologico e, soprattutto, non sono note le scale temporali a cui questi impatti si manifestano. Ad esempio, ci si può chiedere: cosa succede quando un tratto di fiume da lotico diventa lentic? Che effetti positivi e negativi ha la stagnazione

delle masse d'acqua? Ricerche sperimentali nel fiume Mincio sub lacuale dimostrano che la riduzione delle portate, la bassa profondità e l'elevato carico dei nutrienti favoriscono la proliferazione di macrofite che occupano e modificano il letto fluviale (Pinardi et al., 2009). Nel tratto potamale del fiume Po, durante le magre estive degli ultimi anni, si osserva invece lo sviluppo di comunità planctoniche ben strutturate (Ferrari et al., 2006; Rossetti et al., 2008).

La riqualificazione fluviale deve infine considerare l'applicazione della Direttiva Acque (2000/60/CE). Gli obiettivi di qualità richiesti dalla direttiva richiedono nuovi modelli di gestione, rispondenti all'obiettivo di una pianificazione delle attività antropiche compatibili con la sostenibilità dei processi ecologici di questi sistemi. Si tratta di una sfida particolarmente ambiziosa non solo per la pianificazione ambientale, ma anche per la riqualificazione fluviale, che potrebbe essere considerata come uno strumento per porre rimedio alla profonda alterazione dei corsi d'acqua. E' una grande sfida anche per il sistema della ricerca ecologica e delle sue applicazioni, qui chiamato a identificare le componenti e i fattori dell'ecosistema e le loro interazioni, su cui fondare interventi auto-sostenibili (Palmer et al., 2005). Purtroppo però, la direttiva da stimolo e campo di applicazione delle ricerche ecologiche è diventata essa stessa oggetto di ricerca, soprattutto nel settore degli indicatori ecologici e di qualità ambientale, mentre poco spazio viene lasciato allo studio delle cause del degrado e all'identificazione dei fattori critici su cui fondare la progettazione e la realizzazione degli interventi di recupero ambientale. Si pone in particolare il problema di individuare una scala spaziale

adeguata che possa corrispondere ad unità ecologiche minime rispetto alle quali programmare le azioni della riqualificazione. Possiamo però già ora con forza ricordare che tali azioni non potranno essere attuate alla scala locale, come troppo spesso avviene, dimenticando che gli effetti degli interventi si propagano lungo le tre dimensioni spaziali del corso d'acqua e possono ripresentarsi in modo imprevedibile nel tempo.

Il lavoro di Likens (1984) indicava come l'ecologia fluviale dovesse operare alla scala di bacino idrografico e non di un singolo corso d'acqua o di un tratto di esso. Parafrasando il lavoro di Likens oggi dovremmo dire che la scala adeguata è oltre il bacino idrografico o, in altre parole, che nel breve termine gli effetti degli interventi sono misurabili soprattutto alla scala locale, ma che in tempi lunghi si manifesteranno anche nel recettore finale, ad esempio in un lago o nella fascia marina costiera. La validità di questo approccio potrà essere apprezzata soprattutto per i sistemi marini chiusi come è l'Alto Adriatico per il Po o per l'Adige.

#### PROBLEMI E PROSPETTIVE

La gestione dei sistemi fluviali e della fascia marina costiera è stata organizzata negli ultimi anni in modo separato con l'Integrated River Basin Management (IRBM) e l'Integrated Coastal Zone Management (ICZM). Recentemente si è imposto un ulteriore sforzo di integrazione, con l'avvio dell'Integrated Coastal Area and River Basin Management (ICARM, <http://www.encora.eu/>). Un altro grande limite di ricerca e pianificazione consiste nella breve durata di studi ed interventi, quando invece processi ecologici ed effetti ambientali degli interventi si misurano su scale pluriennali, il più delle volte almeno decennali. Anche qui si avvertono segnali di

piccoli ma importanti cambiamenti, con l'avvio dell'International Long Term Ecological Research Program (ILTER, <http://www.lternet.edu/>) al quale l'Italia è stata ammessa dal 2007. Le serie storiche nel settore dell'idraulica e dell'idrologia sono ormai secolari, per l'ecologia fluviale sono state avviate solo negli ultimi anni.

Tra i tanti temi di ricerca che in prospettiva risultano importanti anche per la riqualificazione ambientale ricordiamo anzitutto lo studio, ad una scala spazio-temporale adeguata, delle componenti strutturali e del funzionamento degli ecosistemi fluviali con l'obiettivo di individuare le funzioni ed i servizi ad essi associati. Si tratta di un tema ricorrente, spesso trattato in modo acritico trasformando in paradigmi idee e semplici ipotesi di lavoro. Un esempio di quanto si possa fare è stato riportato nel paragrafo 3 per alcuni processi del ciclo dell'azoto. In prospettiva, si dovrebbe passare dalla misura dei tassi dei singoli processi (ad esempio dei tassi di denitrificazione) alla parametrizzazione della capacità dell'ecosistema di rimuovere l'azoto. Questa funzione è associata ad alcune componenti biologiche che possono essere manipolate, raggiungendo così livelli ottimali di abbattimento dell'azoto. In altre parole alla funzione è associato un servizio dell'ecosistema che, in questo caso, equivale al disinquinamento delle acque dall'eccesso di azoto nitrico.

Le componenti biologiche dell'ecosistema fluviale dipendono dal regime idrologico che è a sua volta controllato dalle condizioni climatiche e dagli interventi antropici. I cambiamenti climatici globali e le risposte antropiche, ad esempio la bacinizzazione fluviale, potranno determinare profonde modificazioni del ciclo idrologico che, a loro volta, si ripercuoteranno

sul biota. A questo riguardo si pone con forza il problema dell'identificazione di metodi adeguati per il calcolo e per il mantenimento del deflusso minimo vitale, che dovranno essere valutati nel contesto della salvaguardia e dell'uso sostenibile delle risorse idriche.

Le soluzioni che nell'immediato sembrano avere ragionevoli margini di fattibilità ed una certa efficacia dovrebbero essere valutate assumendo come riferimento modelli non lineari per l'analisi della relazione intervento-risposta dell'ecosistema. La bacinizzazione fluviale ne è un esempio di grande attualità. Analizzata e valutata alla scala locale e nel breve periodo potrebbe presentare anche benefici interessanti a fronte di impatti ambientali sostanzialmente accettabili: disponibilità idrica a fronte della comparsa di un lago fluviale. Quali sono però le risposte a livello di ICARM e in tempi lunghi, ad esempio a distanza di 10-20 anni? Gli studi disponibili dimostrano che possono scatenarsi risposte catastrofiche che non sono percepite se non dopo anni e a valle dell'intervento.

E' il caso del Danubio, nel quale gli sbarramenti artificiali hanno causato la ritenzione della silice reattiva, il cui apporto al Mar Nero è diminuito di circa il 70% in un paio di decenni (Humborg et al., 1997). Ne è risultata una profonda alterazione delle comunità fitoplanctoniche, nelle quali la componente a diatomee, che era prevalente fino agli anni '70 del secolo scorso, è praticamente scomparsa, sostituita da coccolitofori e flagellati. Cambiamenti così rilevanti delle biocenosi planctoniche si sono poi propagati a cascata lungo tutta la rete trofica marina.

Ancora una volta, si deve ribadire come sia essenziale attuare interventi con un approccio adattativo improntato al principio

di precauzione (Holling et al., 1995).

In ultima analisi, si può concludere che in presenza di sistemi fluviali fortemente compromessi non sempre è possibile attuare interventi di riqualficazione adeguati ed ecologicamente sostenibili. Da un lato perché le basi scientifiche non sono sufficientemente robuste e dall'altro perché i costi potrebbero essere troppo elevati. In alternativa, si potrebbero pianificare interventi diffusi e distribuiti sul territorio, andando ad incidere sul reticolo idrografico secondario. Si tratta per lo più di canali di piccole dimensioni, ma che hanno però una notevole estensione lineare, ad esempio 19.000 km nella sola regione Emilia-Romagna. Si tratta di un sistema diffuso e fortemente interconnesso che costituisce di per sé la base per una rete ecologica potenzialmente formidabile (Kondolf et al., 2006). Negli ultimi anni le relazioni tra reticolo idrografico e bacino di competenza sono state anche oggetto di studi che si riferiscono ai principi e ai metodi dell'ecologia del paesaggio, con l'avvio di una vera e propria ecologia del paesaggio fluviale (Allan, 2004). Le scale spaziali a cui opera l'ecologia del paesaggio sono coerenti con quelle della riqualficazione fluviale e della conservazione della biodiversità e delle risorse naturali e forniscono un ulteriore strumento utile per l'analisi e la gestione degli ecosistemi fluviali.

#### BIBLIOGRAFIA

Allan, J.D., 2004. *Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems*. *Annual Review Ecology Systematics* 35: 257-284.

Bartoli M, Viaroli P., 2006. *Zone umide perifluviali: processi biogeochimici, funzioni ecologiche, problemi di gestione e conservazione*. *Biologia Ambientale* 20: 43-54.

Bunn S.E., Arthington A.H., 2002. *Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity*. *Environmental Management* 30: 492-507.

Connell J.H., 1978. *Diversity in tropical rain forests and coral reefs*. *Science* 199: 1302-1310.

Connell, J.H.; Slatyer R.O., 1977. *Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization*. *The American Naturalist* 111: 1119-1144.

Costanza, R. 1992. *Toward an operational definition of ecosystem health*. In R. Costanza, B.G. Norton, and B.D. Haskell (eds.), *Ecosystem Health: New Goals for Environmental Management*. Island Press, Washington, D.C., p. 239-256.

Crawford, R.M.M., 1992. *Oxygen availability as an ecological limit to plant distribution*. *Advances in Ecological Research* 23: 93-185.

Dodds, W.K., 2006. *Eutrophication and trophic state in rivers and streams*. *Limnology and Oceanography* 51: 671-680.

Ferrari I., Viglioli S., Viaroli P., Rossetti G., 2006. *The impact of summer 2003 drought event on the zooplankton of the Po river (Italy)*. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 29: 2143-2149.

Greco S., 2008. *River restoration: restoring dynamic riverine processes in a changing world...or...erecting monuments to our good intentions*. In Gumiero B., Rinaldi M., Fokkens B. (eds), *proceedings of the 4th ECRR International Conference on River Restoration 2008*: 36-4627-33.

Humborg C., Venugopalan I., Cociasu A., Bodungen B.V., 1997. *Effects of Danube River dam on Black Sea biogeochemistry and ecosystem structure*. *Nature* 386: 385-388.

- Kondolf, G.M., Boulton A.J., O'Daniel S., Poole G.C., Rahel F.J., et al. 2006. Process based ecological river restoration: visualising three dimensional connectivity and dynamic vectors to recover lost linkages. *Ecology and Society* 11: 5 (online: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art5/>)
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007. 4th IPCC Assessment Report* (<http://www.ipcc.ch/ipccreports/>).
- Jenkins S.H., 1981. Common attens in home range-body size relationships of birds and mammals. *The American Naturalist* 118: 126-128
- Junk W.J., Bayley P.B., Sparks R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Special Publications Fishery Aquatic Science* 106: 110-127.
- Likens G.E., 1984. *Beyond the shoreline: a watershed ecosystem approach*. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 22: 1-22.
- Macarthur R.H., Wilson E.O., 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution* 17: 373-387.
- Marchetti R. (ed.), 1993. *Problematiche ecologiche del sistema idrografico padano*. *Acqua Aria*, 6-7/93: 569-764.
- Marzoli M., 1998. *Stato di Conservazione e principali caratteristiche idrochimiche di ambienti perfluviali nella golena del Po tra Castelsangiovanni (PC) e Polesine Parmense (PR)*. Tesi di laurea inedita in Scienze Naturali, Università degli Studi di Parma.
- Naiman R.J., Bunn S.E., Nilsson C., Petts G.E., Pinay G., Thompson L.C., 2002. Legitimizing fluvial ecosystems as users of water: an overview. *Environmental Management* 30: 455-467.
- Newbold, J. D., J. W. Elwood, R. V. O'Neill, and W. Van Winkle. 1981. *Measuring nutrient spiralling in streams*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 38:860-863.
- Nilsson C., Svedmark M., 2002. *Basic principles and ecological consequences of changing water regimes: riparian plant communities*. *Environmental Management* 30: 468-480.
- Palmer R.A., Bernhardt E.S., Allan J.D., Lake P.S., Alexander G., Borooks S., Carr J., Clayton S., Dahm C.N., et al., 2005. *Standards for ecologically successful river restoration*. *Journal of Applied Ecology* 42: 208-217.
- Palmer M.A., 2008. *River restoration as a collaboration with nature*. In Gumiero B., Rinaldi M., Fokkens B. (eds), *proceedings of the 4th ECRR International Conference on River Restoration 2008*: 36-46.
- Pedersen O., Borum J., Duarte C.M., Fortes M.D., 1998. *Oxygen dynamics in the rizosphere of Cymodocea rotundata*. *Marine Ecology Progress Series* 169: 283-288.
- Pinardi M., Bartoli M., Longhi D., Marzocchi U., Laini A., Ribaudo C., Viaroli P., 2008. *Relationships between benthic vegetation and biogeochemical processes in a river reach with altered hydrology*. *Journal of Limnology*
- Pinay G., Clément J.C., Naiman R.J., 2002. *Basic principles and ecological consequences of changing water regimes on nitrogen cycling in fluvial systems*. *Environmental Management* 30: 481-491.
- Pulliam R.H., 1988. *Sources, sinks, and population regulation*. *American naturalist* 132: 652-661.
- Racchetti E., Soana E., Longhi D., Pinardi M., Bartoli M., Viaroli P., 2008. *Benthic respiration, ammonium regeneration and denitrification efficiency in riverine wetlands*. *Biogeochemistry* (submitted)
- Roberts C.M., 1998. *Sources, sinks and the design of marine riserve networks*. *Fisheries* 23: 16-19.
- Rossetti G., Viaroli P., Ferrari I., 2009. *Role of abiotic and biotic factors in structuring the metazoan plankton community in a lowland river*. *River Research and Applications*, DOI: 10.1002/rra.1170
- Seitzinger S. et al., 2006. *Denitrification across landscape and waterscape a synthesis*. *Ecological Applications* 16: 2064-2090.
- Ulanowicz, R.E. 1997. *Ecology, the Ascendent Perspective* Columbia University Press, New York, 201 pp.
- Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell, C. E. Cushing, 1980. *The river continuum concept*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130-137
- Zalewski M., Janauer G. A., Jolánkai G., 1997. *Ecohydrology: a new paradigm for the sustainable use of aquatic resources*. IHP, UNESCO, Paris
- Ward, J.V., 1989. *The four-dimensional nature of lotic ecosystems*. *Journal North American Benthological Society* 8: 2-8.
- Westra, L. 1995. *Ecosystem integrity and sustainability: the foundational value of the wild* In L. Westra and J. Lemons (eds.), *Perspectives on Ecological Integrity*. Chapter 2. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, p. 12-33.
- Wetzel R.G., 1990. *Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators*. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 24: 6-24.

# MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI DELLA PRODUZIONE IDROELETTRICA SUGLI ECOSISTEMI FLUVIALI

BRUNO MAIOLINI

*IASMA Research and Innovation Centre  
Environment and Natural Resources Area  
Fondazione Edmund Mach  
E-mail: bruno.maiolini@iasma.it*

## INTRODUZIONE

La continuità longitudinale dei corsi d'acqua è stata severamente alterata nella maggior parte dei sistemi fluviali dei paesi sviluppati, soprattutto dalla costruzione di dighe ed altre barriere fisiche (Nilsson et al., 2005), con conseguente modificazione dei regimi idraulici e termici, del ciclo di trasporto dei sedimenti e della materia organica (Karr & Chu, 1999). È stato ben documentato come queste alterazioni possano indurre significative riduzioni della biodiversità nelle comunità biologiche fluviali e in generale un deterioramento delle funzioni ecologiche (Bunn & Arthington, 2002; Nilsson et al., 2005).

Tuttavia, in tempi recenti, si sta sempre più affermando il ruolo del regime idrologico come maggior forzante della funzionalità degli ecosistemi lotici (Junk et al., 1989; Poff et al., 1997; Richter et al., 1998; Richter & Thomas, 2007).

Generalmente una ridotta variazione di portata, associata a rilasci di DMV con soglia statica, comporta una eccessiva crescita di macrofite acquatiche, proliferazione di organismi filtratori quali le larve di Ditteri Simulidi, riduzione della diversità delle popolazioni ittiche, aumento quantitativo di pochi taxa macrobentonici e riduzione della loro diversità. Al contrario, variazioni di portata troppo frequenti, ad esempio a valle di centrali idroelettriche, inducono una riduzione sia della biomassa che della ricchezza

in specie dei popolamenti macrobentonici, spiaggiamento di invertebrati acquatici e di pesci. Infine, un eccessivo rallentamento della velocità di corrente può produrre effetti quali il declino di popolazioni di crostacei decapodi e molluschi e profonde alterazioni della popolazione ittica, con riduzione di salmonidi e affermazione di specie opportuniste (Bunn & Arthington, 2002).

Per quantificare gli effetti ecologici indotti dalle alterazioni del regime idrologico sono stati proposti diversi approcci e tra questi hanno avuto particolare diffusione gli Indicators of Hydrologic Alteration (IHA) messi a punto da The Nature Conservancy (Richter et al., 1996). Attraverso l'analisi di serie lunghe di dati di portata riferiti a periodi precedenti e successivi a un evento impattante, il metodo IHA evidenzia l'allontanamento o meno del regime idrologico da cinque parametri ecologicamente rilevanti:

- la magnitudine a livello annuale e mensile,
- l'intensità e la durata degli eventi estremi,
- la stagionalità degli eventi estremi,
- la frequenza e la stagionalità di condizioni di magra e di morbida
- la velocità e la frequenza dei cambiamenti idrologici.

Bunn & Arthington (2002) elencano quattro principi per la valutazione degli impatti ecologici imposti dalle alterazioni idrologiche:

- la portata è la principale forzante della struttura e distribuzione spazio-temporale degli habitat fluviali, dai quali dipende direttamente la struttura delle comunità biologiche,
- le specie acquatiche si sono evolute adattando i loro cicli vitali e le strategie di sopravvivenza ai regimi idrologici naturali,
- la connettività idrologica longitudinale e laterale deve essere mantenuta,
- il successo di specie aliene invasive è favorito dall'alterazione del regime idrologico naturale.

Evidenze degli impatti della produzione idroelettrica sono state prodotte per molti taxa animali e vegetali, sia strettamente acquatici che ripari. È tuttavia ancora difficile predire e quantificare i cambiamenti indotti sul comparto biologico a causa dei problemi insiti nella difficoltà a separare gli effetti dovuti a cambiamenti idrologici da quelli derivanti da altre alterazioni ambientali (canalizzazioni, uso del territorio), che sono spesso associati ai primi (Monk et al. 2006).

Le Alpi sono sempre più spesso chiamate Water Towers of Europe perché comprendono gran parte dei bacini di molti grandi fiumi europei, contribuendo in maniera determinante al loro regime idrologico (Schwaiger 2007). Con poche eccezioni, i regimi idrologici dei fiumi alpini sono stati profondamente modificati a diverse scale spaziali e temporali dall'uso idroelettrico (Maiolini & Bruno, 2008). Le Alpi, infatti, sono particolarmente predisposte per lo sviluppo di impianti idroelettrici perché hanno buone riserve di acqua (ghiacciai, nevai, pioggia) e elevate pendenze. L'attuale interesse per fonti energetiche rinnovabili e prive di emissioni gassose, e la possibilità di rispondere immediatamente ai picchi di richiesta energetica, rendono l'energia idroelettrica particolarmente strategica e desiderabile. Per contro gli effetti sugli ecosistemi sono notevoli e sono in

corso molte attività e ricerche finalizzate a trovare nuove modalità di gestione volte a salvaguardare sia la produzione di energia che i numerosi beni e benefici che gli ecosistemi fluviali forniscono.

Un importante motore di queste attività è anche la necessità (oltre all'opportunità) di raggiungere gli obiettivi qualitativi imposti dalla Direttiva WFD 2000/60/CE (WFD).

La filiera di produzione idroelettrica modifica il regime idrologico in tre momenti diversi:

- in fase di captazione delle acque
- durante lo stoccaggio nei bacini di accumulo
- a valle dei rilasci dalle centrali.

#### LA CAPTAZIONE

Le captazioni in genere riguardano corsi d'acqua di basso ordine a quote elevate. Una prima considerazione riguarda il ruolo ecologico delle acque di testa e, più in generale, dei corsi d'acqua di 1°-2° ordine. Il loro insieme è spesso definito come "reticolo minore" e questo termine può essere fuorviante rispetto al loro effettivo valore ecologico. In piccoli corsi d'acqua, infatti, importanti benefici ecosistemici quali la denitrificazione, la ricarica delle falde, la conservazione della biodiversità, sono massimizzati (Lowe & Likens, 2005). Le caratteristiche ecologiche dei corsi d'acqua di primo ordine variano considerevolmente in dipendenza della geologia, situazione geografica, tipo di contributo dominante (glaciale, pluvio-nivale, sorgenti, emissari di laghi). A livello di bacino particolare attenzione dovrebbe essere posta nel salvaguardare una parte delle tipologie rappresentative. Nella normale prassi infatti la valutazione dei corsi d'acqua da cui prelevare acqua non ne considera il valore ecologico nell'ambito del bacino.

Gli effetti delle captazioni sono sostanzialmente la riduzione e costanza delle portate, un aumento della

stabilità dell'alveo, con possibile intasamento degli interstizi in alveo e interruzione della continuità verticale, l'interruzione della continuità longitudinale, l'alterazione del regime termico, con più basse temperature invernali (e possibile congelamento completo), più alte temperature estive e maggiori fluttuazioni giornaliere.

Una prima conseguenza della maggior stabilità dell'alveo e delle più alte temperature estive è un maggior sviluppo del fitobenthos e conseguente modificazione della comunità zoobentonica associata.

Oltre alla selezione delle acque da captare anche su base ecologica, altre possibili mitigazioni sono la messa in opera di gronde che assicurino la continuità monte valle e il rilascio di almeno una parte dei picchi di portata, secondo la stagionalità propria della tipologia fluviale.

#### LO STOCCAGGIO

La costruzione delle grandi dighe, avvenuta per lo più tra la metà degli anni '40 e '50, è sicuramente l'alterazione più visibile e che ha attratto di più la ricerca sugli impatti subiti dagli ecosistemi dopo la loro costruzione.

Questi effetti sono ben documentati da una abbondante letteratura e sono riconducibili a cinque categorie: idrologia, morfologia fluviale e solidi sospesi, cicli geochimici, ecologia fluviale e delle pianie alluvionali, ecologia della fauna ittica.

Per quanto riguarda il regime idrologico, a valle dei bacini la portata è ridotta e con minori variazioni stagionali, diminuiscono quindi i giorni di morbida, e in generale si assiste ad una progressiva tendenza verso idrogrammi più piatti, con minor ricarica delle falde e perdita di zone umide perfluviali. In anni recenti i primi effetti del cambiamento climatico in atto hanno determinato

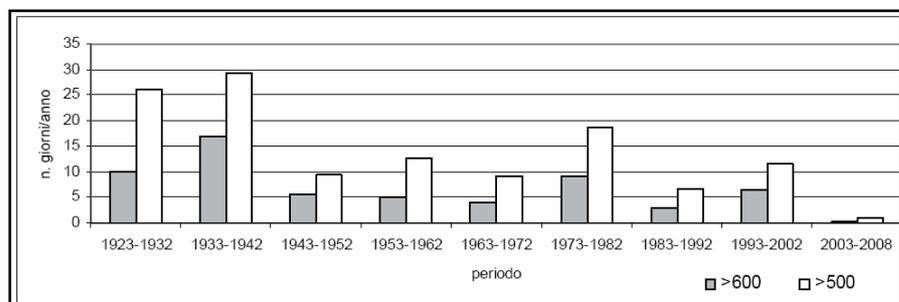


Figura 1 - Numero di giorni con portate superiori a 500 e 600 m<sup>3</sup>/s dell'Adige alla stazione idrografica di Trento. Fonti dati: 1923-1975 Annali Idrografici dello Stato, 1976-1986, Ufficio Idrografico della Provincia Autonoma di Trento, 1987-2008 Servizio Opere Idrauliche della Provincia Autonoma di Trento.

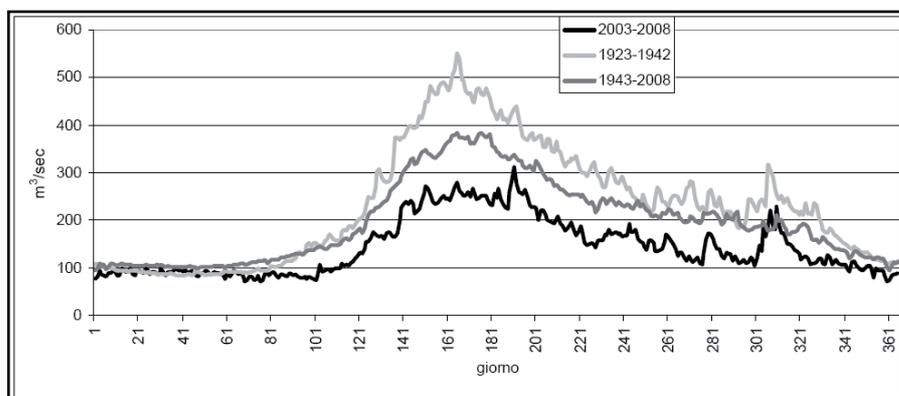


Figura 2 - Idrogrammi dell'Adige a Trento, medie riferite ai periodi 1923-1942, 1943-2008 e 2003-2008. Fonti dati: 1923-1975 Annali Idrografici dello Stato, 1976-1986, Ufficio Idrografico della Provincia Autonoma di Trento, 1987-2008 Servizio Opere Idrauliche della Provincia Autonoma di Trento.

ulteriori alterazioni dovute ad un massiccio ricorso all'innevamento artificiale in inverno e ad una maggior produzione idroelettrica in estate a seguito della diffusione di sistemi di condizionamento domestico. Nella Fig. 1 vengono messe a confronto le medie di giorni di morbida di ciascun decennio a partire dal 1923 per il fiume Adige. E' evidente la riduzione del numero di giorni di morbida prima e dopo la realizzazione della maggior parte degli invasi. La media di giorni con portate superiori a 500 m<sup>3</sup>/s e a 600 m<sup>3</sup>/s è di 28 e 14, rispettivamente, nel periodo pre-dighe, e di 10 e 5 nel periodo post-dighe, con una riduzione di oltre il 50%. Differenze ancora più evidenti sono state trovate per il Rodano, dove i giorni/anno con portate maggiori di 500 m<sup>3</sup>/s sono passati da 23 a 5 per gli stessi periodi (Loizeau & Dominik 2000). La maggior variazione pre-post dighe nel Rodano è probabilmente da attribuirsi al più alto numero di dighe presenti nel bacino (circa 50 rispetto alle 32 presenti nel bacino dell'Adige).

In figura 2 sono riportati gli idrogrammi annuali del fiume Adige, elaborati dalle medie giornaliere nei periodi pre-dighe (1923-1942), durante e dopo la costruzione degli invasi (1943-2008) e negli ultimi sei anni (2003-2008). Si evidenzia la riduzione delle portate estive e il leggero aumento di quelle invernali, dovuto allo stoccaggio estivo e all'attività di produzione in inverno. In anni più recenti la tendenza verso un appiattimento dell'idrogramma è più evidente.

Nelle figure 3 e 4 vengono presentati due esempi di applicazione dell'IHA al fiume Adige, utilizzando la stessa serie di dati idrologici delle fig. 1 e 2, separati in un periodo pre-impatto (1923-1950) e uno post-impatto (1960-2007).

Nella figura 3 si evidenzia l'aumento del numero di eventi di magra nel

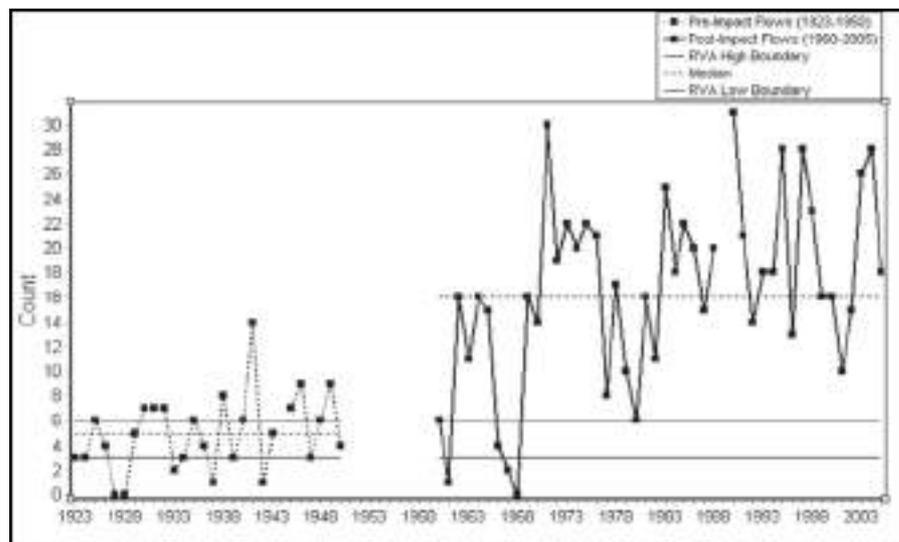


Figura 3 - Analisi delle portate del fiume Adige mediante Indicators of Hydrologic Alteration: numero di eventi di magra. Fonti dati come in Fig. 1.

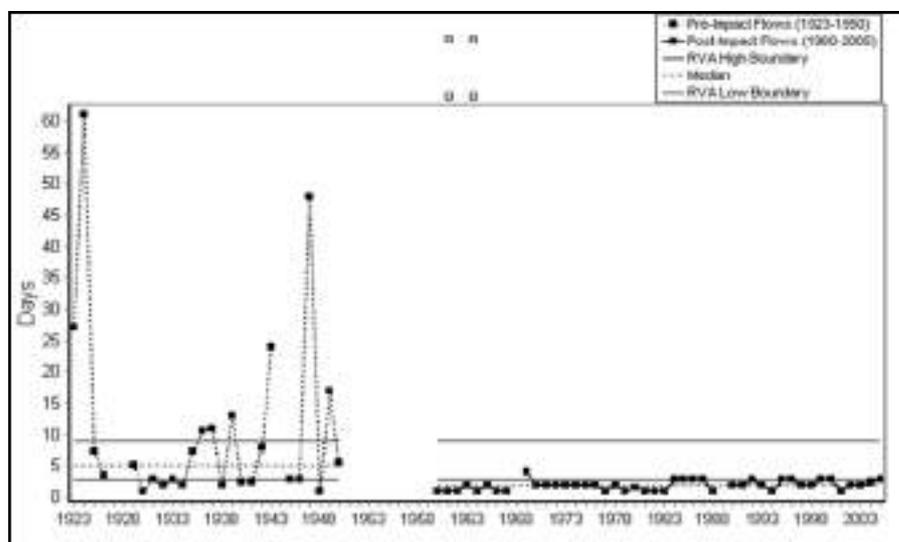


Figura 4 - Analisi delle portate del fiume Adige mediante Indicators of Hydrologic Alteration: durata degli eventi di magra. Fonti dati come in Fig. 1.

periodo post-impatto, dovuti non a cause naturali ma ai periodi di chiusura delle centrali idroelettriche. La mediana risulta ben al di sopra del limite (area compresa tra il 34° e il 67° percentile) definito con il Range of Variation Approach, ovvero calcolato sulla base delle condizioni idrologiche prevalenti prima dell'impatto, indicando quindi una forte alterazione di questo parametro idrologico. Nella figura 4 è rappresentato il cambiamento intervenuto nel secondo periodo nella durata dei giorni di magra, costantemente al di sotto dei limiti definiti dall' RVA, e dovuto alle brevi magre artificiali di 1-2 giorni (weekend di

inattività delle centrali). Si tenga inoltre presente che l'uso di medie giornaliere (le uniche disponibili per serie storiche) maschera le variazioni orarie proprie dell'hydropeaking e quindi in realtà le differenze tra pre e post- impatto sono ancora più marcate.

La progressiva riduzione delle piene estive nel tempo ha avuto una notevole influenza sulla evoluzione morfologica degli alvei (Graf, 2006), con una generale tendenza alla colmatazione degli interstizi e ad uno sviluppo abnorme del perifiton. Per ovviare a questo problema, in Svizzera sono in corso da diversi anni rilasci programmati dall'invaso di

Livigno verso il fiume Spöl. I risultati ad oggi ottenuti sono positivi, sia per quanto riguarda la diversità della fauna invertebrata che il successo riproduttivo della fauna ittica, e in particolare dei salmonidi (Robinson, 2009).

Per quanto riguarda gli altri effetti dello stoccaggio delle acque negli invasi e delle possibili azioni mitigatrici si rimanda alla copiosa letteratura esistente (Stanley & Doyle, 2003; Richter & Thomas, 2007).

#### IL RILASCIO

L'impatto dei rilasci di acque turbinate in alveo, a valle di centrali idroelettriche, è probabilmente il più grave per l'ecosistema, eppure anche il meno considerato. La rapida entrata in funzione delle turbine è un considerevole vantaggio per rispondere in tempo reale ai picchi di richieste energetiche, ed è esclusivo delle centrali idroelettriche. Tuttavia questo impone ripetuti e rapidissimi cambiamenti di portata con drammatici effetti sulla struttura e zonazione longitudinale delle comunità bentoniche (Céréghino et al., 2002, 2004; Hay et al., 2008). Anche la struttura delle comunità ittiche è influenzata negativamente come conseguenza dell'alterazione dell'habitat e delle disponibilità trofiche (Bunn & Arthington, 2002). L'intensità dell'impatto dei rilasci dipende da diversi fattori: forma e struttura dell'alveo, variazione di portata rispetto a quella a monte, caratteristiche chimico-fisiche delle acque immesse (temperatura, torbidità). In generale la comunità bentonica risulta con una ridotta diversità ed abbondanza.

La connessione laterale viene alterata dalle frequenti variazioni di livello con effetti sia sulla composizione delle comunità di invertebrati ripari (Van Looy et al., 2007) che su fasi del ciclo vitale di insetti bentonici, quali lo sfarfallamento e l'ovideposizione.

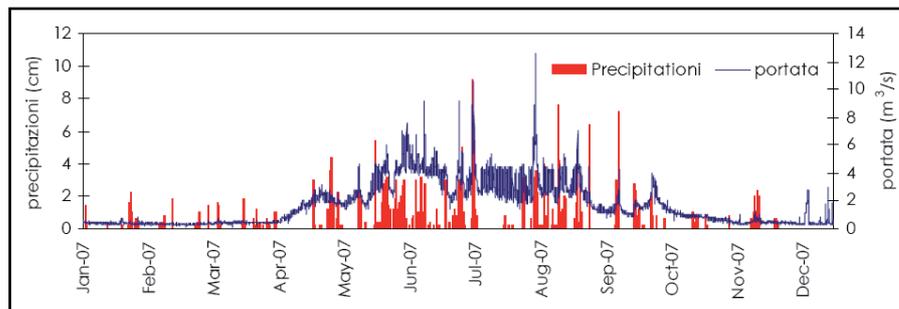


Figura 5 - Portata del torrente Vermigliana e precipitazioni nel bacino nel 2007.

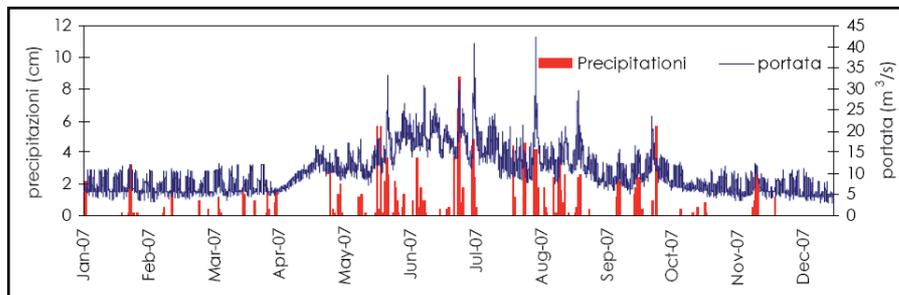


Figura 6 - Portata del torrente Noce a Malè e precipitazioni nel bacino nel 2007.

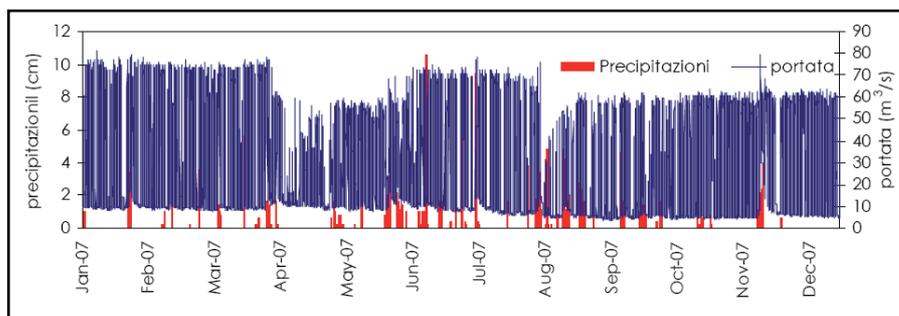


Figura 7 - Portata del torrente Noce a Mezzocorona e precipitazioni nel bacino nel 2007.

Anche la continuità verticale tra acque superficiali e falda può essere interrotta per effetto di colmatazione degli interstizi (Anselmetti et al., 2007; Fette et al., 2007), riducendo la disponibilità dell'habitat iporreico, usato anche come zona rifugio dalla fauna bentonica, sia in periodi di magra che di piena (Maiolini et al., 2005; Bruno et al., 2009).

Come già accennato, l'hydropeaking non viene evidenziato dall'analisi di dati di portata basati su medie giornaliere per cui è necessario utilizzare dati orari al fine di quantificarne l'intensità. Un esempio è dato dalle figure 5, 6 e 7 riferite al bacino del Noce, un affluente principale del fiume Adige. Nella figura 5 è riportato l'idrogramma annuale (medie orarie 2007) di un affluente con regime idrologico naturale, in figura

6 l'idrografo a valle di una prima centrale e in figura 7 a valle di una centrale di grandi dimensioni. È evidente la progressiva alterazione del deflusso con le ampie fluttuazioni giornaliere.

Anche la temperatura dell'acqua può subire importanti alterazioni a valle di centrali alimentate da acque provenienti dall'ipolimnio di bacini d'alta quota, con aumenti fino a 3-4 °C in inverno e diminuzione fino a 6 °C in estate (Carolli et al., 2009).

I possibili interventi di mitigazione dell'hydropeaking sono essenzialmente:

- rilascio delle acque turbinate in bacini di raccolta e successiva lenta restituzione al corso d'acqua. Questa soluzione è raramente applicabile per il costo elevato e la scarsa disponibilità di aree adeguate;

- riduzione della quantità di acqua turbinata. Vista la strategicità dell'energia idroelettrica (rinnovabile, priva di emissioni gassose, indipendenza da importazione) è oggi poco realistico negoziare una possibile riduzione della produzione;
- aumento del tempo di massima attivazione e disattivazione delle turbine;
- deviazione dei picchi di portata verso altri usi a valle degli impianti.

È questa la soluzione che può essere più perseguita, studiando caso per caso le opportunità offerte dalla situazione locale.

Un interessante intervento in questo senso è quello realizzato sul fiume Ill in Tirolo (Austria) (<http://ecologic-events.eu/hydropower/documents/moser.pdf>). Il fiume, di notevole rilevanza naturalistica, soffriva per gli effetti dell'hydropeaking generato da una centrale idroelettrica. Dopo aver analizzato diverse opzioni di possibili attenuazione del problema, è stato deciso di costruire una seconda centrale a circa 20 km a valle della prima, alimentandola direttamente con le acque turbinate attraverso una condotta appositamente costruita. Dalla prima centrale è stato rilasciato un DMV maggiore, compensato dalla produzione della nuova centrale. Il progetto ha permesso di ottenere una serie di risultati positivi:

- eliminazione dell'hydropeaking;
- creazione di un regime idrologico simile al naturale, anche grazie all'apporto di alcuni tributari;
- riduzione dell'erosione, prima alimentata dalle onde di hydropeaking
- dinamizzazione della morfologia dell'alveo (raschi, pozze ecc);
- rinaturalizzazione del corso d'acqua, sebbene su scala ridotta rispetto alle condizioni naturali;
- ripristino di flora e fauna acquatica simile a corsi d'acqua di riferimento della regione;
- produzione di ulteriori 350 GWh/a di energia rinnovabile e priva di emissioni serra.

Questa soluzione non è applicabile ovunque, come è il caso di tutti i progetti di riqualficazione fluviale, che devono sempre essere caso-specifici. In altre situazioni è possibile utilizzare parte delle acque turbinate, consegnandole direttamente ad altri utilizzatori a valle, evitando le continue immissioni e prelievi in successione che caratterizzano molti nostri fiumi.

#### CONCLUSIONI

I fattori abiotici più importanti nel determinare la funzionalità di ecosistemi fluviali sono il regime idrologico (Poff et al., 1997) e quello termico (Brown & Hannah, 2008) ed entrambi sono più o meno modificati durante le diverse fasi della produzione idroelettrica.

Nei progetti di riqualficazione fluviale è di fondamentale importanza stabilire chiari e quantificabili obiettivi e tenere in alta considerazione il dinamismo dei regimi idrologici e termici. Infatti queste alterazioni possono imporsi sulle riqualficazioni fisiche di habitat fluviali, rendendole inefficaci nel raggiungimento di obiettivi di miglioramento qualitativo (Jensen et al., 2006).

Ragionamenti analoghi riguardano le applicazioni di Deflussi Minimi Vitali con soglia statica. Purtroppo manca una casistica di studi sugli effetti dell'applicazione di DMV in Italia che considerino altri parametri di valutazione oltre alla fauna ittica.

Infine una considerazione riguardo alla possibile scelta gestionale tra interventi di riqualficazione fluviale che prevedano la possibilità di avere un corso d'acqua con regimi idrologico e termico naturali ma 'piccolo', oppure con portate maggiori ma con andamento non naturale. Esiste una buona evidenza scientifica che la biodiversità e i processi biologici in genere siano massimizzati in corsi d'acqua di primo e secondo ordine (Lowe & Likens, 2005), e quindi maggiori benefici e beni ecosiste-

mici sono ottenibili riqualficando preferenzialmente corsi d'acqua 'minori' (che sarebbe più opportuno chiamare 'di testa').

#### BIBLIOGRAFIA

Anselmetti F.S., R. Bühler, D. Finger, S. Girardclos., A. Lancini, C. Rellstab and M. Sturm, 2007 - *Effects of Alpine hydropower dams on particle transport and lacustrine sedimentation: Aquat. Sci.*, 69, 179-198.

Brown L. E. and D. M. Hannah, 2008 - *Spatial heterogeneity of water temperature across an alpine river basin. Hydrol. Process.* 22: 954-967.

Bunn S. E. & A. H. Arthington, 2002 - *Basic Principles and Ecological Consequences of Altered Flow Regimes for Aquatic Biodiversity. Environmental Management Vol. 30, No. 4:* 492-507

Bruno M. C., B. Maiolini, M. Carolli, L. Siliveri. 2009. *Hydropeaking impact on hyporheic invertebrates of an Alpine stream (Trentino, Italy). International Journal of Limnology, in press*

Carolli M., B. Maiolini, M.C. Bruno, L. Siliveri & A. Siviglia, 2009 - *Thermopeaking in an hydropower impacted Alpine catchment. In: Gumiero, M. Rinaldi, B. Fokkens (eds) Proceedings of the 4th ECRP (European Center for River Restoration) International Conference for River Restoration. Venice, 16-21 June 2008: 789-796.*

Céréghino, R., P. Cugny, & P. Lavandier, 2002 - *Influence of intermittent hydropeaking on the longitudinal zonation patterns of benthic invertebrates in a mountain stream. Int. Rev. Hydrobiol.* 87: 47-60.

Céréghino, R., M. Legalle, & P. Lavandier, 2004 - *Drift and benthic population structure of the mayfly Rhithrogena semicolorata (Heptageniidae) under natural and hydropeaking conditions. Hydrobiologia* 519: 127-133.

- Emily H. Stanley and Martin W. Doyle, 2003 - *Trading off: the ecological effects of dam removal. Front Ecol Environ* 2003; 1(1): 15-22
- Fette M., C. Weber, A. Peter and B. Wehrli, 2007 - *Hydropower production and river rehabilitation: A case study on an alpine river. Environ. Model. Assess.*, 12, 257-267.
- Graf W.L., 2006. - *Downstream hydrologic and geomorphic effects of large dams on American rivers* ». *Geomorphology* 79: 336-360.
- Hay, C., T. Franti, D. Marx, E. Peters & L. Hesse, 2008 - *Macroinvertebrate drift density in relation to abiotic factors in the Missouri River. Hydrobiologia* 598: 175-189.
- Jensena K., M. Trepel, D. Merritt and G. Rosenthal, 2006 - *Restoration ecology of river valleys. Basic and Applied Ecology* 7: 383-387.
- Junk, W. J., P. B. Bayley, and R. E. Sparks, 1989 - *The floodpulse concept in river-floodplain systems. Pages 110-127 in D. P. Dodge (ed.), Proceedings of the international large river symposium (LARS). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences Special Publication* 106.
- Loizeau, J.L., J. Dominik, 2000 - *Evolution of the Upper Rhone river discharge and suspended sediment load during the last 80 years and some implications for Lake Geneva. Aquat. Sci.* 62, 54-67.
- Lowe W. H. & G. E. Likens, 2005, - *Moving Headwater Streams to the Head of the Class BioScience Vol. 55/3: 196-197.*
- Lowe W. H. & G. E. Likens, 2005, - *Moving Headwater Streams to the Head of the Class. BioScience, Vol. 55 No. 3:197-198*
- Maiolini, B., and M. C. Bruno, 2008 - *The river continuum concept revisited: lessons from the Alps.*, in *The Water Balance of the Alps, alpine space -man and environment, vol. 3, Innsbruck Univ. Press, Innsbruck*
- Maiolini, B., V. Lencioni, R. Berera & V. Cottarelli, 2005 - *Effects of flood pulse on the hyporheic harpacticoids (Crustacea, Copepoda) in two high altitude Alpine streams. Meiofauna Marina* 14: 105-108.
- Monk W. A., P. J. Wood, D. M. Hannah, D. A. Wilson C. A. Extence and R. P. Chadd, 2006 - *Flow variability and macroinvertebrate community response within riverine systems. River Res. Applic.* 22: 595-615
- Poff, N. L., J. D. Allan, M. B. Bain, J. R. Karr, K. L. Prestegard, B. D. Richter, R. E. Sparks, and J. C. Stromberg, 1997 - *The natural flow regime, BioScience*, 47 (11), 769- 611 784.
- Richter B. D. and G. A. Thomas, 2007 - *Restoring environmental flows by modifying dam operations. Ecology and Society* 12(1): 12.
- Richter B. D., J. V. Baumgartner, J. Powell, D. P. Braun, 1996 - *A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. Conservation Biology* 10: 1163-1174.
- Richter, B. D., and G. A. Thomas, 2007 - *Restoring environmental flows by modifying dam operations. Ecology and Society* 12(1): 12.
- Richter B., J. Baumgartner, R. Wigington, D. and P. J. Braun, 1998 - *A spatial assessment of hydrologic alteration within a river network, Regul. Riv.*, 14 (4)
- Robinson C. T., 2009 - *Effetti ecologici di piene programmate in un fiume regimato, CIRF, Riqualficazione Fluviale n. 1:20-26*
- Schwaiger K., 2007 - *Alps – the Water Towers of Europe. man & environment, vol. 3: The Water Balance of the Alps, Innsbruck university press: 3-6.*
- Van Looy K., H. Jochems, S. Vanacker and E. Lommelen, 2007 - *Hydropeaking impact on a riparian ground beetle community. River Res. Applic.* 23: 223-233
- Zolezzi G., A. Bellin, M. C. Bruno, B. Maiolini, and A. Siviglia, *Assessing hydrological alterations at multiple temporal scales: Adige River, Italy, Water Resources Research, in print.*

# Sessione A: riqualificazione fluviale nella pianificazione territoriale e di bacino

## LA RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE NELLA PIANIFICAZIONE E NELL'ATTIVITÀ DELL'AUTORITÀ DI BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME MAGRA: ESPERIENZE, DIFFICOLTÀ, OPPORTUNITÀ, RISULTATI

FRANCESCA PITTALUGA E RICCARDO PAITA

*Autorità di bacino interregionale del fiume Magra*

*Via A. Paci, 2 - 19038 Sarzana (SP). segretario.generale@adbmagra.it; paita@adbmagra.it*

### INTRODUZIONE

All'Autorità di bacino del Magra (AdB), istituita nel 1996, è stata affidata un'eredità invidiabile: un reticolo idrografico con un elevato grado di naturalità, buona qualità delle acque, splendide bellezze naturali e

una ricchezza biologica sorprendente (ad es. una media di 40 Unità Sistematiche di macroinvertebrati per stazione, contro le 20-25 rinvenibili nel resto d'Italia); un patrimonio di cui andar fieri e da tutelare. Anche la flora è particolarmente ricca di

endemismi e di componenti floristiche provenienti da aree lontane: mediterranea, atlantica, centroeuropea, boreale artica, eurosiberiana, euroasiatica.

Il record di biodiversità è soprattutto un'eredità della sua storia paleoecologica e della sua posizione geografica, ad un crocevia di cruciale importanza. Durante le glaciazioni, infatti, la calotta alpina costringeva le correnti migratorie animali e vegetali a seguire gli stretti corridoi costieri liguri e alto adriatico, permettendo l'insediamento di specie provenienti da lontane regioni. La mitigazione locale del clima glaciale -grazie alla vicinanza al mare e ai grandi bacini lacustri formati nelle fosse tettoniche del Magra- ha fornito un ambiente ospitale ed ha protetto flora e fauna dall'estinzione. Questa preziosa eredità (in altre regioni assente all'origine, o andata perduta in seguito) ha potuto conservarsi nel bacino del Magra per l'elevata diversità climatica ed ambientale, grazie alla vicinanza al mare degli elevati crinali dell'Appennino e delle Apuane, e in quanto area di confine tra zona geobotanica medioeuropea e mediterranea. Nel bacino del Magra sono infatti compresi ben 6 bioclimi, un numero superiore ad ogni altra regione italiana di pari superficie (Fig. 1). Il record di biodiversità è dunque il frutto di una combinazione di condizioni attuali e passate veramente fortunata; un patrimonio da salvaguardare.

Ma l'AdB ha ricevuto in eredità anche vecchi problemi: l'urbanizzazione imprudente, talora spinta fin sulle rive, come ad esempio ai due lati della foce, ha creato alcune situazioni di elevato rischio alluvionale (per fortuna limitate principalmente al tratto pianiziale). In altri casi, costruendo argini, sono stati sottratti al fiume terreni appartenenti all'alveo, poi intensamente urbanizzati e, perciò, oggi ad alto rischio idraulico. Le intense escavazioni di inerti del

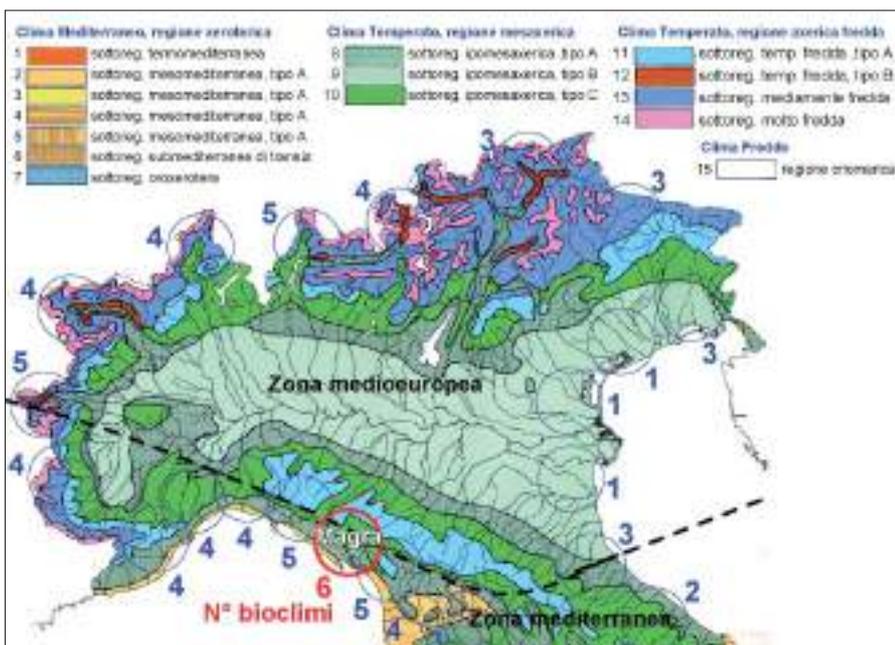


Figura 1 - Il bacino del Magra (cerchio rosso) includendo ben 6 bioclimi, presenta il massimo di diversità bioclimatica. Si noti, in particolare, come il corridoio costiero alto adriatico -anch'esso percorso privilegiato durante le migrazioni indotte dalle variazioni climatiche glaciali e interglaciali- abbia oggi una bassa diversità bioclimatica.

secondo dopoguerra hanno comportato pesanti conseguenze: incisione degli alvei, instabilità delle sponde, scalzamento e crollo di ponti ed altri manufatti ed erosione del litorale, un problema ancora acuto, che ha indotto costosi interventi (opere di difesa marittime e ripascimenti). Ma l'incisione ha indotto anche un "effetto canalizzazione" e l'abbassamento del pelo libero dell'acqua e della superficie freatica e, quindi, la perdita di risorse idriche sotterranee. A sua volta, l'abbassamento della falda ha indotto l'intrusione salina fino a 8 km dalla foce e, lungo la fascia costiera, penetrazione del cuneo salino. Inoltre, a seguito dell'incisione, ma anche della realizzazione di opere idrauliche, nell'ultimo secolo molti alvei hanno subito anche un notevole restringimento. Vi era, infine, il problema delle derivazioni idriche, le cui concessioni -prima dell'istituzione dell'Autorità di bacino- superavano già la portata di magra ed erano finalizzate al massimo sfruttamento, con scarsa considerazione per gli ecosistemi fluviali: le acque erano inghiottite entro tubazioni e molti tratti restavano quasi asciutti.

### L'ATTIVITÀ DI PIANIFICAZIONE

L'attività di pianificazione dell'AdB si è posta l'obiettivo di coniugare la sicurezza e lo sviluppo con la valorizzazione e il recupero della naturalità.

Considerato che nel 1996 erano prossime al rinnovo numerose concessioni di derivazione idrica e vi erano molte richieste di nuove concessioni (che avrebbero portato quasi al raddoppio dei prelievi), l'Autorità di bacino, appena costituita, ha subito affrontato la redazione del Piano stralcio "Tutela dei corsi d'acqua interessati da derivazioni idriche", emanando misure di salvaguardia che vietavano il rilascio di nuove concessioni e il rinnovo di quelle esistenti. Il piano è poi entrato defi-

nitivamente in vigore nel 2001. Incorporando "premi e penalizzazioni" in un'originale formula di calcolo del deflusso minimo vitale (DMV) il Piano sulle derivazioni (che già dal titolo rivela i suoi principi ispiratori) orienta efficacemente le derivazioni nei siti più vocati e a minor impatto. Rispetto alla normativa precedente, si è passati da portate in alveo costanti e molto basse (che prolungavano a tutto l'anno condizioni di magra esasperata) a portate in alveo sensibilmente più elevate e modulate.

L'attenzione alla riqualificazione fluviale è testimoniata dal fatto che il piano non si è limitato al DMV: ad es. sono state dichiarate indisponibili per nuove derivazioni idriche le aste principali di 12 tratti montani (per evitare ripercussioni ecologiche sui tratti a valle); sono state vietate le derivazioni in serie -che impoveriscono progressivamente la portata- prevedendo invece, a valle di ogni restituzione, un tratto a recupero biologico (vietato a nuove derivazioni) pari alla distanza tra presa e restituzione (al suo doppio per grandi derivazioni); tra le altre misure, è stato previsto l'obbligo di realizzare passaggi per pesci

in corrispondenza di ogni opera di presa (preferibilmente del tipo rampa in pietrame). Per accrescere la trasparenza, infine, è stato previsto l'obbligo di installare misuratori della portata naturale, prelevata e rilasciata (visibili direttamente al pubblico). Oggi, vista l'evoluzione dell'informatica, l'AdB sta puntando ad un ulteriore ampliamento della trasparenza, incoraggiando la pubblicazione dei dati su un sito web.

Il Piano d'assetto idrogeologico (PAI), dopo le misure di salvaguardia del 2001, è entrato in vigore nel 2006. La sua misura fondamentale e qualificante è la Fascia di Riassetto Fluviale (FRF), una fascia ineditabile restituita definitivamente al fiume che coniuga gli obiettivi della sicurezza e della naturalità (Fig. 2). Merita sottolineare che la fascia, individuata con criteri pianificatori e con vincoli permanenti, non si limita alle aree inondabili, anzi prescinde da esse e comprende, oltre alle aree di pertinenza fluviale, aree di pregio naturalistico-ambientale, aree per la ricarica della falda e aree necessarie per interventi di piano. Dove l'urbanizzazione lo consentiva, la fascia è molto ampia. Le aree



Figura 2 - La fascia di riassetto fluviale, finalizzata a restituire spazio al fiume, non è sovrapponibile alle aree inondabili. In alcuni tratti si estende a quasi tutto il fondovalle (escluse, naturalmente, le aree urbanizzate).

inondabili esterne alla FRF sono, invece, soggette a vincoli transitori. Approfondimenti successivi, basati sui tiranti idrici e sulle velocità di scorrimento nelle aree inondabili da piene con tempo di ritorno di 30 e 200 anni, hanno permesso di perimetrare, all'interno di esse, ambiti normativi a diversa pericolosità relativa, ai quali associare differenziate possibilità edificatorie. In sostanza, negli ambiti normativi a minor pericolosità relativa è possibile edificare mettendo in sicurezza il singolo elemento (con adeguati accorgimenti costruttivi), mentre in quelle a maggior pericolosità la nuova edificazione è subordinata alla messa in sicurezza areale (deperimetrazione a seguito della realizzazione di interventi). Il piano comprende anche indicazioni, rivolte ai progettisti, per contenere l'impatto degli interventi fluviali. Consente, inoltre, la rimozione di inerti solo per motivi di sicurezza idraulica e, comunque, a condizione del loro utilizzo a ripascimento di altri tratti fluviali o del litorale (è, invece, vietata la commercializzazione degli inerti estratti).

Tra i progetti in corso vi è l'istituzione della Fascia di Mobilità Funzionale (FMF), una fascia lasciata alla libera divagazione, nella quale non sono consentite opere di difesa dall'erosione (né la riparazione di quelle esistenti). La fascia -delimitata dalla sovrapposizione tra alveo attuale, involuppo storico degli alvei recenti (ultimi 50-100 anni) e fascia di erosione potenziale futura (nei prossimi 50 anni)- rappresenterebbe una misura in piena sintonia con la riqualficazione fluviale, poiché innescherebbe la rinaturalizzazione spontanea degli alvei e del territorio adiacente.

La FMF è solo uno dei prodotti di uno studio geomorfologico che ha individuato le variazioni verticali e laterali degli alvei nel secolo scorso

e le tendenze recenti. Di particolare interesse sono l'individuazione delle aree di potenziale ricarica degli alvei, grazie ai sedimenti prodotti da frane, e le linee guida per la gestione dei sedimenti (ancora non tradotte in normativa cogente). Coerente con lo studio è il progetto di interventi di riequilibrio morfologico e di riqualficazione ambientale previsto sul basso Vara nell'ambito della FMF. In questo tratto inciso sono previsti interventi vegetazionali e la creazione, mediante scavo, di lembi di piana inondabile per favorire il riequilibrio dei sedimenti e la ripresa delle dinamiche morfologiche.

#### DIFFICOLTÀ INCONTRATE: FASE PIANIFICATORIA

Come prevedibile, le scelte di piano non sono state semplici né indolori, ma hanno incontrato difficoltà sia nella fase della redazione e, soprattutto, in quelle dell'approvazione e, poi, dell'attuazione.

Per quanto riguarda il piano Tutela dei corsi d'acqua interessati da derivazioni idriche, un primo problema incontrato dalla neonata AdB era -come già accennato- l'imminente scadenza di molte concessioni, prossime al rinnovo, e la presenza di numerose richieste di nuove derivazioni. Il problema è stato trasformato in opportunità emanando tempestive norme di salvaguardia -che sospendevano gli iter autorizzativi in atto- e avviando subito la predisposizione del piano.

Tra le difficoltà incontrate: la scarsità di esperienze esistenti; le resistenze culturali (nel 1996 anche delle istituzioni) legate alla scarsa consapevolezza dei "servizi ecosistemici" forniti da fiumi in buono stato e alla vecchia concezione che ogni goccia d'acqua non sfruttata è sprecata; la resistenza delle società idroelettriche (abitate da decenni a prelievi poco attenti alle ripercussioni ambientali e, comunque, inte-

si come diritti acquisiti), resistenza che ha portato a due cause innanzi al Tribunale Superiore delle Acque (poi vinte dall'AdB).

La soluzione è stata individuata in un piano predisposto direttamente dall'AdB (senza affidare consulenze) ispirato al buonsenso -che massimizasse i benefici ambientali e minimizzasse le ripercussioni economiche- e nel confronto con i portatori d'interesse, assieme alla previsione di elementi di flessibilità, pur mantenendo fermi i principi qualificanti.

L'approvazione del PAI ha incontrato le maggiori difficoltà, in tutte le sue fasi, a partire dalle stime delle portate di piena con diverso tempo di ritorno, aspramente criticate in quanto ritenute troppo cautelative.

In effetti, va riconosciuto che gli estesi greti ciottolosi asciutti che frequentemente caratterizzano gli alvei estivi -e la corta memoria storica- rendono difficile immaginare che il Magra possa avere un carattere torrentizio talmente spiccato da poter passare repentinamente a piene di migliaia di m<sup>3</sup>/s; non per nulla, con magistrale immagine, l'idrologo americano Gordon E. Grant, l'ha definito un "drago dormiente". Contribuiscono a queste piene irruente l'elevata piovosità del bacino, superata in Italia solo nelle Alpi orientali ed indotta dalla vicinanza al mare degli alti crinali delle Alpi Apuane e dell'Appennino; le elevate pendenze del bacino montano; la forma a ventaglio del reticolo idrografico; la convergenza quasi sincrona nel tratto pedecollinare del Magra con il Vara e con i copiosi affluenti Taverone e Aulella. Ciò considerato, l'AdB ha mantenuto ferme le portate stimate, in quanto frutto di un approccio rigoroso; le critiche stanno ultimamente scemando anche a seguito degli eventi di piena verificatisi nell'ultimo decennio, che hanno avvalorato le stime idrologiche condotte in sede di PAI.

Anche la delimitazione della FRF ha

incontrato comprensibili resistenze, soprattutto per quelle aree laddove essa confliggeva con previsioni comunali di diversa destinazione; nei casi ragionevoli, è stata concordata con i Comuni una modifica alla FRF, in cambio di terreni di eguale superficie da inserire nella fascia.

Aspre critiche sono state rivolte alla delimitazione delle aree a diversa pericolosità idraulica, basate sul solo tempo di ritorno delle piene, senza tener conto dei tiranti idrici e delle velocità. A queste critiche, ragionevoli, è stata data risposta con studi di modellistica bidimensionale che hanno portato all'individuazione dei tiranti e delle velocità, tradotti poi nella delimitazione di ambiti normativi a diversa pericolosità relativa e, pertanto, con vincoli edificatori differenziati (interventi di autoprotezione degli elementi a rischio nelle aree a minor pericolosità relativa e conferma della necessità di difese areali nelle aree a maggior pericolosità relativa).

In sintesi, l'atteggiamento dell'AdB è stato contemporaneamente di ascolto e di fermezza: sono cioè state prese in seria considerazione tutte le critiche, soppesandone il grado di ragionevolezza e di pretestuosità, cercando di dare risposte concrete alle osservazioni ragionevoli, ma mantenendo fermi gli obiettivi di fondo.

#### DIFFICOLTÀ INCONTRATE:

##### FASE ATTUATIVA

La sfida principale di ogni piano, com'è noto, non sta tanto nella sua redazione, quanto nella sua attuazione. Come fare per evitare che il piano resti "sulla carta"? Come attuare le finalità dei piani, viste le ben note scarsità di risorse?

La strategia adottata è stata quella di cogliere le opportunità, le sinergie (e le risorse) fornite dall'attività ordinaria. Ad esempio, la realizzazione della terza corsia autostra-

dale A12 (GE-LI) è stata subordinata al contestuale conseguimento di un obiettivo idraulico e di uno ecologico (Fig. 3):

- la terza corsia (che corre al margine della FRF) dovrà essere realizzata in modo da assolvere - per 11 km- anche la funzione di argine, proteggendo così vaste aree;
- un tratto su terrapieno dovrà essere smantellato e ricostruito su viadotto, creando così un varco ecologico che ricollegli il fiume alle zone umide circostanti.

Analogamente, la cassa di laminazione della Chiesaccia è stata realizzata a costo zero, grazie ad una sinergia con i lavori di raddoppio del tratto S. Stefano-Chiesaccia della ferrovia "Pontremolese".

Non solo. Con l'introduzione nell'impianto normativo del PAI del così detto principio di "contestualità" fra interventi di messa in sicurezza idraulica e interventi di nuova edificazione, fortemente voluto dagli enti locali ed accolto dall'AdB, in diversi casi, dove gli investimenti in gioco lo consentono, i privati sostengono a proprie spese gli oneri della messa in sicurezza idraulica prevista dal PAI, senza dover attendere che

si rendano disponibili risorse pubbliche.

Sono questi i casi della realizzazione di arginature a difesa dell'abitato di Albiano Magra -contestualmente alla realizzazione di un programma urbanistico di edilizia convenzionata- e del rifacimento di ponti e realizzazione di arginature sul T. Calcandola contestualmente alla realizzazione di un SUA.

A ben vedere, quindi, il problema delle risorse economiche, pur innegabile, non è poi quello centrale. In effetti, va sottolineato con forza come una buona impostazione delle misure normative (es. fasce di riassetto fluviale e di mobilità funzionale) sia già di per sé il sistema col miglior rapporto costi/benefici, non solo per la riqualficazione fluviale, ma anche per la riduzione del rischio idraulico.

Un altro tipo di difficoltà d'attuazione dei piani deriva dall'inerzia culturale di quei progettisti ed enti che tendono a praticare interventi seguendo la logica localistica e mono-obiettivo precedente all'istituzione delle Autorità di Bacino. In questo caso i principi della riqualficazione fluviale vengono tradotti



Figura 3 - Nella realizzazione di un'importante infrastruttura (terza corsia autostradale) è stata colta l'opportunità di sinergie, conseguendo contestualmente anche un obiettivo idraulico (messa in sicurezza di una vasta area) ed uno ecologico (riconnessione di zone umide all'ambito fluviale).

nell'espressione dei pareri vincolanti sui singoli progetti d'intervento. Ad esempio, per adeguare il torrente Parmignola alla piena duecentennale, sono stati necessari ripetuti pareri e un lungo confronto per convincere i progettisti e i committenti che al progetto originale di sostituire gli argini in terra con argini in cemento (rialzandoli) era preferibile raddoppiare l'alveo in larghezza, occupando la sede stradale adiacente (che è poi stata ricostruita a lato del nuovo argine). Analogamente, in diversi casi si è riusciti a dissuadere dalla realizzazione di difese spondali a protezione di coltivi o, addirittura, di terreni incolti. In tali occasioni, considerazioni economiche (spesso il costo della difesa supera quello del bene da difendere) e geomorfologiche (nei fiumi incisi l'erosione delle sponde è utile al riequilibrio dei sedimenti) concordavano nel rendere preferibile il non-intervento.

Un'altra difficoltà frequentemente incontrata viene dalle richieste di Comuni che, stretti da limitazioni economiche, premono per estrarre inerti dagli alvei concedendoli alle ditte esecutrici, in cambio della realizzazione di interventi. In questi casi, mantenendo ferme le norme del PAI, l'Autorità di Bacino si è attivata promuovendo un protocollo d'intesa tra enti: dove è veramente necessario rimuovere sedimenti, i Comuni costieri si accollano i costi di trasporto e utilizzano i materiali per il ripascimento del litorale (ricostruendo così, sia pure in maniera artificiale, il ciclo naturale dei sedimenti).

Un esempio di flessibilità nella gestione dei piani riguarda l'obbligo del passaggio per pesci in corrispondenza delle derivazioni idriche. Nel caso della diga di S. Margherita, ad es., uno studio molto approfondito è giunto alla conclusione che, dato l'andamento temporale delle porta-

te e della produzione idroelettrica, il passaggio per pesci avrebbe rischiato di restare improvvisamente a secco, comportandosi da trappola mortale per i pesci in transito. Si è perciò optato per un intervento sostitutivo, mantenendone la finalità: l'intero importo necessario alla costruzione del passaggio per pesci è stato cioè destinato alla rimozione di altri ostacoli alla migrazione dei pesci, su nove briglie. Un accordo tra il concessionario e il Parco fluviale ha consentito di presentare (e vincere) un progetto LIFE per favorire la risalita della lampreda di mare, specie di interesse europeo considerata estinta da anni dai fiumi italiani, ma la cui riproduzione è stata recentemente accertata proprio nel Magra-Vara (unico fiume italiano).

Tra le difficoltà al momento non superate, le principali sono l'istituzione della fascia di mobilità funzionale e la normativa di gestione dei sedimenti, finalizzata all'obiettivo -di lungo periodo- del riequilibrio geomorfologico dell'intero reticolo idrografico e del litorale. In questo caso la difficoltà principale è stata di carattere istituzionale: la prolungata incertezza sul destino dell'AdB in vista dell'istituzione delle Autorità di distretto non ha consentito di affrontare con la necessaria serenità il lungo iter tecnico ed istituzionale per la redazione del piano.

## IL RECUPERO MORFOLOGICO DEL FIUME PO

ANDREA COLOMBO; E-mail: [Andrea.colombo@adbpo.it](mailto:Andrea.colombo@adbpo.it)

FRANCESCO TORNATORE; E-mail: [Francesco.tornatore@adbpo.it](mailto:Francesco.tornatore@adbpo.it)

Segreteria Tecnica dell'Autorità di Bacino del Fiume Po

### SUNTO

Le recenti Direttive emanate dall'Autorità di bacino del fiume Po per la gestione dei sedimenti degli alvei e la riqualficazione dei corsi d'acqua e gli studi e gli atti di pianificazione che ne sono conseguiti, vedono come strategia d'azione principale la ricerca di una sinergia tra il raggiungimento degli standard di sicurezza e quelli di qualità ambientale previsti dalla pianificazione di bacino e dalle Direttive europee (2006/60/CE e 2007/60/CE), mediante la preservazione o il ripristino dei processi morfologici propri dei corsi d'acqua.

### PREMESSA

Il presente articolo è tratto dalla pubblicazione dell'Autorità di Bacino del fiume Po "Il recupero mor-

*fologico ed ambientale del fiume Po - Il contributo del Programma generale di gestione dei sedimenti del fiume Po ai sensi della Direttiva di piano approvata con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del Fiume Po n. 9/2006",* scaricabile, oltre alle Direttive citate nell'articolo, dal sito [www.adbpo.it](http://www.adbpo.it).

### CONSIDERARE LE NATURALI DINAMICHE FLUVIALI PER UNA CORRETTA PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI

Il modellamento dell'alveo dei fiumi a fondo mobile avviene attraverso fenomeni naturali di erosione del letto e delle sponde e di trasporto e deposizione dei sedimenti.

Nel pensiero comune, spesso tali fenomeni di modellamento, con particolare riguardo alla formazione e

alla traslazione delle forme di fondo (sabbioni, ghiaioni), sono interpretati come fonte di potenziale pericolo per la circostante regione fluviale e oggetto, a volte erroneamente, specialmente a valle di eventi di piena, di consistenti interventi di asportazione per la ricalibratura della sezione trasversale.

La necessità di "tener pulito" l'alveo viene da più parti segnalata come una necessità primaria, alla quale il disalveo dello stesso viene, di conseguenza, associato senza precise valutazioni sugli effettivi vantaggi o svantaggi di tale tipologia di intervento in relazione alle dinamiche fluviali in atto e senza una valutazione dei volumi di materiale da asportare in rapporto alle potenzialità medie annue di trasporto solido. Tali richieste non tengono conto che l'asta del fiume Po, come della maggior parte dei suoi affluenti, ha subito nel corso del XX secolo notevoli trasformazioni in conseguenza principalmente della forte pressione antropica manifestatasi a partire dagli anni '50 ed in particolare: estrazione di inerti dall'alveo, costruzione di opere di canalizzazione, urbanizzazione di molte aree di pertinenza fluviale.

Tali modificazioni e, nello specifico, il forte fenomeno di approfondimento delle quote di fondo dell'alveo, hanno influenzato e influenzano tuttora negativamente numerosi aspetti: la sicurezza idraulica delle arginature maestre, la qualità dell'ambiente fluviale, l'equilibrio dei processi di trasporto solido e di trasferimento alla costa dei sedimenti fluviali, la possibilità di utilizzo della risorsa idrica.

Di conseguenza, anche alla luce delle novità introdotte dalla Direttiva 2000/60, in materia di tutela e gestione delle risorse idriche, e della Direttiva 2007/60, in materia di gestione del rischio idraulico, è obiettivo prioritario dell'azione dell'Autorità di bacino programmare una corretta gestione dei sedimenti



Figura 1 - Esempio di approfondimento delle quote di fondo dell'alveo nel fiume Po e conseguente scalzamento delle fondazioni dei ponti (Foto: Autorità di bacino del fiume Po).

e manutenzione dell'alveo fluviale, unitamente al monitoraggio attento delle dinamiche in atto, al fine di indirizzare l'evoluzione naturale ed indotta del corso d'acqua verso configurazioni morfologiche di maggiore equilibrio dinamico e di maggior valore ecologico, compatibilmente con le esigenze di sicurezza idraulica e con gli usi sostenibili delle risorse fluviali.

#### LE STRATEGIE DI GESTIONE E RIQUALIFICAZIONE DEI CORSI D'ACQUA DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO

L'attuale assetto del fiume Po e di numerosi suoi affluenti risente fortemente dell'approccio tecnico che considera i fiumi più simili a canali che ad ecosistemi naturali quali essi sono e che si pone come obiettivo il controllo della natura.

In questa visione prevale su ogni altra considerazione la volontà di difendere gli insediamenti umani dagli effetti delle piene fluviali e proteggere ampie porzioni di territorio destinate all'agricoltura dalle divagazioni e dalle erosioni. Si tratta di un approccio esclusivamente idraulico, antitetico ad una valutazione interdisciplinare che tenga conto anche degli aspetti geomorfologici, idrologici, ecologici del sistema in cui si opera; tale approccio porta ad una visione semplificata e statica del corso d'acqua, che invece è un sistema complesso e in divenire, e pertanto non può più essere considerato né efficace, né sostenibile.

È ormai evidente che la difesa dalle piene non può più essere affidata esclusivamente alle opere di "canalizzazione", siano esse argini, difese, escavazioni in alveo, con l'obiettivo di contenere le acque in alvei sempre più regolari e lisci per consentire un rapido deflusso della piena verso valle, ma deve essere compresa in un più ampio disegno strategico, che consenta di recuperare la massima funzionalità complessiva del corso



Figura 2 - Processi geomorfologici nel fiume Po (Foto: Autorità di bacino del fiume Po).

d'acqua mediante:

- la riattivazione dei processi morfologici, oggi del tutto condizionati dalla presenza diffusa di opere di difesa locale e dall'incisione dell'alveo;
- il recupero della capacità di espansione e laminazione nelle aree perifluviali, progressivamente sacrificata per favorire e accelerare il deflusso verso valle.

#### LA "DIRETTIVA TECNICA PER LA PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI DI GESTIONE DEI SEDIMENTI DEGLI ALVEI DEI CORSI D'ACQUA"

Tenendo conto delle considerazioni e della strategia sopra delineate, l'Autorità di Bacino del fiume Po ha emanato nel corso del 2006 due importanti Direttive ([www.adbpo.it](http://www.adbpo.it), sezione "Pianificazione", sottosezione "Deliberazioni tecniche del Comitato Istituzionale"): la "Direttiva per la definizione degli interventi di rinaturazione - Deliberazione n. 8 del 05/04/2006" e la "Direttiva tecnica per la programmazione degli interventi di gestione dei sedimenti degli alvei dei corsi d'acqua - Deliberazione n. 9 del 05/04/2006" (di

seguito "Direttiva sedimenti"), che, aumentando l'attenzione nei confronti delle dinamiche morfologiche dei corsi d'acqua, introducono profonde innovazioni negli indirizzi di pianificazione e progettazione degli interventi.

In particolare, la seconda Direttiva introduce il concetto di gestione dei sedimenti, attività che deve essere indirizzata a preservare i processi morfologici propri dei corsi d'acqua in condizioni di naturalità, là dove essi sono ancora presenti, e a ripristinarli, là dove significativamente modificati, per concorrere al raggiungimento degli standard di sicurezza e di qualità ambientale previsti dalla pianificazione di bacino vigente e dalle Direttive europee (2006/60/CE e 2007/60/CE).

Poiché la gestione è un'attività di tipo complesso che agisce sulle varie componenti del sistema fluviale ad una scala non locale ma bensì di asta fluviale, tale Direttiva individua la necessità di predisporre, per stralci funzionali di parti significative di bacino idrografico, il "Programma generale di gestione dei sedimenti", individuato quale stru-



Figura 3 – Un esempio del restringimento dell'alveo attivo del fiume Po: fotografia aerea nei pressi di confluenza Taro nel 2005 e nel 1954.

mento conoscitivo, gestionale e di programmazione degli interventi.

La prima applicazione della nuova Direttiva è avvenuta con la predisposizione, da parte dell'Autorità di bacino, del Programma generale di gestione dei sedimenti del fiume Po approvato per l'intera asta fluviale, nei seguenti tre stralci successivi (www.adbpo.it, sezione "Pianificazione", sotto-sezione "Deliberazioni tecniche del Comitato Istituzionale"):

- *Stralcio "intermedio", da confluenza Tanaro a confluenza Arda all'incile del Po di Goro, adottato con deliberazione di Comitato Istituzionale n. 20 del 5 aprile 2006;*
- *Stralcio "di valle", da confluenza Arda all'incile del Po di Goro, adottato con deliberazione di Comitato Istituzionale n. 1 del 24 gennaio 2008;*
- *Stralcio "di monte" da confluenza Stura di Lanzo a confluenza Tanaro, adottato con deliberazione di Comitato Istituzionale n. 3 del 18 marzo 2008.*

Di seguito si fornisce una breve sintesi dei contenuti del *Programma generale di gestione dei sedimenti dell'asta del Po*.

#### IL PROGRAMMA GENERALE DI GESTIONE DEI SEDIMENTI

##### Il caso Po

Già a partire da un intervallo di tempo compreso tra gli anni '20 e gli anni '50 lungo l'asta del fiume Po si sono innescati, e sono progrediti con rapidità crescente, alcuni processi modificativi che possono essere così sinteticamente descritti:

- riduzione della larghezza d'alveo inciso (Figura 3) e della sua lunghezza;
- sensibile tendenza all'abbassamento del fondo (Figura 4);
- diffusa tendenza a cambiamenti di forma con passaggio da morfologie pluricursali a morfologie monocursali, scomparsa di rami laterali, isole, lanche e aree caratterizzate da habitat acquatici;
- squilibri nel bilancio del trasporto solido e mancanza di apporto solido al litorale adriatico.

Tali fenomeni derivano principalmente da cause antropiche riconducibili sostanzialmente a 5 principali categorie di intervento, di cui la prima ha avuto effetti, peraltro più contenuti nei primi anni '20 e '50, mentre le altre quattro sono le responsabili dell'abbassamento del fondo alveo nel periodo più recente:

- sistemazione idrogeologica

dei bacini montani;

- stabilizzazione del fondo e la sistemazione delle sponde del Po piemontese e degli affluenti principali;
- sistemazione dell'alveo di magra del Po nel tratto compreso fra la confluenza dell'Adda e quella del Mincio;
- costruzione dello sbarramento di Isola Serafini;
- attività estrattiva.

Il fenomeno di incisione ha generato, e continua tuttora a generare, numerose criticità oramai ampiamente condivise:

- scalzamento delle fondazioni dei ponti con forti problematiche di stabilità dei manufatti, elevati costi di adeguamento e chiusura in via precauzionale durante gli eventi di piena di numerose ed importanti vie di comunicazioni fra il nord ed il sud del Po;
- scalzamento e forti sollecitazioni in corrispondenza delle opere di difesa spondale, con evidenti criticità di sicurezza in relazioni a scenari di rottura arginale laddove tali opere spondali sono poste a difesa di arginature maestre cosiddette in froldo, cioè immediatamente retrostanti la sponda medesima;
- difficoltà a derivare di numerose opere di presa (per deriva-

zioni irrigue o per raffreddamento di centrali termoelettriche) a seguito dell'abbassamento dei livelli idrici di magra (a parità di portata);

- necessità di ripetuto rifacimento di alcune conche di navigazione fra cui in particolare quella del porto di Cremona;
- perdita per progressivo interrimento di rami laterali, lanche ed in generale di spazi fluviali naturali a beneficio di aree agricole presenti oramai per numerosi tratti fino al ciglio della sponda;
- generalizzata semplificazione e staticità dell'assetto morfologico e dei suoi processi evolutivi alla cui dinamicità spazio-temporale è strettamente connessa la biodiversità dell'ambiente fluviale;
- abbassamento della falda e perdita di zone umide con depauperamento degli habitat acquatici;
- erosione della costa adriatica per mancato apporto solido del fiume Po.

#### La conoscenza delle forme e dei processi fluviali

La conoscenza dei processi idromorfodinamici che governano la generazione ed il modellamento delle forme fluviali, in ragione dell'alternarsi

di diversi regimi di portata liquida e solida, è attività strategica e prioritaria per una corretta gestione dei corsi d'acqua.

Per tutelare e preservare i processi naturali, laddove ancora presenti e attivi, e ripristinarli, laddove invece risultano fortemente compromessi, è necessario in primo luogo conoscere i corsi d'acqua, utilizzando non più o non solo le "regole dell'arte" passate, bensì un approccio maggiormente olistico in grado di descrivere la complessità del sistema fluviale senza necessariamente doverla semplificare mediante schematizzazioni, rappresentandola puntualmente nella sua evoluzione temporale e traendo da questa conoscenza quegli elementi di sintesi interpretativa necessari per stimare con sufficiente approssimazione i principali trend evolutivi.

L'attività conoscitiva recentemente sviluppata dall'Autorità di bacino nell'ambito del *Programma generale di gestione dei sedimenti*, basandosi su tali principi, ha definito per l'intera asta fluviale il bilancio del trasporto solido mediante la quantificazione delle variazioni volumetriche delle forme dell'alveo nel corso degli ultimi venti anni.

#### Le proposte di intervento

Il *Programma generale di gestione dei sedimenti* si focalizza sui seguenti obiettivi:

- preservare i processi naturali laddove essi sono ancora presenti ed attivi ;
- ridurre gli effetti ed i condizionamenti al sistema naturale generati dalle opere in alveo per riavviare il fiume a forme meno vincolate e di maggior equilibrio dinamico e valore ecologico;
- migliorare le condizioni di sicurezza idraulica diminuendo il più possibile le sollecitazioni idrodinamiche in corrispondenza delle arginature e garantire gli usi in atto (prese di derivazione, porti, attracchi, navigazione).

Per far ciò, il Programma individua le seguenti linee di azione strategica:

- salvaguardia di tutte le forme e processi fluviali e monitoraggio di sorveglianza ed operativo,
- ripristino dei processi di erosione, trasporto solido e deposizione dei sedimenti attraverso la dismissione o l'adeguamento delle opere in alveo non più efficaci,
- ripristino delle forme attra-

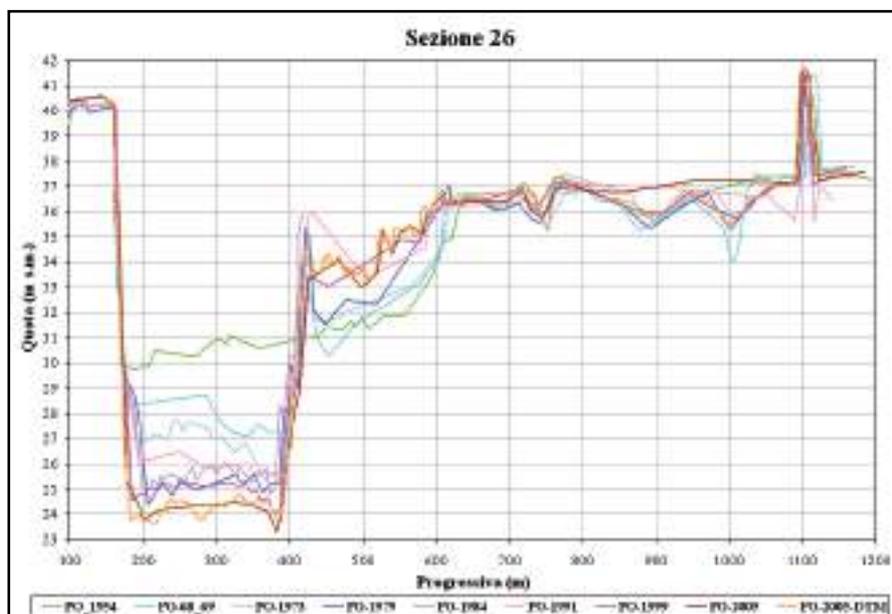


Figura 4 - Un esempio dell'abbassamento del fiume Po: sezioni topografiche multitemporali a Cremona

verso la riapertura e la rifunzionalizzazione di rami laterali.

Il Programma classifica gli interventi in due distinte categorie denominandole straordinarie ed ordinarie. Le opere straordinarie, in particolare, devono essere considerate lo start-up del Programma, in quanto servono a rimuovere le cause esterne più condizionanti e a mettere il fiume in condizione di avviare più rapidamente un processo di recupero che evolverà poi naturalmente senza ulteriore assistenza di interventi se non di tipo correttivo.

Gli interventi strutturali proposti possono essere raggruppati nelle seguenti tipologie:

- dismissione di difese spondali interferenti e non più funzionali agli obiettivi di progetto;
- realizzazione di nuove opere per la difesa dei froldi arginali fortemente sollecitati anche in relazione all'abbassamento del fondo alveo;
- realizzazione di opere "flessibili" (pennelli) per l'indirizzamento della corrente nel rispetto dei processi evolutivi del fiume e della natura;
- adeguamento delle opere di regolazione dell'alveo navigabile (abbassamento pennelli) ancor oggi necessarie per garantire gli usi in atto ma di dimensioni inadeguate rispetto alle forme e ai processi in atto;
- riapertura di rami laterali necessari a riconnettere forme relitte, oramai marginali e disattivate od in via di completa disattivazione, alle dinamiche morfologiche dell'alveo del Po;
- correzione del tracciato di alcuni meandri la cui evoluzione naturale è stata interferita a causa della presenza di opere e nello stato attuale induce condizioni di rischio sulle arginature.

### Un esempio di intervento nel tratto superiore.

Nel tratto superiore il fiume Po presenta complessivamente buone condizioni potenziali di naturalità: l'alveo ha, o aveva fino a non troppo tempo fa, un assetto pluricursale caratterizzato da una buona diversità ambientale. I condizionamenti imposti dall'uomo per esigenze di sicurezza idraulica sono limitati agli argini principali, che nel tratto in oggetto non sono ancora continui su entrambe le sponde e che sottendono una regione fluviale (fascia B) abbastanza ampia, non pregiudicando pertanto un adeguato miglioramento dell'assetto morfologico e ambientale. I condizionamenti più forti sono invece imposti dalle opere di difesa spondale, le cosiddette "primate" in calcestruzzo, realizzate negli anni '60 e '70 per recuperare spazio all'agricoltura e per buona parte ad oggi non più strategiche ai fini della difesa idraulica e in alcuni

casi addirittura interferenti.

Le proposte di intervento più rilevanti per il tratto piemontese riguardano pertanto la dismissione, per buona parte, di tale sistema di opere spondali funzionale al recupero della continuità laterale del trasporto solido e al ripristino di un assetto pluricursale dell'alveo.

La riattivazione dei rami laterali, dovendo gli stessi essere attivi perlomeno a partire da valori di portata ordinaria e formativa, dovrà in alcuni casi prevedere attività di scavo che chiaramente dovranno essere progettate tenendo conto dell'attuale assetto ecologico della regione fluviale ed individuando i necessari interventi di rinaturazione delle attuali aree golenali.

L'esempio di intervento a confluenza Dora Baltea è significativo in tal senso: è prevista la dismissione dell'opera di difesa spondale presente in sponda sinistra della Dora,

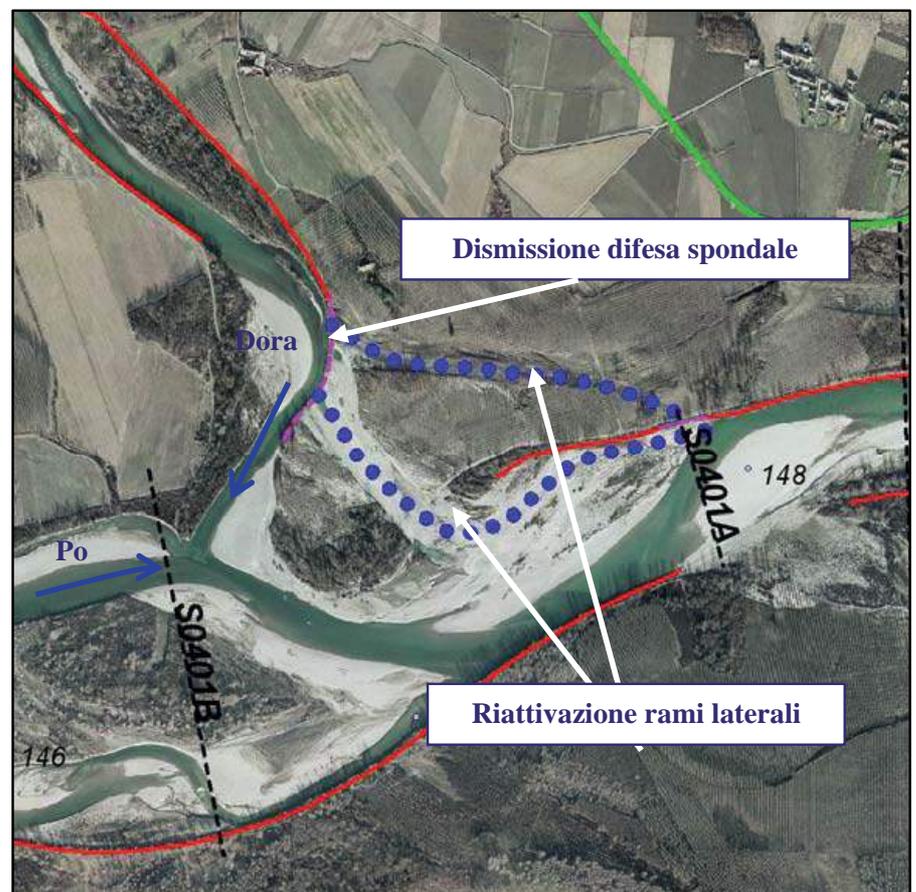


Figura 5 – Intervento di riqualificazione alla confluenza tra Dora Baltea e Fiume Po: dismissione di una difesa spondale e riattivazione di due rami laterali.

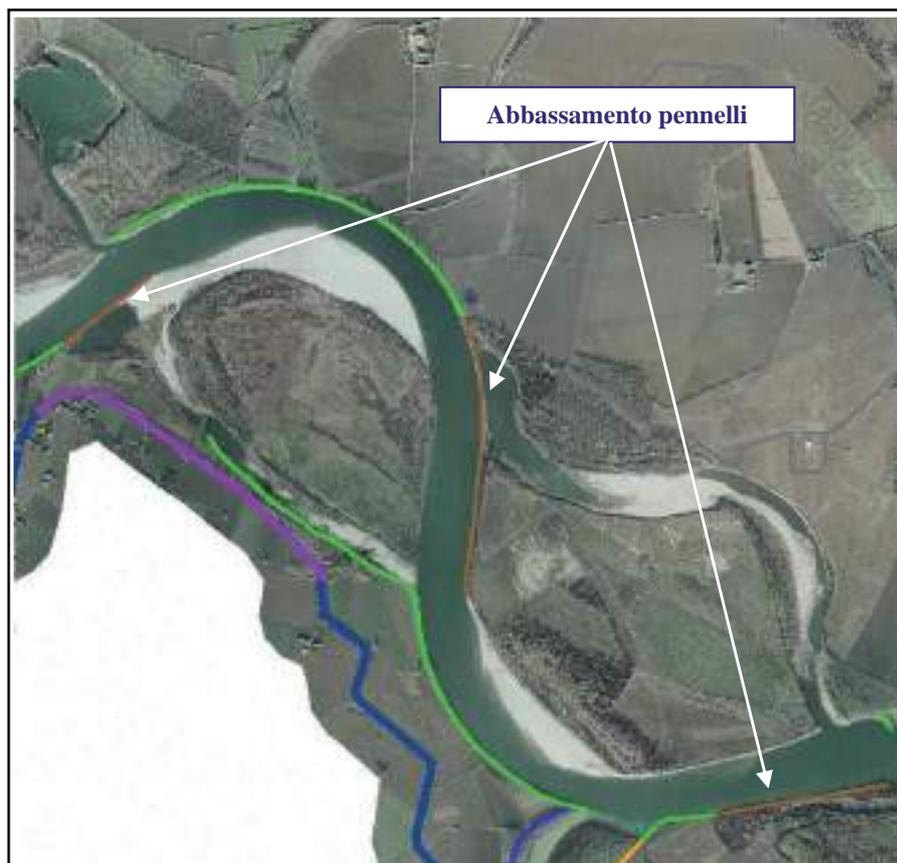


Figura 6 – L'intervento di abbassamento dei pennelli di navigazione a confluenza Taro.

che attualmente impedisce l'attivazione ordinaria dei due rami laterali e indirizza la corrente della Dora in direzione opposta a quella del Po. All'intervento di dismissione dell'opera si accompagnerà un intervento di riattivazione dei due rami laterali (Figura 5).

#### Un esempio di intervento nel tratto inferiore.

A valle di Isola Serafini fino a confluenza Mincio il fiume presenta un alveo monocursale sistemato per la navigazione con opere di sponda (pennelli) continue in modo alternato su entrambe le sponde realizzate per la massima parte nel decennio 1955-1964.

Tale alveo era dimensionato per contenere una portata di  $400 \text{ m}^3/\text{s}$  corrispondente alla magra ordinaria. Ben presto, a causa del manifestarsi del fenomeno di abbassamento del fondo, la portata contenuta in tale alveo di magra è aumentata fino a raggiungere il valore odierno di circa  $5000 \text{ m}^3/\text{s}$  corrispondente

alla piena ordinaria.

Tale situazione non apporta nessun vantaggio alla funzionalità della linea navigabile ma viceversa impedisce, nella maggior parte degli eventi di piena, l'espansione nelle aree golenali e la riattivazione da monte delle lanche che, dove ancora presenti, sono in via di progressiva e completa sedimentazione. Sul fondo alveo, unica porzione della sezione del corso d'acqua non difesa, si manifestano così forti sollecitazioni dinamiche che generano ulteriore erosione e conseguente abbassamento dello stesso. E' evidente che tale processo, se non disinnescato attraverso azioni strutturali di modifica del sistema delle opere, finisce per autoalimentarsi.

Le proposte di intervento sono pertanto finalizzate a garantire la mitigazione degli effetti provocati dall'abbassamento del fondo alveo sul sistema delle opere in alveo e sull'ambiente, pur nel rispetto degli usi in atto e della richiesta di sicurezza del territorio difeso da argi-

nature maestre: si prevede perciò per tale tratto l'abbassamento dei pennelli di navigazione in modo tale che gli stessi siano tracimabili per portate superiori a  $800 - 1000 \text{ m}^3/\text{s}$  e la riattivazione dei rami laterali in modo tale da ripristinare, a partire da tali portate, un alveo a più rami (Figura 6).

# CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ECOLOGICO E APPROCCIO INTEGRATO PER LA DEFINIZIONE DEL PIANO DI SISTEMAZIONE DEL FIUME SANGRO (ABRUZZO, ITALIA)

A. D'ERAMO <sup>(1)</sup>, M. CESCHI <sup>(2)</sup>, O. CAZAILLET <sup>(3)</sup>, D. GALASSI <sup>(4)</sup>, M. SEGATO <sup>(5)</sup>, M. COCCATO <sup>(6)</sup>

(1) Segretario Generale dell'Autorità dei Bacini di rilievo regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Sangro. E-mail: *angelo.deramo@regione.abruzzo.it*

(2) Ingegnere, Direttore Tecnico, Idroesse Infrastrutture, Padova.

E-mail: *mceschi@idroesse.it*

(3) Ingegnere, Direttore Tecnico, Sogreah Consultants, Echirrolles, Francia.

E-mail: *olivier.cazaillet@sogreah.fr*

(4) Professoressa, Università degli Studi dell'Aquila, Dipartimento di Scienze Ambientali. E-mail: *dianamariapaola.galassi@univaq.it*

(5) Geologa, Libera Professionista, Piazzola sul Brenta, Padova.

E-mail: *msegato@msn.com*

(6) Ingegnere, Direttore Tecnico, BETA Studio s.r.l., Ponte San Nicolò, Padova

E-mail: *info@betastudio.it*

Tale definizione, insieme ad approfondite analisi delle problematiche idrauliche, ha consentito di identificare i tratti fluviali che manifestano le maggiori criticità ambientali e, di conseguenza, individuare le azioni di riqualficazione da inserire nel Piano di Sistemazione. Alcune di esse rappresentano una novità nel panorama italiano, quali: la rimozione parziale di muri di contenimento lungo un tratto canalizzato e il conseguente recupero di aree per la laminazione naturale delle piene, la tutela delle naturali dinamiche geomorfologiche nei tratti ove le condizioni territoriali lo consentono, l'eliminazione di difese spondali in corrispondenza di aree demaniali, la creazione di canali secondari con immissione di sedimenti in alveo al fine di contrastare il fenomeno di incisione nel tratto di valle.

Inoltre, per tutti gli interventi proposti, è stata effettuata una valutazione qualitativa del miglioramento dello stato ecologico potenzialmente raggiungibile. Per la risoluzione delle principali criticità ambientali ed idrauliche ravvisate, il Piano di Sistemazione

## SUNTO

Nell'ambito della redazione del Master Plan del fiume Sangro, strumento strategico per la pianificazione e la gestione del bacino idrografico, le attività di caratterizzazione dello stato ecologico e la definizione del programma degli interventi sui corsi d'acqua (Piano di Sistemazione) sono state condotte con un approccio metodologico caratterizzato da elementi di forte innovazione.

Il Master Plan si è concentrato sulle attività di caratterizzazione ambientale del bacino (definizione dello stato ecologico e delle criticità idraulico-ambientali) e di individuazione di interventi per la riduzione del rischio idraulico e per il miglioramento dello stato ecologico del fiume, assicurando coerenza con i dettami della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE.

In quest'ottica, sono stati condotti studi specialistici relativi alla caratterizzazione topografica e geometrica, all'uso del suolo, alla vegetazione e agli habitat nonché quelli per la determinazione delle caratteristiche granulometriche e di

definizione delle tendenze evolutive del corso d'acqua. Sulla base di tali dati e dell'informazione esistente, mediante l'applicazione di un indice di valutazione dell'ecosistema fluviale (CIRF, 2006), si è giunti alla definizione dello stato ecologico dei fiumi Sangro e Aventino.

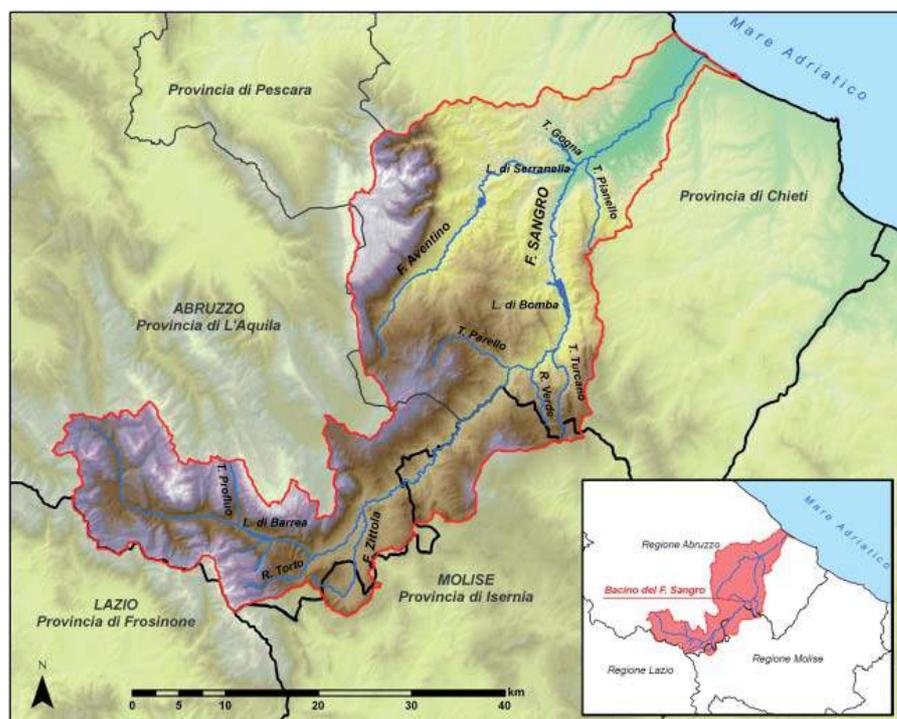


Figura 1.1 – Bacino del fiume Sangro.

contempla, per alcuni tratti fluviali, specifici progetti preliminari e progetti esecutivi, questi ultimi già in fase di realizzazione.

Infine, sono stati formulati indirizzi per la gestione a scala di bacino che rendono il Master Plan una solida base per la costruzione del Piano di Gestione di Bacino richiesto dalla Direttiva Quadro 2000/60.

#### IL BACINO DEL FIUME SANGRO

Il fiume Sangro nasce nel territorio del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise, a 1.400 m s.l.m. alle pendici del monte Turchio dalle sorgenti La Penna I e II, aventi portata di pochi litri al secondo. Dopo un percorso di 122 km sfocia nel Mare Adriatico tra Fossacesia Marina e Torino di Sangro. Il suo bacino imbrifero (Figura 1.1) ricopre una superficie complessiva di 1.545 km<sup>2</sup> compresa per il 37% nella provincia di L'Aquila, per il 59% in quella di Chieti (Regione Abruzzo), per il 4% nella circoscrizione provinciale di Isernia (Regione Molise) ed, in piccolissima parte, in quella di Frosinone (Regione Lazio). Il fiume Sangro, dalle sorgenti fino a Villetta Barrea, è alimentato da piccole e medie sorgenti; a Villetta Barrea il fiume entra nel lago artificiale di Barrea, formato, nei primi anni '50, dallo sbarramento

delle gole omonime. Nel lago confluiscono il torrente Proflo, in sinistra idrografia, e i torrenti Iannanghera e rio delle Donne, in destra.

A valle della diga di Barrea, nei pressi del centro abitato di Alfedena, il fiume Sangro riceve le acque del rio Torto, un corso d'acqua proveniente dai Monti della Meta, e, dopo aver percorso la pianura tra Alfedena e Castel di Sangro, riceve il fiume Zittola, alimentato da alcune cospicue sorgenti (portata media 0.25 m<sup>3</sup>/s), situate in località Bocca Pantano in territorio molisano.

Oltrepassato il comune di Ateleta il fiume segna, fino al comune di Quadri, il confine tra le regioni Abruzzo e Molise. A valle di questo tratto il Sangro si allarga ricevendo i contributi del torrente Parello, in sinistra idrografica, e quelli del rio Verde e del torrente Turcano, in destra idrografica. Proseguendo verso valle il fiume subisce un ulteriore sbarramento, con la formazione del lago artificiale di Bomba, realizzato nei primi anni '60 con una diga in terra.

Superato il lago di Bomba il fiume riacquista caratteristiche più naturali e, dopo un percorso di circa 13 km in prossimità di Archi Stazione, si unisce con il fiume Aventino (suo principale affluente in sinistra idrografica) e, poco più

a valle, con i torrenti Gogna (in sinistra idrografica) e Pianello (in destra idrografica). La presenza dello sbarramento di Serranella, realizzato nel 1981 per scopi irrigui ed industriali, ha determinato la costituzione dell'omonimo lago, divenuto un ambiente umido che, dal 1990, è Riserva Naturale Regionale. A valle del Lago di Serranella il fiume scorre all'interno dei depositi alluvionali di fondo valle con andamento pseudo-meandriforme che mantiene fino alla foce in mare Adriatico.

#### CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ECOLOGICO DEL FIUME SANGRO

##### Indagini propedeutiche

La definizione dello stato ecologico e del conseguente Piano di Sistemazione ha comportato l'integrazione dei dati esistenti con nuove analisi conoscitive eseguite attraverso una serie di indagini, tra le quali: il rilievo degli aspetti piano - altimetrici, la determinazione delle caratteristiche granulometriche, la costruzione del catasto delle opere idrauliche, la definizione delle tendenze evolutive dell'alveo, l'analisi delle condizioni d'uso del suolo e della componente vegetazionale e la ricognizione dello stato della pianificazione urbana e territoriale. Sono inoltre state condotte l'analisi idrologica ed idraulica di dettaglio nonché una serie di valutazioni legate al bilancio del trasporto solido (Figura 2.1).

Per quanto concerne gli aspetti idromorfologici, la granulometria del fiume Sangro è costituita in prevalenza da ciottoli, ghiaie e sabbie nella parte medio-superiore e montana mentre nella parte inferiore i sedimenti sono costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie. Cospicua è la presenza di difese spondali (in prevalenza gabbionate), in buona parte completamente



Figura 2.1 – Schema delle attività svolte per la redazione del Master Plan.

disgiunte dal fiume, segno evidente delle profonde modificazioni che in questi anni il corso d'acqua ha subito, così come evidenziato dai risultati dell'analisi delle tendenze evolutive.

In particolare, le maggiori trasformazioni si sono verificate nel tratto compreso nella piana tra Villa Scontrone e Castel di Sangro dove, nel 1981, il fiume Sangro, per un tratto di circa 6 km, è stato rettificato e "canalizzato" con l'intento di migliorarne la sicurezza idraulica, causando la perdita totale delle morfologia d'alveo originaria a canali intrecciati.

L'analisi idrologica si è basata sui risultati ottenuti dalla Regione Abruzzo nell'ambito del Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (Regione Abruzzo, 2008) che rende disponibili le zone idrologicamente omogenee dell'intero territorio regionale. A partire da questo risultato, e implementando la medesima metodologia di regionalizzazione dei dati, a sua volta rispondente alle direttive proprie del Progetto VAPI suggerite dal CNR - GNDICI, sono stati ricostruiti gli idrogrammi di piena in tutti i tronchi del reticolo idrografico di interesse.

I risultati dell'analisi idrologica sono quindi stati utilizzati per la realizzazione dell'analisi idraulica condotta attraverso il supporto di due

modelli idraulici: HEC-RAS prodotto dal US Army Corps of Engineers (USA) e SOBEK Rural (moduli Channel Flow e Overland Flow) prodotto da WL | Delft Hydraulics (NL). Il primo modello, monodimensionale, è stato impiegato sia al fine di simulare il regime idrometrico in condizioni ordinarie e di piena, determinando le principali grandezze idrauliche per ogni sezione fluviale analizzata, che per disporre di un utile supporto nella valutazione dei fenomeni di trasporto solido e dei volumi complessivi movimentati dal corso d'acqua. Il secondo modello, mono-bidimensionale, è stato successivamente impiegato per lo studio di dettaglio della propagazione dell'onda di piena nel dominio bidimensionale al fine di definire le aree di pericolosità idraulica e di valutare nel contempo le criticità che il corso d'acqua può creare all'interno delle aree esondabili.

Per quel che riguarda l'attività di caratterizzazione dell'uso del suolo e degli aspetti vegetazionali, particolare attenzione è stata posta alle trasformazioni di uso del suolo avvenute nel bacino nel corso dell'ultimo secolo e agli aspetti strutturali (ampiezza, copertura e composizione specifica) della fascia riparia (Schipani, 2008). In particolare, le osservazioni

effettuate lasciano supporre che attualmente vi sia un utilizzo agricolo minore del territorio e un aumento delle aree occupate dalle foreste, con conseguente riduzione della possibilità di mobilitazione dei sedimenti dai versanti verso l'alveo. Le formazioni vegetali, fatti salvi alcuni tratti in cui è presente ancora una spiccata naturalità, sono, invece, sempre meno soggette all'influenza diretta del corso d'acqua perché per lunghi tratti è venuto a mancare il rapporto con la piana. Gli effetti di tale fenomeno si registrano in uno scarso dinamismo delle popolazioni vegetali, che risultano poco o per nulla sollecitate dai processi idrodinamici: per questi motivi, la fascia di vegetazione riparia oggi presente, spesso ridotta ad un monofilare, risulta alquanto compromessa.

#### Definizione dello stato ecologico

Per la valutazione dello stato ecologico di un corso d'acqua è necessario definire una struttura gerarchica di attributi che, secondo quanto previsto dalla Direttiva Quadro sulle Acque, prenda in considerazione gli elementi di qualità chimico-fisica, biologica e idromorfologica. L'approccio metodologico utilizzato (CIRF, 2006), ricalca lo schema previsto dalla direttiva europea; in esso ogni attributo è rappresentato da una serie di altri attributi organizzati in un albero di livello inferiore, fino ad arrivare ai cosiddetti "attributi-foglia", misurabili tramite opportuni indicatori (Figura 2.2).

Coerentemente con l'approccio definito dalla Direttiva Quadro sulle Acque, lo stato ecologico è stato valutato in base allo scostamento dalle condizioni di riferimento relative allo specifico tratto di corso d'acqua, ovvero alla tipologia a cui i principali corsi d'acqua del bacino del Sangro appartengono.

Il calcolo dei diversi indici e la loro successiva aggregazione hanno

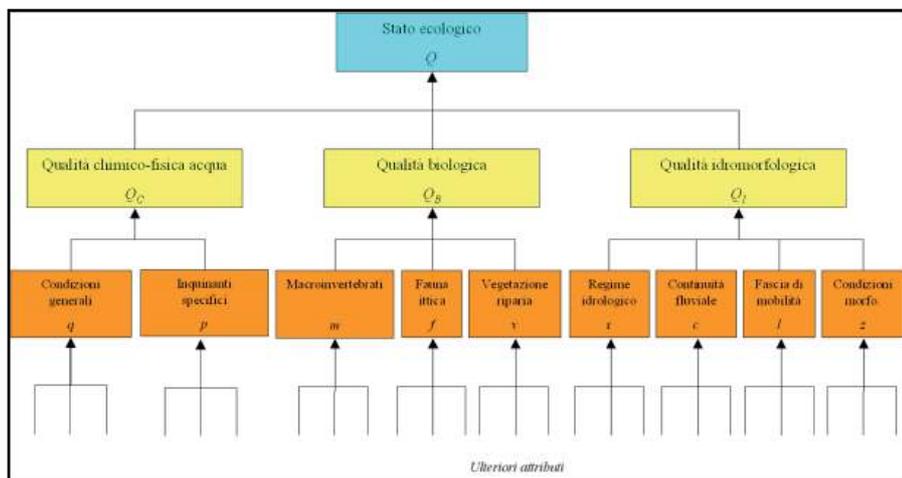


Figura 2.2 – Albero dei valori adottato per la classificazione dello stato ecologico (CIRF, 2006).

portato alla definizione dello stato ecologico per i diversi tronchi omogenei considerati, i quali si attestano su un giudizio che non scende mai al di sotto della classe sufficiente (Figura 2.3) (Schipani, 2008; Monaci, 2009; Boz, 2009).

Analizzando in dettaglio le diverse componenti che hanno portato alla classificazione dello stato ecologico (Figura 2.4), si osserva che nella parte alta del bacino sono presenti tronchi con criticità ascrivibili principalmente alla componente di qualità chimico-fisica e biologica (Schipani, 2008; Boz, 2009).

La situazione migliora e conserva un giudizio di stato ecologico tra il buono e l'elevato nella parte intermedia della valle, a cui concorrono congiuntamente tutti gli elementi di qualità.

Il fondovalle è la porzione di Sangro in cui le criticità interessano principalmente il comparto fisico: in particolare le alterate condizioni idro-



Figura 2.3 – Mappa dello stato ecologico del fiume Sangro.

logiche e i processi geomorfologici in atto, che stanno comportando un sensibile restringimento dell'alveo e la sua profonda incisione, condizionano pesantemente il giudizio sullo

stato ecologico complessivo (Monaci, 2009; Schipani, 2009; Boz, 2009). Le criticità riscontrate possono quindi riassumersi in:  
- regime idrologico notevolmente

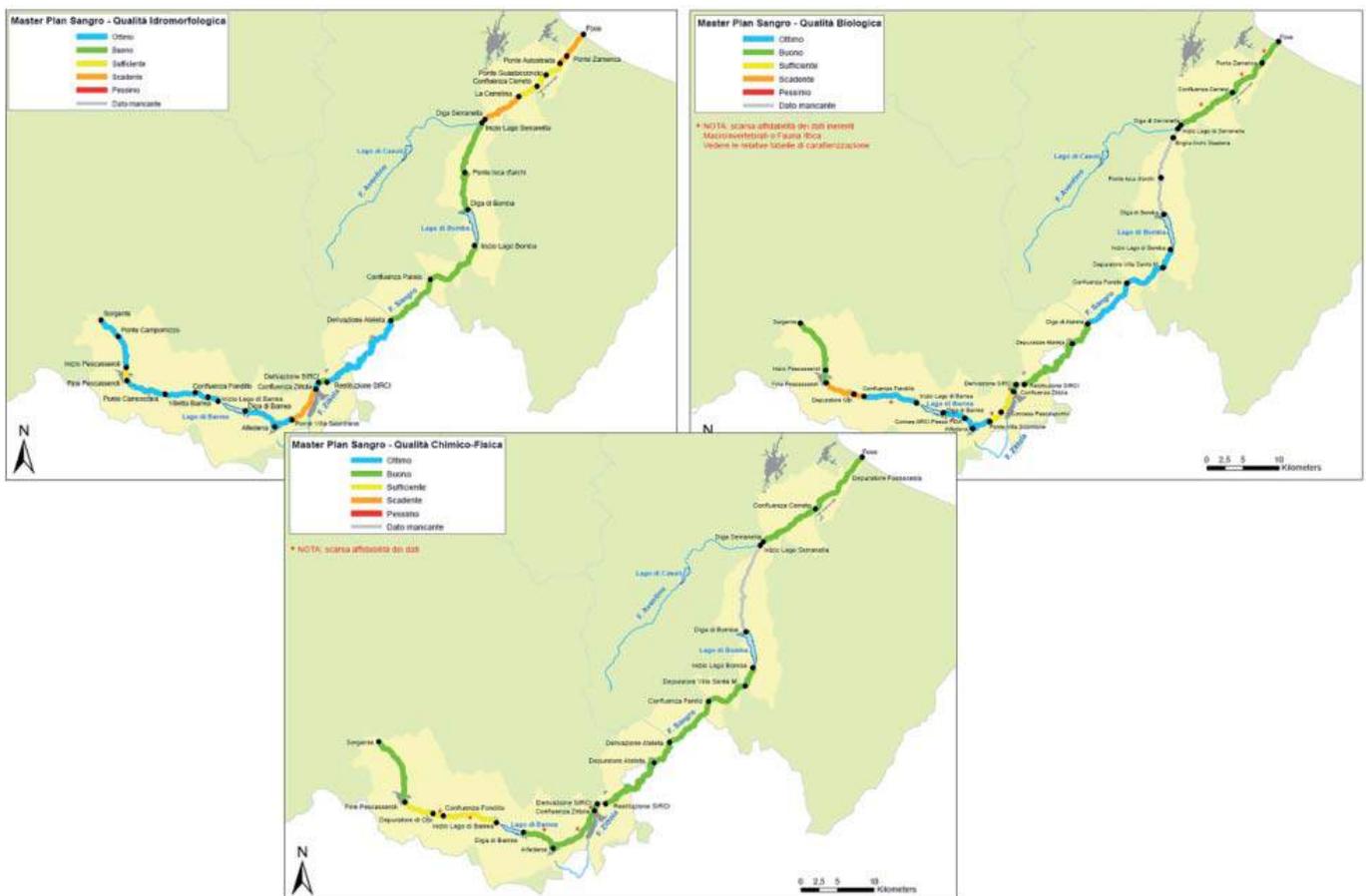


Figura 2.4 – Mappe della qualità idromorfologica, biologica e chimico-fisica del fiume Sangro.

alterato, nei confronti delle portate giornaliere, mensili e di piena;

- sensibile diminuzione del trasporto solido nei tratti a valle dei principali sbarramenti;
- forti incisioni dell'alveo, in particolare a valle dello sbarramento di Serranella (Figura 2.5);
- sponde e scarpate in evidente erosione nei tratti incisi di fondovalle;
- interruzione parziale della continuità laterale, restringimento dell'alveo attivo, diminuzione della fascia di mobilità funzionale e modifica della tipologia fluviale in particolare nel tratto di fondovalle;
- assetto artificializzato del corso d'acqua, con particolare riferimento al tratto canalizzato compreso tra gli abitati di Villa Scontrone e Castel di Sangro (Figura 2.6);
- alterazione dello stato chimico fisico delle acque, soprattutto in periodi di magra e di forte afflusso

turistico in alcune porzioni fluviali;

- compromissione delle condizioni ambientali necessarie per lo sviluppo di una comunità ittica ben strutturata.

Localmente, per effetto degli interventi realizzati in passato, si presentano ulteriori rilevanti criticità legate alla:

- mancanza di sicurezza delle principali opere di attraversamento presenti;
- alterazione del regime idrico e degli scambi falda/fiume;
- carenza di vegetazione riparia;
- mancanza di rapporto con la piana inondabile adiacente.

#### PIANO DI SISTEMAZIONE

Per la risoluzione delle problematiche evidenziate è stato individuato un sistema integrato di interventi, strutturali e non strutturali, finalizzati alla messa

in sicurezza del territorio e alla riqualficazione ambientale del sistema fluviale.

Alcune delle azioni individuate (Schipani, 2009; Monaci, 2009; Boz, 2009; Trentini, 2009) rappresentano una novità nel panorama italiano, quali:

- la rimozione parziale di muri di contenimento ed il conseguente recupero di aree per la laminazione naturale delle piene;
- la tutela delle naturali dinamiche geomorfologiche nei tratti ove le condizioni territoriali lo consentono;
- l'eliminazione di difese spondali all'interno di aree demaniali;
- la creazione di rami secondari con immissione di sedimenti in alveo al fine di contrastare il fenomeno di incisione nel tratto di valle.

#### Rimozione dei muri di contenimento lungo il tratto "canalizzato" di Castel di Sangro

Tra gli interventi strutturali proposti assume particolare significato quello individuato nel tratto compreso tra Villa Scontrone e Castel di Sangro, ove si prevede, attraverso l'abbattimento parziale dei muri di contenimento in cemento, di utilizzare l'ampia area attualmente vincolata dal Piano Stralcio Difesa Alluvioni, in quanto soggetta a frequenti inondazioni, a fascia di mobilità funzionale. Entro tale fascia debbono potersi svolgere liberamente, e in via prioritaria, le funzioni idrologiche, morfologiche ed ecologiche dell'ecosistema fluviale, al fine di perseguirne la riqualficazione ambientale e, congiuntamente, di permettere la laminazione della piena di riferimento attraverso il recupero delle aree di espansione naturale presenti (Figura 3.1).

#### Tutela delle naturali dinamiche morfologiche

Per lunghi tratti, il fiume Sangro scorre privo di vincoli antropici alla sua mobilità morfologica o, in



Figura 2.5 – Tratto di fiume Sangro a valle dello sbarramento di Serranella così come si presentava nei primi anni '80 (a sinistra) e come si presenta allo stato attuale (a destra). Si noti la profonda incisione subita dall'alveo.



Figura 2.6 – Porzione del tratto canalizzato compreso tra gli abitati di Villa Scontrone e Castel di Sangro.

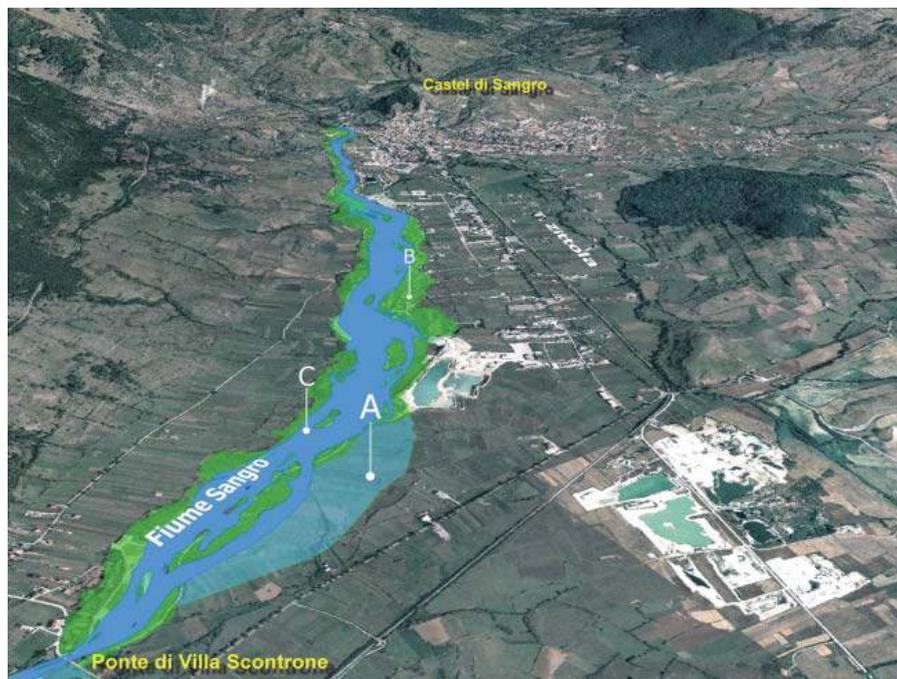


Figura 3.1 – Assetto di progetto del fiume Sangro nel tratto Villa Scontrone - Castel di Sangro. A: area di espansione naturale; B: fascia di mobilità funzionale; C: area di evoluzione morfologica dell'alveo attivo.

alcuni casi, dispone di ampie aree di divagazione non ancora interessate da vincoli insormontabili (strade, edifici, ecc.); in tutte queste situazioni il Piano di Sistemazione prevede di tutelare le dinamiche morfologiche presenti, escludendo quindi la realizzazione di interventi di contenimento dei processi in atto

(erosione delle sponde, creazione di forme fluviali quali barre, isole, ecc.), riconoscendo il ruolo di tali processi nell'assicurare un corretto funzionamento dell'ecosistema fluviale (Figura 3.2).

#### Eliminazione di difese spondali

Il tratto di pianura del fiume

Sangro, sino alla foce, soffre di un fenomeno di incisione dovuta sia all'asportazione di sedimenti dall'alveo, effettuata nei decenni scorsi, sia al mancato apporto di sedimenti da monte, dovuto alla presenza della diga; si è perciò ritenuto necessario prevedere la rimozione delle difese spondali almeno lungo i tratti ove queste "proteggono" terreni demaniali, che potranno così essere interessati dal manifestarsi delle dinamiche fluviali e rendere così disponibili fonti locali di sedimenti. Azioni come questa generano inoltre un progressivo miglioramento dello stato ecologico del fiume, permettendo il ripristino di dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche (Figura 3.3).

#### Creazione di canali secondari con immissione di sedimenti in alveo

Nel tratto di pianura del fiume Sangro, ove è in atto una progressiva incisione che ha mutato la tipologia da wandering a sinuoso-meandriforme, è stata prevista la riapertura di rami secondari in zone ora quasi totalmente disconnesse dall'alveo; i sedimenti scavati saranno reimmessi, in modo



Figura 3.2 – Tratto di fiume Sangro morfologicamente attivo.



Figura 3.3 – Tratto di fiume Sangro in cui si prevede la rimozione delle difese spondali. Nell'immagine è visibile una difesa spondale realizzata circa 20 anni fa, già in parte scalzata dal corso d'acqua.

controllato, nel fiume, così da permettere un parziale recupero dell'incisione presente. Il fiume stesso potrà far evolvere questi rami secondari, modificandone il percorso e prendendo in carico ulteriori sedimenti dalle sponde.

### Valutazione degli effetti

L'effetto che il sistema di interventi previsto nel Piano di Sistemazione produce sull'ambiente fluviale è stato preliminarmente valutato, prima della sua definitiva accettazione, attraverso un approccio di tipo qualitativo (Monaci, 2009; Boz, 2009).

Per effettuare, invece, una valutazione quantitativa, sarebbe stato necessario stabilire e quantificare la relazione causa-effetto che lega un'azione al singolo attributo con cui si descrive lo stato ecologico; questo tipo di valutazione presenta delle difficoltà intrinseche molto evidenti e comuni a tutta la materia previsionale, collegate alla complessità delle relazioni causali, all'imprevedibilità e non linearità delle risposte (in particolare per il comparto biologico), per i diversi tempi di risposta, la diversa scala, ecc.. Si è perciò deciso, in relazione ai vincoli di tempo ed economici del caso specifico, di evitare una quantificazione degli effetti vera e propria e di individuare piuttosto la tendenza, al miglioramento o al peggioramento, dei singoli indici che descrivono lo stato ecologico in relazione al complesso delle azioni proposte. A tal riguardo si è proceduto dapprima a valutare gli effetti dell'intero set di azioni previste in ciascun tratto, considerando il contesto di bacino come uno scenario mediamente stabile e comparabile allo stato attuale. Successivamente si è valutato l'effetto di tali interventi considerando anche uno scenario in cui si realizzano interventi a scala di bacino, oltre a quelli previsti per i singoli tratti omogenei (es. aumento

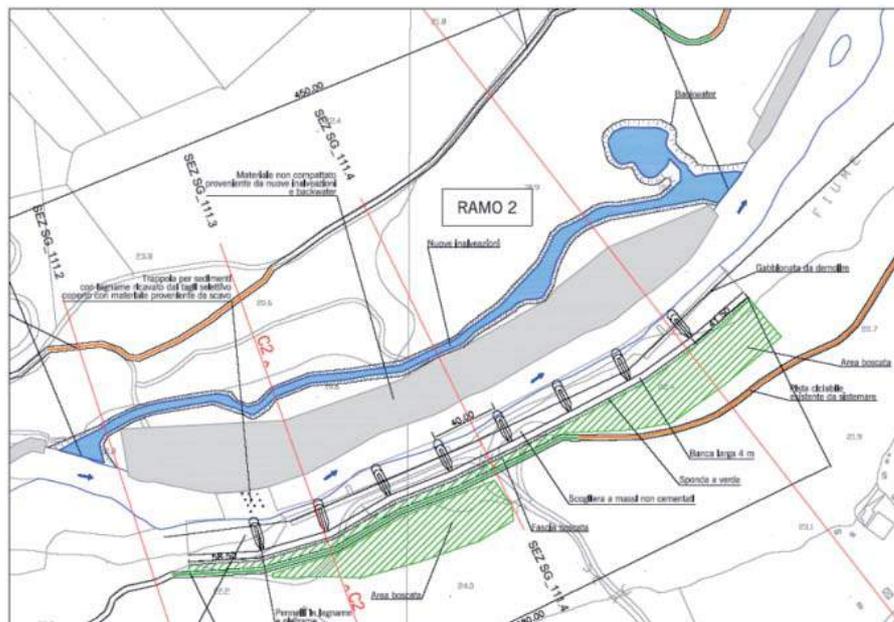


Figura 3.4 – Planimetria degli interventi finalizzati alla creazione di canali secondari (Ramo 2) con immissione dei sedimenti in alveo (area grigia).

del trasporto solido dai versanti o dalle dighe, rimodulazione della politica di gestione delle portate rilasciate dagli invasi, ecc.).

### Indirizzi e linee guida per la predisposizione del Piano di Gestione

Il Piano di Sistemazione del Bacino del Sangro comprende, da un lato, una serie di interventi strutturali, definiti a livello di progettazione preliminare, che quantifica in € 145.592.700,00 l'importo necessario per la loro realizzazione, dall'altro, fornisce importanti indirizzi e linee di azione per la gestione dei corsi d'acqua (Schipani, 2009; Monaci, 2009; Boz, 2009), con particolare riguardo alle modalità di:

- rilascio dei deflussi dai grandi impianti idroelettrici che consentano la propagazione di piene formative e la riduzione dell'hydropeaking;
- rilascio dei sedimenti bloccati dai grandi sbarramenti che consenta un adeguato trasporto solido e la conseguente mobilità dell'alveo;
- gestione della vegetazione riparia e dei detriti legnosi;
- integrazione della rete di monitoraggio della qualità dell'acqua;
- definizione di un quadro

normativo chiaro e funzionale per la regolamentazione ed il controllo delle attività di pesca.

### CONCLUSIONI

Le valutazioni effettuate per il fiume Sangro hanno permesso di definire nel Piano di Sistemazione una serie di azioni, strutturali e non strutturali, sia a breve che a medio e lungo periodo, orientate al raggiungimento, una volta poste in essere, dello stato ecologico buono entro il 2015, come previsto dalla direttiva europea sulle acque.

Le azioni proposte nel Piano di Sistemazione rappresentano il risultato di un approccio integrato e multidisciplinare alla risoluzione delle problematiche esistenti nel bacino idrografico esaminato e perseguono principalmente l'obiettivo di coniugare le diverse esigenze dell'ecosistema fluviale con la domanda di sicurezza idraulica.

### BIBLIOGRAFIA

Boz B., 2009 Rapporto conclusivo "Caratterizzazione dello stato chimico-fisico e biologico funzionale alla definizione di alternative inerenti l'assetto

di progetto dei fiumi Sangro, Aventino e Zittola nell'ambito del Master Plan" inerente l'attività "Caratterizzazione preliminare integrata dell'ecosistema dei fiumi Sangro, Aventino e Zittola e supporto alla definizione di alternative inerenti all'assetto di progetto del fiume Sangro nei tratti Villa Scontrone-Castel di Sangro e Lago di Bomba-Foce Sangro". Contratto di ricerca presso l'Università degli Studi dell'Aquila, Dipartimento di Scienze Ambientali. Relazione inedita.

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., Mazzanti Editori, Venezia.

Monaci M., 2009. Rapporto conclusivo "Caratterizzazione dello stato ecologico funzionale alla definizione di alternative inerenti l'assetto di progetto dei fiumi Sangro, Aventino e Zittola nell'ambito del Master Plan" inerente l'attività "Caratterizzazione preliminare integrata dell'ecosistema dei fiumi Sangro, Aventino e Zittola e supporto alla definizione di alternative inerenti all'assetto di progetto del fiume Sangro nei tratti Villa Scontrone-Castel di Sangro e Lago di Bomba-Foce Sangro". Contratto di ricerca presso l'Università degli Studi dell'Aquila, Dipartimento di Scienze Ambientali. Relazione inedita.

REGIONE ABRUZZO, 2008: Piano Stralcio Difesa Alluvioni. Redatto da RTI BETA Studio srl - WL Delft Hydraulics.

Schipani I., 2008. Primo rapporto "Caratterizzazione dello stato ecologico dei fiumi Sangro, Aventino e Zittola e supporto alla definizione di alternative progettuali nell'ambito del Master Plan degli interventi di manutenzione e riqualificazione ambientale del Fiume Sangro" inerente l'attività. "Caratterizzazione preliminare integrata dell'ecosistema dei fiumi Sangro, Aventino e Zittola e supporto alla definizione di alternative inerenti all'assetto di progetto del fiume Sangro

nei tratti Villa Scontrone-Castel di Sangro e Lago di Bomba-Foce Sangro". Contratto di ricerca presso l'Università degli Studi dell'Aquila, Dipartimento di Scienze Ambientali. Relazione inedita.

Schipani I., 2009. Secondo rapporto "Definizione di indirizzi e linee guida per la predisposizione del Piano di Gestione del Bacino idrografico" inerente l'attività di coordinamento ed indagini ambientali del progetto "Caratterizzazione preliminare integrata dell'ecosistema dei fiumi Sangro, Aventino e Zittola e supporto alla definizione di alternative inerenti all'assetto di progetto del fiume Sangro nei tratti Villa Scontrone-Castel di Sangro e Lago di Bomba-Foce Sangro". Contratto di ricerca presso l'Università degli Studi dell'Aquila, Dipartimento di Scienze Ambientali. Relazione inedita.

Trentini G. 2009. Rapporto conclusivo "Indicazioni progettuali in relazione ai tratti di fiume Sangro Villa Scontrone-Castel di Sangro e Lago di Bomba-Foce Sangro" inerente l'attività "Caratterizzazione preliminare integrata dell'ecosistema dei fiumi Sangro, Aventino e Zittola e supporto alla definizione di alternative inerenti all'assetto di progetto del fiume Sangro nei tratti Villa Scontrone-Castel di Sangro e Lago di Bomba-Foce Sangro". Contratto di ricerca presso l'Università degli Studi dell'Aquila, Dipartimento di Scienze Ambientali. Relazione inedita.

# LA GESTIONE DELLA VEGETAZIONE RIPARIALE, DA UN APPROCCIO IDRAULICO AD UNO INTEGRATO: INDIRIZZI E LINEE D'AZIONE IN PIEMONTE

G. CACCIABUE <sup>(1)</sup>, V. DEBRANDO <sup>(1)</sup>, A. EBONE <sup>(2)</sup>

(1) *Settore Idraulica Forestale e Tutela del Territorio, Regione Piemonte  
Torino, Corso Stati Uniti 21*

*E-mail: giorgio.cacciabue@regione.piemonte.it,  
vito.debrando@regione.piemonte.it*

(2) *Istituto Piante da Legno e Ambiente IPLA S.p.A.*

*Torino, Corso Casale 476*

*E-mail: ebone@ipla.org*

## PREMESSA

A livello europeo è ormai riconosciuto che il tema dell'assetto dei corsi d'acqua e del territorio deve essere affrontato con un approccio di tipo integrato e multi-obiettivo, considerando nell'insieme, oltre agli aspetti idraulici, anche quelli geomorfologici ed ambientali; il raggiungimento di tali obiettivi richiede un progressivo adeguamento dei metodi di pianificazione, progettazione e gestione dei corsi d'acqua, alla ricerca di un nuovo punto d'equilibrio tra le diverse esigenze.

## LA VEGETAZIONE RIPARIALE

Sebbene molti passi siano stati compiuti, occorre definitivamente superare l'approccio semplicistico, nella gestione dei corsi d'acqua, basato unicamente sull'obiettivo di garantire il deflusso delle acque attraverso l'artificializzazione e l'arginatura degli alvei, per passare ad una pianificazione multifunzionale che preveda, ove realizzabile, la possibilità che i corsi d'acqua divaghino liberamente in aree di espansione secondo la dinamica naturale.

La vegetazione arborea non deve

essere considerata solo un rischio legato alla sicurezza idraulica ma un elemento dell'ecosistema; il cui controllo secondo criteri distributivi e strutturali può essere compatibile con il regolare deflusso delle acque nei periodi di piena, fornendo nel contempo un valido contributo al consolidamento dei terreni e alla difesa delle sponde.

Nella gestione di un corso d'acqua, infatti, 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 può essere uno strumento molto utile anche per la gestione delle piene, oltre ad assicurare biodiversità ed equilibrio al complesso di relazioni di tutto il sistema ambientale circostante e a consentire allo stesso tempo un utilizzo ricreativo.

Fino ad ora si è assistito a diversi tipi di approccio: da un'assenza totale di gestione ad una trasformazione delle aree riparie in terreno agricolo. Le aree riparie e golenali residue, ancor più in ambito pianiziale, sono tutt'oggi infatti 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, impedendone la dinamica naturale e 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 elevato grado di naturalità. Lo spazio di divagazione per il corso d'acqua si è ridotto e di conseguenza anche quello della fascia di vegetazione riparia.

Recentemente si è però avuta un'inversione di tendenza con il riconoscimento del valore del bosco ri-



Figura 1 - Vegetazione riparia sul Po a Carmagnola (TO).

pariale, ma la gestione, in pratica, resta di difficile attuazione a causa della mancanza di adeguati riferimenti normativi e operativi.

A fronte di tale lacuna si rende necessaria la predisposizione di norme per la gestione e la tutela di queste fasce di vegetazione, di notevole interesse ambientale. Per gestire correttamente la vegetazione ripariale è necessario fissare dei criteri che definiscano, in base alle caratteristiche del corso d'acqua e alla situazione locale, il più appropriato sistema gestionale.

La Regione Piemonte nel corso di questi ultimi anni ha intrapreso una serie di iniziative che vanno in tal senso, riportate nei seguenti paragrafi.



Figura 2 - La gestione della vegetazione varia in funzione delle caratteristiche dell'alveo.

#### GLI "INDIRIZZI TECNICI IN MATERIA DI MANUTENZIONI E SISTEMAZIONI IDROGEOLOGICHE E IDRAULICO FORESTALI"

Con la Deliberazione n. 38-8849 del 26 maggio 2008 la Giunta della Regione Piemonte 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.

Nell'Allegato A alla Deliberazione viene trattato l'argomento della GESTIONE SELVICOLTURALE DELLA VEGETAZIONE RIPARIA e viene chiarito il concetto che gli interventi di gestione della vegetazione devono perseguire una strategia combinata per la conservazione degli ecosistemi, con particolare riguardo a biodiversità, riduzione della frammentazione di habitat e sicurezza idraulica.

Obiettivo dell'intervento è quello di mantenere e favorire la vegetazione riparia modificandone all'occorrenza la struttura e la composizione specifica in funzione delle caratte-

ristiche del corso d'acqua (stazione, portata, pendenza, sezione di deflusso ecc).

I criteri di intervento devono prevedere un trattamento differenziato per le fasce di vegetazione ripariale di tipo complementare distinguendo:

- 1) il taglio della vegetazione entro l'alveo inciso;
- 2) la gestione selvicolturale della vegetazione arborea presente sulle sponde, nelle aree golenali, sui versanti in prossimità dell'alveo.

Si tratta di prime indicazioni a carattere generale che necessitano di ulteriori specificazioni e studi, infatti la stessa Deliberazione 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 che, attualmente, sono in corso di redazione.

#### LE "LINEE GUIDA PER UNA CORRETTA GESTIONE DELLA VEGETAZIONE RIPARIA E GOLENALE"

Alla redazione delle "Linee guida"

partecipano oltre ai componenti del Coordinamento Regionale (Direzioni Regionali, Arpa Piemonte, Corpo Forestale e UNCEM) l'Autorità di bacino del fiume Po, l'Agenzia Interregionale per fiume Po e due rappresentanti delle aree protette regionali: per la zona montana il Parco della Val Troncea e per l'area planiziale il Parco Fluviale del Po vercellese/alessandrino.

Il supporto tecnico specialistico è assicurato dall'Ipla Piemonte Spa, nell'ambito dell'in house providing, che ha già collaborato con la Regione Piemonte per l'attuazione del Progetto di ricerca "Indirizzi tecnici per gestione dei boschi ripari montani e collinari", oggetto di pubblicazione nell'autunno 2008 e descritto in seguito.

In dettaglio le linee guida prevedono il seguente indice:

- Inquadramento della vegetazione riparia e dei fondovalle alluvionali (funzioni della vegetazione riparia, dinamiche evolutive, ecc)
- Descrizione degli ambiti fluviali per macroaree di caratteristiche e dinamica omogenee.
- Tipologia e struttura dei principali popolamenti ripari pie-

montesi

- Criteri di intervento
- Progettazione e realizzazione degli interventi
- Indirizzi per la redazione dei “Piani di gestione della vegetazione ripariale”
- Normative cogenti e inter-relazioni (Stato, Autorità di Bacino, Regione, Pianificazione Urbanistica)
- Glossario

Con le Linee Guida verrà quindi dato un notevole impulso ai principi della gestione forestale sostenibile applicata agli ecosistemi ripariali.

### LA LEGGE REGIONALE 10 FEBBRAIO 2009, N. 4. GESTIONE E PROMOZIONE ECONOMICA DELLE FORESTE

La nuova legge forestale regionale (l.r. 4/09) prevede nel Capo III, relativo alla gestione, all'art. 13 il Regolamento Forestale quale strumento operativo, con cui stabilire, tra l'altro:

- modalità di gestione dei boschi in situazioni speciali, comprendenti *i boschi localizzati lungo i corpi idrici*;
- modalità e procedure di gestione dei boschi situati in aree protette o siti della rete Natura 2000, comprese le misure di conservazione degli habitat forestali di interesse comunitario, e i casi in cui non si rende necessaria la valutazione di incidenza (vedi articolo 5 del d.p.r. 357/1997);
- misure per la *conservazione e la valorizzazione delle formazioni arboree o arbustive non costituenti bosco* e delle specie sporadiche o localmente rare in bosco;

Il Regolamento è stato predisposto in forma di bozza e sono state avviate le consultazioni.

La bozza di Regolamento Forestale comprende in specifico alcuni articoli importanti per la gestione e la tutela della vegetazione ripariale e dei relativi ecosistemi.



Figura 3 - Pineta di greto di pino silvestre in Alta Val di Susa (TO).

Nello specifico un primo articolo riguarda le *Misure di conservazione per i boschi inseriti in aree protette e nei siti della Rete Natura 2000* e prevede modalità di intervento speciali per i boschi nelle aree di pertinenza dei corpi idrici.

Un secondo articolo riguarda i boschi in situazione speciale e disciplina gli *Interventi nelle aree di pertinenza dei corpi idrici*.

Il comma 1 è significativo e recita: *“La gestione delle formazioni forestali e della vegetazione ripariale nelle aree di pertinenza dei corpi idrici avviene nel rispetto delle funzioni antiersive, ecologiche, ambientali e paesaggistiche che queste ultime svolgono”*.

Il comma 2 definisce le aree di pertinenza:

- le zone comprese nella fascia A del PAI del bacino del Po per i corsi d'acqua per i quali sono definite e, per la restante rete idrografica, le zone comprese entro una distanza di 10 metri dal ciglio di sponda dell'alveo inciso.
- Le zone comprese in una fascia di 10 metri misurata dalla riva di laghi naturali, dal ciglio di sponda di canali di irrigazione, di irrigazione e bonifica e di bonifica.

Vengono quindi normati gli interventi ribadendo il concetto del taglio selettivo attuato secondo una gestione forestale sostenibile.

Interessante è poi un successivo comma che prevede che i boschi appartenenti al demanio fluviale e le formazioni ripariali demaniali, ai fini della loro valorizzazione polifunzionale, possano essere oggetto di specifici Piani forestali Aziendali (PFA) predisposti dalla Direzione Regionale competente in materia di foreste o, dagli Enti gestori se compresi nell'ambito di aree protette e siti della Rete Natura 2000.

Un altro articolo importante è infine quello delle *Norme per le formazioni arboree o arbustive non costituenti bosco*, nel quale sono comprese le fasce di vegetazione ripariale.

Qui si ribadiscono due concetti:

- il divieto dell'estirpo e dell'eliminazione definitiva delle formazioni arboree o arbustive non costituenti bosco, fatti salvi gli interventi di trasformazione d'uso autorizzati;
- le formazioni vegetali nelle aree di pertinenza dei corpi idrici devono essere gestite secondo le disposizioni previste per i boschi ripari, riconoscendo l'importanza che hanno queste formazioni dal punto di



Figura 4 – Fasce riparie: il Regolamento Forestale ne riconosce l'importanza e le tutela.

vista della tutela dell'ecosistema acquatico e della risorsa acqua coerentemente con l'articolo 115 del d.lgs. 152/2006 e con l'articolo 33 del Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte.

#### ATTIVITÀ DI INFORMAZIONE, RICERCA E DIVULGAZIONE

Parallelamente alle attività di definizione della normativa e di programmazione sono proseguite le iniziative di *informazione, ricerca e divulgazione*.

Tra queste iniziative si evidenziano le seguenti:

Progetto di ricerca regionale: “Indirizzi tecnici per la gestione dei boschi ripari montani e collinari”.

Si tratta di un progetto di ricerca affidato all'Istituto Piante da Legno a Ambiente (IPLA S.p.A.) che nel 2008 si è deciso di aggiornare e divulgare quale utile strumento per gli operatori del settore attraverso una specifica pubblicazione disponibile in versione scaricabile sul sito web della Regione Piemonte - Montagna nella sezione “Pubblicazioni”.

Il risultato della ricerca si presenta sottoforma di manuale con lo scopo di facilitare il riconoscimento della

vegetazione riparia e sottolineare alcuni aspetti della gestione selvicolturale utili a migliorare le condizioni di sicurezza idrogeologica dei corsi d'acqua montani e collinari, con particolare riguardo al reticolo secondario spesso trascurato e considerato a scarso rischio, ma in grado di provocare fenomeni di dissesto ingenti.

La veste data alla pubblicazione permette di utilizzare la prima parte per un'informazione tecnicamente completa e scientificamente curata, mentre la seconda, semplificata e di più facile lettura, costituita dalle schede descrittive dei vari Tipi forestali ripari, può essere utile per la formazione e l'aggiornamento del personale impiegato negli interventi, con particolare riferimento alle figure professionali di capisquadra. Nello specifico la prima parte, oltre ad analizzare le principali funzioni della vegetazione riparia, riporta i criteri generali di intervento e le operazioni da evitare. Le schede descrittive, relative alla seconda parte del testo, indicano per ciascun Tipo forestale ripario le possibili tecniche d'intervento, sulla base di casi specifici osservati in natura.

#### Seminario nazionale: “Il ruolo della vegetazione ripariale e la riqualificazione dei corsi d'acqua.

Proposte operative per una gestione sostenibile.”

Il Settore Idraulica Forestale della Regione Piemonte ha organizzato nei giorni 1-2-3 ottobre 2008 tre giornate di studio sulla riqualificazione fluviale e la gestione della vegetazione ripariale con le quali 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 sono seguite due giornate tecniche di visite sul fiume Sesia e sul fiume Po e gli atti sono raccolti in una pubblicazione, che costituisce il terzo volume della collana “Quaderni di tutela del territorio” ed anche questa è disponibile nella sezione Pubblicazioni del sito web regionale.

Gli atti sono stati raggruppati in tre sessioni:

- I. esperienze di gestione e rinaturalizzazione dei corsi d'acqua;
- II. vegetazione e rischio idraulico, rinaturalizzazione dei corsi d'acqua - tecnica e ricerca;
- III. altri contributi.

#### Progetto di comunicazione istituzionale: “Convivere con il fiume: le acque da rischio a risorsa”.

Il progetto è descritto con un poster nella Sessione C: educazione e fruizione; la “cultura del fiume”.

#### Attività collegate all'attuazione del PSR 2007-2013.

Al fine di incentivare un nuovo approccio culturale alla gestione dei corsi d'acqua e agli interventi di difesa con il Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013 nell'ambito della Misura 226 si darà spazio ad un intervento pilota su un corso d'acqua montano volto risolvere criticità esistenti con



Figura 5 - Fondamentali sono le attività di formazione, ricerca e divulgazione.

metodi e tecniche innovative privilegiando localmente le aree ove stanno nascendo forme di pianificazione partecipata sul modello dei contratti di fiume.

Infine con la Misura 111, Azione 2 - Formazione professionale ed informazione rivolte agli addetti del settore forestale si è programmato la realizzazione di specifici corsi di formazione sia per tecnici che per operatori sugli interventi di gestione della vegetazione riparia.

#### BIBLIOGRAFIA

*Florineth F., Meixner H., Rauch H. P., Vollsinger S., 2003 – Prove di forza. Acer anno 19 n 2: 73-78.*

*Piegay H., Pautou G., Ruffinoni C., 2003: Les forêts riveraines des cours d'eau. Ecologie, fonctions et gestion. IDF.*

*I.P.L.A, 2007 – I Tipi forestali del Piemonte. Regione Piemonte. Blu Edizioni, Torino.*

#### CONCLUSIONI

Le attività sommariamente illustrate nel presente articolo testimoniano lo sforzo intrapreso dalla Regione Piemonte al fine di coniugare gli obiettivi di sicurezza idraulica con quelli di preservazione e miglioramento dell'ambiente fluviale, ma evidenziano anche la complessità dell'argomento in quanto molteplici sono gli aspetti da considerare e quello della gestione della vegetazione riparia ne costituisce uno dei più importanti e fondamentali per i risvolti che detta attività comporta nei confronti dell'intero habitat fluviale.

# PROPOSTA DI METODOLOGIA SPEDITIVA PER L'ANALISI ED IL MIGLIORAMENTO DELLA FASCIA DI VEGETAZIONE RIPARIA E DELL'INTERAZIONE CON L'USO DEL SUOLO CIRCOSTANTE

LORENZO CANSIANI<sup>(1)</sup>, CLAUDIO CAVAZZA<sup>(2)</sup>

(1) Autorità di Bacino del Reno, Viale Silvani, 6 - 40122 Bologna.

E-mail: lcansiani@regione.emilia-romagna.it

(2) Servizio Tecnico Bacino Reno, Viale Silvani, 6 - 40122 Bologna.

E-mail: ccavazza@regione.emilia-romagna.it



## INTRODUZIONE

La metodologia proposta si inserisce nell'ambito di una serie di studi propedeutici alla revisione del Piano di Bacino del Torrente Samoggia (territorio completamente ricadente nella Provincia di Bologna) ed è stata sperimentata, in relazione alla necessità di approfondire in modo quali-quantitativo lo stato, la consistenza e l'efficacia delle fasce di bosco ripariale in un'area ove la vegetazione ha subito nel tempo profonde alterazioni eco-strutturali e disturbo antropico continuo e prolungato: il sistema della vegetazione arbustiva ed arborea ripariale evidenzia in tutto il bacino del Reno modifiche e trasformazioni più o meno intense a causa di fattori naturali ed antropici, sia nelle caratte-

ristiche eco-strutturali (composizione specifica, forma di governo, età delle piante, ecc.) che nella profondità ed estensione.

La quantità e qualità della vegetazione assume elevata importanza sia per la stabilizzazione delle sponde, sia per la biodiversità dell'ecotono tra ambiente fluviale e terrestre, sia per le caratteristiche di fascia tampone, con funzione di filtro per i solidi sospesi e per gli inquinanti d'origine diffusa. L'ambiente fluviale risulta quindi una zona di elevato interesse ambientale, ecologico, idraulico e paesaggistico e in particolare la fascia riparia, attraverso le sue caratteristiche quali-quantitative, può essere considerata come un indicatore "complesso" della integrità fluviale.

Le condizioni delle fasce di ripa si presentano oggi, nei tratti esaminati, in uno stato talvolta pessimo, talvolta mediocre. In molti tratti di alveo se ne registra la completa assenza. Ciò, se messo in relazione con l'uso del suolo retrostante, può indubbiamente presentare anche problemi non trascurabili di gestione della qualità delle acque e, conseguentemente, di forte deterioramento dell'ecosistema fluviale. La proposta metodologica, semplice, speditiva ed economica, permette di valutare in modo sufficientemente esaustivo il problema e, nella fase conclusiva, di individuare modelli di miglioramento puntuale dell'ambiente forestale mediante la pianificazione di interventi selvicolturali appropriati.

## OBIETTIVO DELLO STUDIO

Per ottenere un quadro esaustivo delle conoscenze riguardanti le caratteristiche quali-quantitative delle fasce riparie oggetto di analisi sono stati individuati tre obiettivi principali:

- analisi delle dinamiche evolutive delle fasce riparie in relazione alle mutazioni geo-morfologiche del corso d'acqua ed all'impatto antropico;
- caratterizzazione delle fasce riparie in relazione alla qualità ecosistemica delle cenosi arbustivo-arboree presenti (mediante analisi della composizione specifica, stratificazione e profondità di estensione) ed alla conseguente funzionalità di rete ecologica e fascia tampone, attraverso l'analisi dell'uso del suolo e l'individuazione di aree caratterizzate da diversi gradi di efficacia e livelli di criticità;
- proposte di modelli di miglioramento quali-quantitativo e di corretta gestione selvicolturale soprattutto nelle zone ad elevata criticità, che tengano conto della multifunzionalità delle aree perfluviali.

**CONTESTO DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE**

Con la revisione del “Piano Stralcio per il Bacino del Torrente Samoggia: aggiornamento 2007”, definitivamente adottato dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Reno con delibera n. 1/1 del 23 aprile 2008, è stata avviata una fase di completamento di un primo organico quadro di pianificazione di bacino attraverso l’omogeneizzazione e sistematizzazione degli strumenti di pianificazione ad oggi approvati; in particolare, il Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Emilia-Romagna ed il Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (PSAI).

Per quanto riguarda il settore “Qualità dell’ambiente fluviale”, la fase di aggiornamento si è concretizzata con una totale revisione del precedente piano in relazione al quadro legislativo di riferimento che è sostanzialmente mutato negli anni avendo il D.Lgs. n. 152/99 e s.m.i. e la Direttiva 2000/60/CE modificato

la pianificazione in materia di qualità delle acque. In ragione di tale cambiamento, tutte le materie trattate in tale settore sono state riviste avendo come obiettivo principale quello di ricondurle ai disposti del PTA.

Sul tematismo riguardante le “Aree di pertinenza dei corpi idrici”, il PTA (vedi Norme, Titolo III, Cap. 4 “Misure di tutela delle aree di pertinenza dei corpi idrici” - art. 35), al fine di “assicurare il mantenimento o il ripristino della vegetazione spontanea nella fascia immediatamente adiacente ai corpi idrici, con funzione di filtro per i solidi sospesi e gli inquinanti d’origine diffusa, di stabilizzazione delle sponde e di conservazione della biodiversità da contemperarsi con le esigenze di funzionalità dell’alveo”, incentiva ricerche e progetti pilota, elaborati dall’Autorità di Bacino (Provincia o Consorzi di Bonifica), per individuare i requisiti ottimali delle aree di pertinenza dei corpi idrici (art. 36 delle Norme). Ed è in questa ottica

che è stato sviluppato questo tematismo.

I singoli comuni con questa indagine hanno a disposizione uno strumento cartografico in grado di evidenziare le aree più critiche e la finalità d’uso delle aree retrostanti, aspetto che condiziona la funzionalità della fascia tampone e che, rientrando nella pianificazione comunale (Piano Strutturale Comunale, ex P.R.G.), è quindi soggetta a possibili miglioramenti.

**METODOLOGIA**

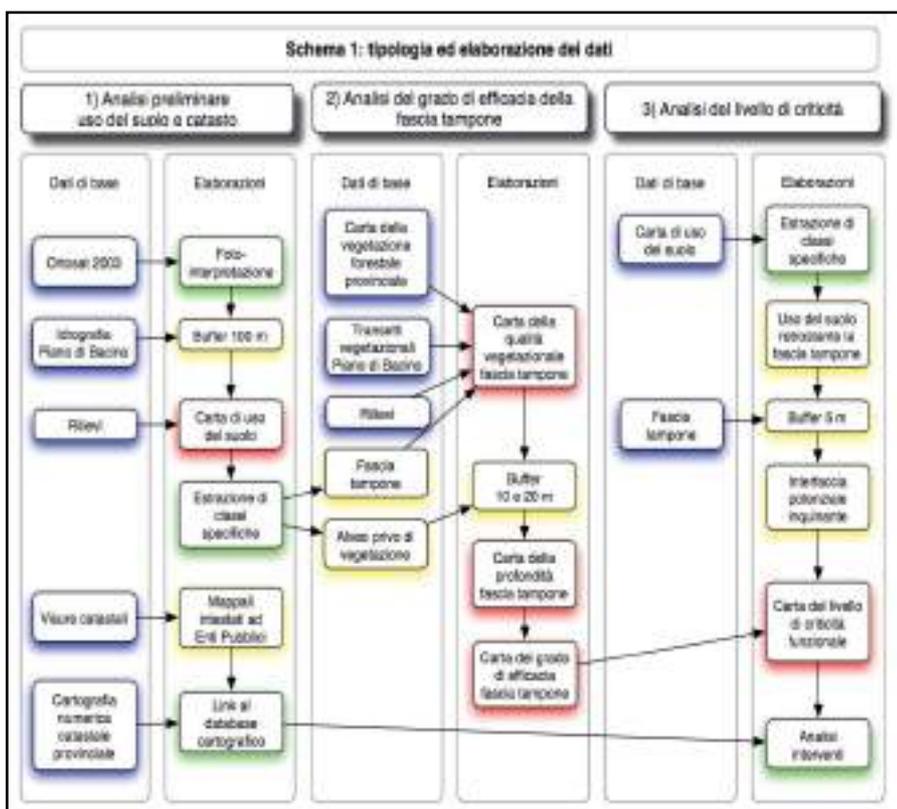
I contenuti metodologici delle analisi applicabili possono essere più o meno sofisticati (per esempio: l’Indice di funzionalità fluviale, della capacità tampone, della valenza naturalistica, ecc.) ma offrono una conoscenza sistematica del sistema fluviale.

Per condurre tale analisi si è partiti dagli studi condotti negli anni precedenti dall’Autorità di Bacino del Reno e dalla bibliografia disponibile ed è stato elaborato un metodo di analisi di tipo logico-deduttivo semplice in fase applicativa e di studio, che permette, mediante la foto-interpretazione, rilievi speditivi di campagna e l’utilizzo di un GIS, di raggiungere gli obiettivi previsti.

Il lavoro si articola in diverse distinte fasi principali:

1. Individuazione del Valore Vegetazionale di Alveo (V.V.A.);
2. Individuazione di categorie di uso del suolo, foto-interpretazione e analisi catastale;
3. Analisi della consistenza della componente trasversale della fascia riparia;
4. Definizione di sintesi della efficacia quali-quantitativa della vegetazione;
5. Definizione del grado di criticità funzionale.

Le procedure informatiche implementate tramite GIS sono riportate nello schema 1.



### Individuazione del Valore Vegetazionale di Alveo (V.V.A.)

Il primo aspetto oggetto di approfondimento della presente indagine ha riguardato la consistenza e la struttura della vegetazione che accompagna i tratti indagati. Lo studio ha quindi lo scopo di acquisire i primi elementi di conoscenza sull'estensione e sullo stato strutturale della vegetazione presente, limitatamente al contesto della vegetazione igrofila.

Per la classificazione della vegetazione sono stati applicati gli stessi valori proposti nello studio condotto nel 1994 per conto dell'Autorità di Bacino del Reno dal Prof. Carlo Ferrari e dalla Dr.ssa Laura dell'Aquila. Il valore ambientale che ne deriva è stato ricondotto all'espressione "Valore vegetazionale di alveo" (V.V.A.). La stima numerica si basa principalmente su parametri strutturali della vegetazione: la composizione specifica e la stratificazione.

Le caratteristiche eco-strutturali della vegetazione definiscono infatti la valenza ambientale che la vegetazione può avere. Infatti, quanto più una vegetazione di ambienti limitanti, come quelli che si sviluppano lungo le sponde dei corsi d'acqua, è ricca di specie e di strati, tanto più è prossima alla stabilità ed alla migliore funzione di fascia tampone. Nella tabella 1 è riportata una sintesi di alcuni valori di qualità delle formazioni ripariali riscontrate lungo i torrenti Samoggia, Lavino e Ghiaia di Serravalle, tratti dallo studio Ferrari/dell'Aquila.

La classificazione proposta nella tabella sopra è stata rimodulata per l'area in esame e per gli scopi dell'indagine, effettuando degli aggruppamenti di tipologie con valori vicini.

Il risultato degli aggruppamenti e la conseguente "Classe di qualità vegetazionale" è rappresentato nella tabella 2.

Descrizione	Valore Vegetazionale di Alveo (V.V.A.)
Alneti	15
Saliceti arbustivi	10
Salico – pioppeti	12
Boschi degradati di robinia	6
Vegetazione disturbata post – coltura	4
Vegetazione antropica	1
Aree nude, calanchi, vegetazione di greto	1
Assenza di vegetazione	0

Descrizione Ferrari e dell'Aquila	Classe di qualità vegetazionale
Alneti	<b>CLASSE 1</b>
Saliceti arbustivi	
Salico - pioppeti	
Boschi degradati di Robinia	<b>CLASSE 2</b>
Vegetazione disturbata post - coltura	<b>CLASSE 3</b>
Vegetazione antropica	<b>CLASSE 4</b>
Aree nude, calanchi, vegetazione di greto	
Assenza di vegetazione	

### Individuazione di categorie di uso del suolo, foto-interpretazione e analisi catastali

In relazione allo scopo del lavoro ed in base alle caratteristiche specifiche del territorio in esame e alla bibliografia di settore sono state individuate le classi di uso del suolo mostrate nella tabella 3.

In tabella 4 sono riportate, per quanto riguarda il solo aspetto vegetazionale (B, I, Sc, Ca, Vu), nella colonna centrale le 4 "Classi di qualità vegetazionale", nella colonna sinistra la corrispondenza con lo studio Ferrari/dell'Aquila ed in colonna

destra con le classi di uso del suolo riscontrate nei 3 corsi d'acqua indagati.

A questo punto, per caratterizzare la fascia riparia dei 3 corsi fluviali, è stata eseguita la foto-interpretazione (utilizzando immagini da satelli-

Descrizione	Segno
Formazione boschive	B
Area incolta a vegetazione erbacea - arbustiva	I
Seminativo in pieno campo e/o seminativo arborato	Sc
Cultura arborea	Ca
Verde urbano	Vu
Invaso artificiale	In
Lutto dal corso d'acqua	L
Calanco e/o macisso affiorante	R
Area urbana e/o città sparse	U
Rete viaria	V
Area estantiva	E

Descrizione Ferrari e dell'Aquila	Classe di qualità vegetazionale	Classe di uso del suolo corrispondente
Alneti	<b>CLASSE 1</b>	B – Formazioni boschive
Saliceti arbustivi		
Salico – pioppeti		
Boschi degradati di robinia	<b>CLASSE 2</b>	I – Incolti
Vegetazione disturbata post - coltura	<b>CLASSE 3</b>	
Vegetazione antropica	<b>CLASSE 4</b>	Sc – Seminativi in pieno campo e arborati Ca – Colture arboree Vu – Verde urbano

te aggiornate al 2003 e una scala di dettaglio 1:2.500) e la relativa restituzione cartografica applicando le 4 "Classi di qualità vegetazionale" mostrate in tabella 4.

Un ulteriore "aggiornamento" della rappresentazione cartografica della fascia riparia è stata condotta tenendo conto:

- dei rilievi effettuati nel febbraio 2003 per realizzare i transetti vegetazionali contenuti nelle "Direttive in attuazione del piano Stralcio per il Bacino del Torrente Samoggia" (Deliberazione n. 1/5 del 17.04.03 - Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Reno);

- della Carta Forestale Provinciale (in questo contesto è stata verificata la corrispondenza tra i rilievi effettuati nella presente indagine e i contenuti della Carta relativamente alle tipologie forestali).

L'estensione trasversale dell'area studiata ha interessato un "buffer" di 100 m (sia in sinistra, sia in destra) dal percorso attuale dei torrenti. Ulteriori verifiche di aree dubbie sono state effettuate mediante appositi rilievi di campagna (circa il 5% della superficie analizzata).

Per quanto riguarda le analisi condotte sulle ripartizioni catastali, esse sono state effettuate per determinare le aree demaniali di diversa tipologia, le proprietà private e l'attuale localizzazione dell'alveo attivo, mediante il GIS, riportando il database risultato dalle interrogazioni catastali effettuate.

#### [Analisi della consistenza della componente trasversale della fascia riparia arborea](#)

In relazione a quanto si evince dalla bibliografia esistente, relativa ai vari metodi di indagine ed alla reale consistenza e distribuzione del bosco ripariale nell'area in oggetto, sono state individuate le classi di profondità delle formazioni riparie riportate in tabella 5.

#### [Definizione di sintesi della effica-](#)

Profondità	Classe di profondità
> di 20 metri	<b>CLASSE A</b>
tra 10 e 20 metri	<b>CLASSE B</b>
< di 10 metri	<b>CLASSE C</b>

C.Q.V.	C.S.	C.P.	Sigla di riconoscimento	Descrizione qualitativa della fascia tampone arborea	Grado di efficacia
1	c	A	1cA	Alneti, Saliceti arbustivi e Salico-pioppeti + fascia retrostante di vegetazione erbaceo-arbustiva. Profondità > di 20 m (esempio in figura 1)	GRADO I
	s		1sA	Alneti, Saliceti arbustivi e Salico-pioppeti. Profondità > di 20 m	GRADO I
	s	B	1sB	Alneti, Saliceti arbustivi e Salico-pioppeti. Profondità compresa tra 10 e 20 m	GRADO I
	s	C	1sC	Alneti, Saliceti arbustivi e Salico-pioppeti. Profondità < di 10 m	GRADO II
2	c	A	2cA	Boschi degradati di robinia con sporadici nuclei di salico-pioppeto + fascia retrostante di vegetazione erbaceo-arbustiva. Profondità > di 20 m (esempio in figura 1)	GRADO I
	s		2sA	Boschi degradati di robinia con sporadici nuclei di salico-pioppeto. Profondità > di 20 m	GRADO I
	s	B	2sB	Boschi degradati di robinia con sporadici nuclei di salico-pioppeto. Profondità compresa tra 10 e 20 m	GRADO II
	s	C	2sC	Boschi degradati di robinia con sporadici nuclei di salico-pioppeto. Profondità < di 10 m	GRADO III
3	c	A	3cA	Vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata + fascia retrostante di vegetazione boschiva. Profondità > di 20 m (esempio in figura 2)	GRADO II
	s		3sA	Vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata. Profondità > di 20 m	GRADO III
	s	B	3sB	Vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata. Profondità compresa tra 10 e 20 m	GRADO III
	s	C	3sC	Vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata. Profondità < di 10 m	GRADO IV
4	Assente	Assente	--	Assenza di fascia tampone	GRADO IV

#### [cia quali-quantitativa della fascia tampone arborea](#)

Incrocando i valori di qualità vegetazionale della fascia riparia, consistenza (profondità) della fascia tampone arborea e complessità strutturale (coesistenza di formazioni boschive e vegetazione erbaceo-arbustiva in evoluzione), secondo una analisi di tipo logico-sequenziale, è possibile definire il grado di efficacia della vegetazione in relazione alla funzionalità fito-depurante e di rete ecologica.

Il risultato della interpretazione del "Grado di efficacia" delle fasce tampone in rapporto all'azione fito-depurante è riportato nella tabella 6. A scopo esemplificativo sono mostrati inoltre 2 particolari situazioni di "fascia tampone complessa" indi-

viduati nel corso della fotointerpretazione della vegetazione. Le due condizioni sono meglio esplicitate in figura 1 (sigla di riconoscimento "1cA" e "2cA") e in figura 2 (sigla di riconoscimento "3cA"). Si diversificano per la diversa combinazione di struttura: la prima ha una vegetazione riparia boschiva e una vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata in posizione retrostante, la seconda una formazione riparia disturbata (incolto) e una formazione boscata retrostante.

In estrema sintesi si riporta di seguito il risultato conseguito per quanto riguarda il peggior "Grado di efficacia" della fascia tampone (IV grado) riscontrato lungo i 3 principali torrenti del bacino (Samoggia, Lavino

e Ghiaia di Serravalle) che, come già specificato, è il risultato della combinazione tra la “Classe di qualità vegetazionale”, la “Complessità strutturale” e la “Classe di profondità”.

• **TORRENTE SAMOGGIA (bacino montano)**

E' nel Comune di Savigno che si è riscontrata la maggiore incidenza delle aree di “GRADO IV”:

- sponda sinistra: 0,35 ettari, cioè lo 0,8% dell'ambito comunale e lo 0,2% dell'intero T. Samoggia;
- sponda destra: 0,52 ettari, cioè l'1,3% dell'ambito comunale e lo 0,4% dell'intero T. Samoggia.
- **TORRENTE LAVINO (bacino montano)**

La maggiore incidenza delle aree di “GRADO IV” è stata riscontrata a:

- Zola Predosa: 0,11 ettari, cioè lo 0,1% dell'intero T. Lavino e lo 0,8% dell'ambito comunale in sinistra; 0,13 ettari, cioè lo 0,1% dell'intero T. Lavino e l'1,2% dell'ambito comunale in destra;
- Monte San Pietro: 0,19 ettari, cioè lo 0,2% dell'intero T. Lavino e lo 0,03% dell'ambito comunale in destra, mentre non è presente il IV grado in sinistra.

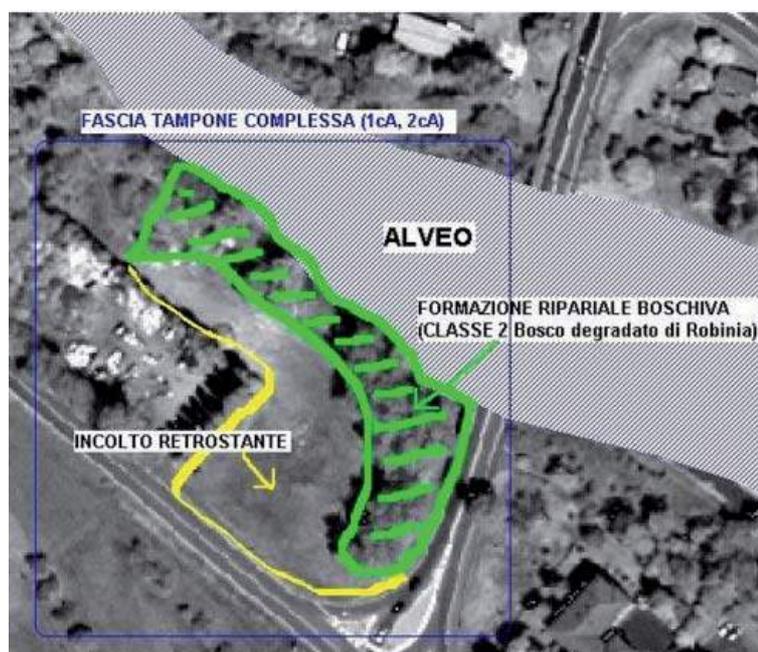


Figura 1 - Fascia tampone arborea complessa (1cA e 2cA).

• **TORRENTE GHIAIA DI SERRAVALLE (tutto il percorso è montano)**

La maggiore incidenza delle aree di “GRADO IV” è stata riscontrata a:

- Guiglia: 0,23 ettari, cioè lo 0,2% dell'intero T. Ghiaia di Serravalle e lo 0,5% dell'ambito comunale in sinistra; 0,41 ettari, cioè lo 0,4% dell'intero T. Ghiaia di Serravalle e lo 0,9% dell'ambito comunale in destra;
- Monteveglio: 0,08 ettari, cioè lo 0,1% dell'intero T. Ghiaia di Serravalle e lo 0,6% dell'ambito comunale in sinistra; 0,22 ettari, cioè lo 0,2% dell'intero T. Ghiaia di Serravalle e l'1,3% dell'ambito comunale in destra.

**Definizione del livello di criticità funzionale della fascia tampone arborea**

In ultima analisi è possibile mettere

in relazione diretta la funzionalità della fascia tampone arborea, così come individuata in tabella 6 (“Grado di efficacia della fascia tampone arborea”) e l'uso del suolo immediatamente retrostante.

In questo modo è possibile suddividere l'interfaccia tra la fascia tampone e il potenziale inquinante in diversi livelli di criticità che tengono conto dello stato della vegetazione e del grado di impatto dell'antropizzazione in atto. La criticità è ovviamente riferita, oltre agli aspetti ecosistemici, alla totale assenza di efficacia sul miglioramento della qualità dell'acqua che arriva direttamente in alveo, con particolare riferimento agli apporti degli inquinanti di origine diffusa.

Ad esempio, la diffusione di frutteti in fasce fluviali prive di vegetazione ripariale rappresenta un elemento territoriale a criticità elevata,



Figura 2 - Fascia tampone arborea complessa (3cA).

mentre la presenza di aree artigianali a monte di una fascia riparia con efficacia di “Grado I” (ampia ed ecologicamente ben strutturata) non dovrebbe presentare particolari problemi di criticità.

Ovviamente l’analisi ha valore indicativo: ogni attività antropica e conseguenti diversi livelli di alterazione per una analisi puntuale dell’impatto sul corso fluviale andrebbero analizzati in modo diretto e preciso (tipo di scarichi, impianti depuranti, ecc.).

Nella tabella 7 sono evidenziati i risultati dell’incrocio tra i parametri ed i casi con i diversi livelli di cri-

ticità.

Nella figura 3 è riportato un tratto di torrente con evidenziata la distribuzione spaziale del livello di criticità in rapporto al “Grado di efficacia” attribuito alla fascia tampone

Per quanto riguarda il peggiore livello di criticità (elevato), i risultati riferiti a ciascun Comune interessato dall’indagine, lungo i 3 principali corsi d’acqua (T. Samoggia, T. Lavino e T. Ghiaia di Serravalle) sono i seguenti:

• **TORRENTE SAMOGGIA**  
E’ nel comune di Savigno che sono

presenti i tratti con le condizioni peggiori (“Elevato”); infatti, riferendosi al solo ambito comunale la sponda sinistra è per il 33,9% (2.425 m) e quella destra per il 25,8% (2.183 m) di elevata criticità e, rispetto all’intera fascia esaminata sul T. Samoggia, l’incidenza dei tratti ad elevata criticità sono del 7,6% in riva sinistra e del 6,8% in riva destra, seguito da Vergato (1,5%, 468 m) per la riva destra e da Castello di Serravalle (1%, 315 m) per quella sinistra.

• **TORRENTE LAVINO**  
Le condizioni peggiori (“Elevato”) riferendosi al solo ambito comunale sono riscontrabili complessivamente:

- come lunghezza nel Comune di Monte San Pietro (in sponda sinistra il 10,5%, 1.843 m; in destra il 17,2%, 1.872 m);

- come maggiore percentuale a Sasso Marconi in sponda sinistra con il 61,5% (432 m), seguita da Zola Predosa in riva destra con il 16,3% (936 m).

Rispetto all’intera fascia esaminata sul T. Lavino, l’incidenza dei tratti ad elevata criticità è ancora riscontrabile a Monte San Pietro con l’8,3% in riva sinistra e l’8,7% in riva destra, seguito da Zola Predosa (4,4%) per la riva destra e da Sasso Marconi e Zola Predosa (2% per ciascun Comune) per quella di sinistra.

• **TORRENTE GHIAIA DI SERRAVALLE**

Riferendosi al solo territorio comunale i tratti con le condizioni peggiori (“Elevato”) sono riscontrabili tutte in sponda sinistra: a Castello di Serravalle per il 61,4% (2.023 m), a Monteveglio per il 40,8% (3.228 m) e a Zocca per il 28,6% (1.688 m), mentre in riva destra Guiglia (16,6%, 908 m) e Monteveglio (12,4%, 809 m). Rispetto all’intera fascia esaminata sul T. Ghiaia di Serravalle, l’incidenza dei tratti ad elevata criticità è presente principalmente in riva sinistra a Monteveglio (13,4%), a Castello di Serravalle (8,4%) e a Zocca (7%); Guiglia (3,8%) e Zocca (3,4%)

Grado di efficacia della fascia tampone	Uso del suolo retrostante	Livello di criticità
<b>GRADO I</b>	Ca, E, R, Sc, U, V, Vu	<b>ASSENTE</b>
<b>GRADO II</b>	Ca., R, Sc, Vu	<b>ASSENTE</b>
	E, U, V	<b>MODERATO</b>
<b>GRADO III</b>	R	<b>ASSENTE</b>
	Ca, Sc, Vu	<b>MODERATO</b>
	E, U, V	<b>ELEVATO</b>
<b>GRADO IV</b>	Ca, E, R, Sc, U, V, Vu	<b>ELEVATO</b>

Legenda: Ca Coltura arborea – E Area estrattiva – R Calanco e/o roccia affiorante – Sc Seminativo in pieno campo e/o seminativo arborato – U Area urbana e/o casa sparsa – V Rete viaria – Vu Verde urbano.

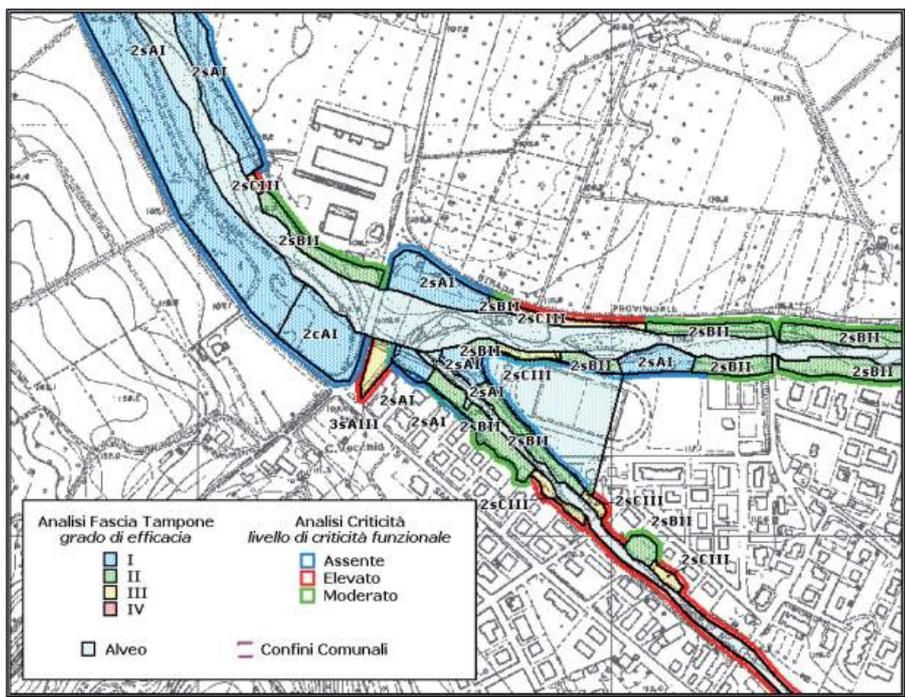


Figura 3 - Mappatura delle criticità in rapporto al “grado di efficacia” della fascia tampone.

per la riva destra.

Riferendosi ai singoli corsi d'acqua (torrenti Samoggia, Lavino e Ghiaia di Serravalle) il "Livello di criticità" delle aree riparie, suddiviso nei tre gradi è il seguente:

- "ELEVATO": è il T. Ghiaia di Serravalle (9.565 m) che lungo il suo percorso montano mostra le peggiori condizioni di funzionalità della fascia tampone arborea, quindi il T. Samoggia (6.847 m) ed il T. Lavino (5.652 m). Nella riva sinistra è sempre il Ghiaia a eccellere (7.363 m), mentre in destra è il Samoggia (3.687 m).
- "MODERATO": in questo livello intermedio è il T. Ghiaia di Serravalle con 9.988 m che evidenzia la maggiore lunghezza della riva sinistra rispetto a quella destra, seguito dal Samoggia (8.605 m) e dal Lavino (8.416 m). Per la riva sinistra il Ghiaia (5.436 m) e per la destra il Samoggia (4.808 m) sono le lunghezze principali.
- "ASSENTE": il livello di funzionalità migliore è riscontrabile lungo la sponda sinistra e destra del T. Samoggia (48.304 m), poi sul T. Lavino (29.605 m) e sul T. Ghiaia di Serravalle (28.514 m). Ancora il Samoggia è il corso d'acqua che sia in sponda sinistra (24.820 m) che in destra (23.484 m) mostra il migliore grado di qualità. Rispetto alla lunghezza complessiva dei 3 corsi d'acqua (riva sx + riva dx = 155.496 m), il peggiore ("elevato") e intermedio ("moderato") livello di funzionalità della fascia tampone sono riscontrabili sul T. Ghiaia di Serravalle, rispettivamente (6,2%, 9.565 m e 6,4%, 9.988 m), per contro le condizioni migliori ("assente") sono invece presenti sul T. Samoggia (31,1%, 48.304 m).

#### PROPOSTE OPERATIVE

Il quadro delle "proposte operative" si riferisce principalmente alla ricerca di possibili sinergie tra le azio-

Grado di efficacia	Descrizione della fascia tampone
GRADO IV	assenza di fascia tampone
GRADO IV	vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata con profondità < di 10 m
GRADO III	vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata con profondità compresa tra 10 e 20 m
GRADO III	vegetazione erbaceo-arbustiva disturbata con profondità > di 20 m
GRADO III	boschi degradati di robinia con sporadici nuclei di salico-pioppeto con profondità < di 10 m

Tabella 8 - Area ad elevato livello di criticità.

ni che hanno come obiettivo diretto quello di migliorare gli ecosistemi naturali e, in particolare, quello fluviale. Il principio che sta alla base della definizione delle linee d'azione previste sul bacino del Samoggia è quello della "riattivazione" delle dinamiche naturali. Inoltre si sottolinea come alcune delle indicazioni proposte possono essere utili anche per raggiungere altri obiettivi (ad esempio l'idoneità alla vita dei pesci, il miglioramento del regime idrologico, la riduzione del rischio idromorfologico, ecc.).

Due sono le tematiche trattate: la prima, "Fascia di vegetazione riparia", riguarda azioni contro l'inquinamento diffuso; l'altra, "Sistemi tampone per mitigare gli apporti inquinanti da viabilità prospiciente le aree di pertinenza fluviale", propone azioni contro l'inquinamento puntuale.

#### Fascia di vegetazione riparia

Nell'ambito delle aree adiacenti al corso d'acqua, individuate con un Livello di criticità "ELEVATO", si propongono interventi di miglioramento o di reimpianto della fascia riparia, secondo modelli selvicolturali specifici e multifunzionali.

L'incrocio con l'analisi catastale permette di individuare l'interlocutore per la realizzazione delle proposte operative (pubblico/privato) e le possibili azioni da conseguire (finanziamenti pubblici, Piani di Sviluppo Rurale, ecc.).

In generale, nel caso che gli interventi siano realizzati su:

- aree pubbliche, i finanziamenti dovrebbero recepire le indicazioni e quando possibile inserire negli in-

terventi di gestione e manutenzione degli ambiti fluviali, progetti di ricostituzione e miglioramento delle aree critiche;

- aree private, i Piani di Sviluppo Rurale messi a punto dalla Regione e dalla Provincia (attraverso finanziamenti specifici, come indicato nel PTA, art. 36 - Misure) potrebbero contenere misure per il finanziamento ad aziende agricole per la ricostituzione ed il miglioramento delle fasce di vegetazione riparia.

La classificazione delle aree ad "ELEVATA" criticità, sono riscontrabili (sia nel pubblico che nel privato) nei seguenti casi di "Grado di efficacia" della fascia tampone arborea (valore determinato dalla dinamica funzionale tra le caratteristiche della fascia tampone -estensione, struttura, consistenza- e l'uso del suolo retrostante) riportati in tabella 8.

Nell'ambito di queste tipologie di partenza, i possibili interventi per attenuare il "Livello di criticità" sono riconducibili ai seguenti due casi:

- 1) Assenza o presenza di fascia tampone composta da vegetazione erbaceo-arbustiva;
- 2) Presenza di boschi degradati di robinia con sporadici nuclei di salico-pioppeto con profondità < di 10 m.

Più nel dettaglio:

- 1) Assenza o presenza di fascia tampone composta da vegetazione erbaceo-arbustiva

- Impianti di siepi/filari di alberi/arbusti di specie tipiche del pioppo-saliceto (pioppo, salice, frassino) con presenza sporadica di ontano

nero e salici arbustivi su scarpate in alveo (di almeno 10 m dalla sponda del corso d'acqua);

- Impianto di fascia boscata stratificata riconducibile al salico-pioppeto con presenza di salici arbustivi con consolidamento delle scarpate in alveo (di ampiezza minima di 10 m).

2) Presenza di boschi degradati di robinia con sporadici nuclei di salico-pioppeto con profondità < di 10 m

Ampliamento dell'ampiezza della fascia riparia fino ad almeno 10 m con miglioramento specifico-strutturale, mediante arricchimento specifico con impianto di arbusti a difesa delle sponde e piante arboree. Graduale contenimento della robinia e di altre infestanti.

Sistemi tampone per mitigare gli apporti inquinanti da viabilità prospiciente le aree di pertinenza fluviale

Nel caso in cui la viabilità sia prospiciente alle aree fluviali ad "ELEVATA" criticità, occorre prevedere interventi per la mitigazione dell'impatto delle acque di prima pioggia. Inoltre, al fine di limitare l'apporto diretto di inquinanti ed elementi eutrofizzanti, veicolati dalle acque meteoriche di dilavamento della rete stradale, potrebbero essere seguite le seguenti indicazioni schematiche:

a) prevedere un ampliamento della sezione di deflusso ordinaria mediante la realizzazione di un piano posto ad una quota intermedia tra il fondo del canale/fosso ed il piano di campagna, tale da consentire la tracimazione delle acque in caso di abbondanti e/o violente piogge;

b) prevedere lo scolo delle acque di canali e fossi con limitata sezione o semplici caditoie di sgrondo di viadotti stradali in zone "tampone", piuttosto che lasciarle confluire direttamente nel corpo idrico recettore; si tratta di realizzare un sito di "temporanea accoglienza" con la

vegetazione tipica del tratto fluviale.

In tutti i casi gli interventi devono essere realizzati con tecniche di ingegneria naturalistica.

Poiché non esistono metodi particolarmente semplificati e speditivi per il dimensionamento delle aree tampone delle acque di prima pioggia dilavanti le strade extraurbane, è necessaria una progettazione sito-specifica basata su approfondimenti morfologici e orografici relativi alle realtà locali sia del tratto stradale sia del corpo idrico recettore.

Per quanto riguarda il corso d'acqua recettore i metodi di indagine da usare sono ben conosciuti e facilmente applicabili; derivano dalle normative nazionali ed europee in vigore (D.Lgs. 152/06; EU 60/2000) e dal consolidato uso di indici bioecologici quali:

□ B.S.I. (*Buffer Strip Index* o *Indice della capacità tampone*) che fornisce la misura della capacità delle rive di filtrare, metabolizzare e bioaccumulare gli elementi ed i composti veicolati sia dalle acque fluviali sia dalle acque di dilavamento superficiale e subsuperficiale;

□ I.B.E. (*Indice Biotico Esteso*) tramite il quale si identifica la classe di qualità biologica dei corsi d'acqua (D.Lgs. 152/99 e s.m.) utilizzando le comunità dei macroinvertebrati bentonici;

□ I.F.F. (*Indice di Funzionalità Fluviale*) per una identificazione ponderata dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità;

□ QHEI (*Qualitative Habitat Evaluation Index*) o *Indice di Valutazione della Qualità dell'Habitat*, messo a punto dall'EPA ed utilizzato per valutare l'idoneità dei tratti fluviali per la fauna ittica;

□ W.S.I. (*Wild State Index* o *Indice della valenza naturalistica*) misura il grado di naturalezza degli alvei e delle rive e riflette la loro potenzialità nel sostenere un relati-

vo livello di biodiversità.

Dal punto di vista strutturale, alla stregua delle manutenzioni indispensabili per mantenere efficiente la struttura stradale extra urbana, è necessario, anche per gli ambiti tampone realizzati a servizio e completamento della rete viaria, compiere con cadenza temporale prefissata i seguenti controlli e l'eventuale manutenzione ordinaria:

□ verifica annuale della tenuta strutturale della sezione di deflusso dei fossi e delle opere annesse, in relazione a possibili cedimenti dovuti all'erosione o a frane localizzate;

□ verifica biennale della capacità di deflusso della sezione dei fossi che può ridursi per la presenza di specie arboree e arbustive invasive (Robinia, Ailanto, Amorpha, Rovo, ecc.) o per l'improprio abbandono di rifiuti solidi urbani;

□ verifica quinquennale sull'interramento della sezione.

Oltre a ciò, in ragione della funzione primaria degli ambiti tampone delle acque di prima pioggia, è necessario compiere indagini analitiche finalizzate a valutare l'accumulo di composti ed elementi inquinanti sia nei sedimenti sia nelle essenze vegetali. Questo monitoraggio va eseguito a completamento dell'opera e a cadenza successiva quinquennale.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) APAT-IRSA CNR, 2003 - *Metodi analitici per le acque. Indice biotico esteso (I.B.E.). Metodo 9020: 1115-1136.*
- 2) A.P.A.T., 2007 - *I.F.F. 2007 Indice di Funzionalità Fluviale, Nuova versione del metodo revisionata. Manuale A.P.A.T./2007, Roma, pp. 336.*
- 3) *Autorità di Bacino del Reno, 2001 - Piano Stralcio per il Bacino del T. Samoggia. Delibera del Comitato Istituzionale n. 3/4 del 16.11.2001.*
- 4) *Autorità di Bacino del Reno, 2003 - Costituzione, mantenimento e manutenzione della fascia di vegeta-*

zione riparia, per la manutenzione del substrato dell'alveo e per il potenziamento dell'autodepurazione dei canali di sgrondo e dei fossi stradali realizzato nell'ambito delle "Direttive in attuazione del piano Stralcio per il Bacino del Torrente Samoggia". Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1/5 del 17.04.03.

5) Autorità di Bacino del Reno, 2005 - Studio per la determinazione del Deflusso Minimo Vitale Sperimentale nel bacino idrografico del Fiume Reno. Con la collaborazione del Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale dell'Università di Bologna, CD.

6) Autorità di Bacino del Reno, 2005 - Archivio dei dati pluviometri validati del bacino del fiume Reno per il periodo 1916-2004. Con la collaborazione di ARPA Emilia-Romagna Servizio Meteorologico.

7) Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi G., 2008 - Gli Indici complessi W.S.I., B.S.I., E.L.I. Strumenti per il monitoraggio integrato e per il governo dei corridoi fluviali. Manuale di applicazione. Associazione Analisti Ambientali VQA n.6 - Studi: 1-240.

8) Canciani L., Locascio A. e Salmoiraghi G., 2004 - Contributo per aggiornare ed approfondire le conoscenze sulla conformazione e la qualità dell'alveo, delle rive e delle fasce di pertinenza fluviale. Supporto all'attività di pianificazione relativa alla redazione della variante di adeguamento del vigente Piano Stralcio per il Bacino del Torrente Senio. Autorità di Bacino del Reno, novembre.

9) Canciani, L., Armellini, E., Cavazza, C., Ghermandi, G., Lenzi, D., Locascio, A. e Salmoiraghi, G., 2006 - Processo di realizzazione di un piano di gestione integrata del corridoio fluviale del Torrente Senio. *Biologi Italiani*, 36 (10): 69-81.

7) Canciani L., Cavazza C., Locascio A., Salmoiraghi G., 2006 - Indicazioni metodologiche nella scelta, progettazione e gestione dei sistemi tampone per mitigare l'inquinamento delle acque di prima pioggia dalle reti viarie. Assessorato Ambiente e Sviluppo Sostenibile. Sezione IV, Delibera di G.R. della Regio-

ne Emilia-Romagna n. 1.860 del 18.12.06.

8) Cavazza C., Canciani L., Rigotti M., Correggiari S., Pavanelli D., 2007 - Proposta di metodologia per la caratterizzazione del "grado di efficacia" delle fasce riparie: applicazione ad un tratto pedecollinare del Fiume Reno. Atti del convegno Aqua fest. Recanati-Giardini Naxos (ME). 25, 26 e 27 ottobre 2007. In corso di stampa.

9) CISBA, 1993 - La Gestione Naturalistica dei Fossi. Da Nature Conservancy Council.

13) Decreto Legislativo 152, 1999 - Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana* n. 101/L, Roma.

14) Direttiva 2000/60/CE - Direttiva quadro sulle acque. Parlamento Europeo e del Consiglio del 23.10.00. *Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea L 327/1*. 22.12.00.

15) E.P.A., 2006 - *Methods for Assessing Habitat in Flowing Waters: Using the Qualitative Habitat Evaluation Index (QHEI)*. State of Ohio, Environmental Protection Agency. Division of Surface Water, 26 pp.

16) Ferrari C., dell'Aquila L., 1994 - *Aspetti vegetazionali delle aste fluviali principali del bacino idrografico del Fiume Reno nel territorio montano e collinare*. Autorità di Bacino del Reno, pp 27.

16) Kwang-Guk An, Seok Soon P., Joung-Yi S., 2002 - An evaluation of a river health using the index of biological integrity along with relations to chemical and habitat conditions. *Environment International* 28: 411 - 420.

17) Regione Emilia-Romagna, 1993 - *Manuale Tecnico di Ingegneria Naturalistica*. Bologna, 237 pp.

18) Regione Emilia-Romagna, 2005 - *Piano di Tutela delle Acque*. Assessorato Ambiente e Sviluppo Sostenibile. Delibera Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n. 40 del 21.12.05.

# ANALISI CRITICA DELLE PROBLEMATICHE DERIVANTI DALL'ESERCIZIO DELLE COMPETENZE IN MATERIA DI DEMANIO FLUVIALE

GIACINTO STRANIERO, CARMEN VETRONE (per la parte giuridica)

Dirigente Tecnico Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno

E-mail: g.straniero@autoritadibacino.it

## BREVE INQUADRAMENTO NORMATIVO DELLE AREE APPARTENENTI AL DEMANIO FLUVIALE.

L'art. 822 del Codice Civile definisce i beni appartenenti al Demanio dello Stato, cioè quei beni che, per loro natura, rivestono interesse pubblico. Tra questi al comma 1 sono espressamente citati quelli correntemente denominati come Demanio delle Acque e di seguito indicati:

- il lido del mare;
- la spiaggia;
- le rade e i porti;

- i fiumi;
- i torrenti;
- i laghi
- le altre acque definite pubbliche dalle leggi in materia (*tale ultimo punto si specializza ai sensi dell'art 144 del D.L.vo 152/2006 come tutte le acque superficiali e sotterranee, ancorché non estratte dal sottosuolo ricomprendendo quindi, nella sua generalità, anche fiumi torrenti e laghi*)

A sua volta il Demanio delle acque è

suddivisibile in Demanio Marittimo e Demanio Idrico. Il primo è espressamente indicato nell'art. 28 del Codice della Navigazione "*fanno parte del demanio marittimo:*

- a) il lido, la spiaggia, i porti, le rade;
- b) le lagune, le foci dei fiumi che sboccano in mare, i bacini di acqua salsa o salmastra che almeno durante una parte dell' anno comunicano liberamente col mare;
- c) i canali utilizzabili ad uso pubblico marittimo."

Per il Demanio Idrico invece non esiste una precisa definizione e pertanto lo stesso viene inteso come l'insieme di tutte le acque appartenenti al Demanio, eccetto quelle ricomprese nel Demanio Marittimo. Pertanto al Demanio Idrico appartengono:

- i fiumi;
- i torrenti;
- i laghi
- tutte le ulteriori acque superficiali e sotterranee ad esclusione di quelle indicate ai precedenti punti b) e c)

Correntemente il demanio idrico viene anche inteso con riferimento alle acque dolci.

Il Demanio (idrico) fluviale è costituito quindi dai fiumi, dai torrenti e da tutte le acque defluenti in superficie, convogliate in alvei.

Nello schema 1 viene riassunto quanto sinteticamente descritto

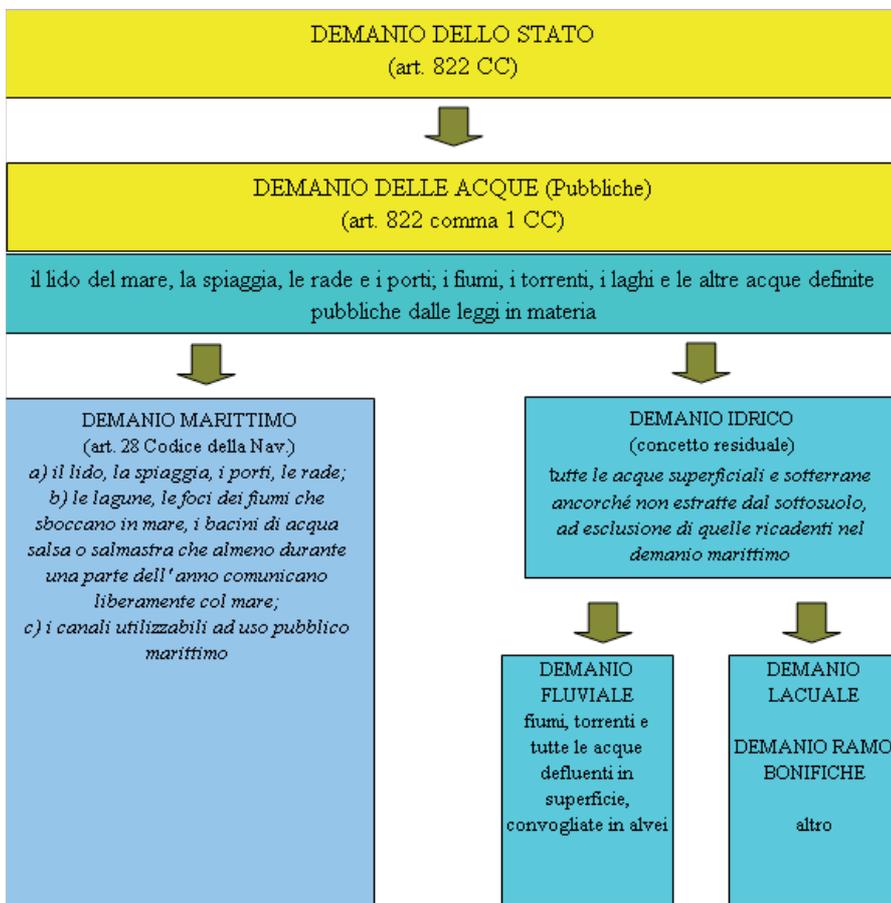


Figura 1 - inquadramento normativo del demanio fluviale.

## INQUADRAMENTO GENERALE DEI PROBLEMI

La tutela materiale delle aree demaniali fluviali viene svolta con riferimento a differenti aspetti da Enti specificamente preposti. Tra tutti, si rilevano principalmente l'Autorità idraulica, attraverso il servizio di Polizia idraulica e le Sovrintendenze per gli aspetti di tutela paesaggistica e ambientale. Le attività riguardano in genere le modalità di rilascio di autorizzazioni per specifici interventi, la possibilità di assen-

tire usi concessori di varia natura e l'individuazione della perdita della demanialità di un bene con conseguente possibilità di alienazione ed acquisto da parte di Enti pubblici o di privati (sdemanializzazioni).

Nella pratica operativa le difficoltà che si riscontrano sono fortemente influenzate, da un rapporto conflittuale che intercorre fra tre aspetti fondamentali che possono condizionare il modus operandi.

Questi sono:

- **Aspetto giuridico:** che dipende dal quadro complessivo delle norme esistenti. In materia di polizia idraulica, il panorama normativo risulta limitato a riferimenti legislativi di principio generale e ad interpretazioni giurisprudenziali su casi reali.

- **Aspetto amministrativo:** che comporta problemi di competenze spesso derivanti dal decentramento operato dal DLGS 112/98, oltre a fatti di tipo procedurale.

- **Aspetto tecnico:** procedure e metodologie di valutazione in genere. In alcuni casi sono indicate da normative sancite da organi tecnici, altre volte sono soltanto indicate dalla letteratura specializzata.

In generale le difficoltà nascono da fatto che i tre aspetti, investendo competenze diverse, non vengono analizzati contestualmente in maniera sinergica creando difficoltà operative che possono produrre:

- **Incertezza sull'intervento** (non si sa se, dove e come intervenire).

- **Legittimazione dell'intervento** (non si sa chi deve intervenire. A volte chi è interessato non è legittimato a farlo).

- **Carenza tecnica dell'azione** (non si sa bene quali metodi utilizzare o peggio si è vincolati a criteri normati, ma tecnicamente obsoleti)

Tutto ciò evidentemente incide sulla qualità del risultato, in termini di

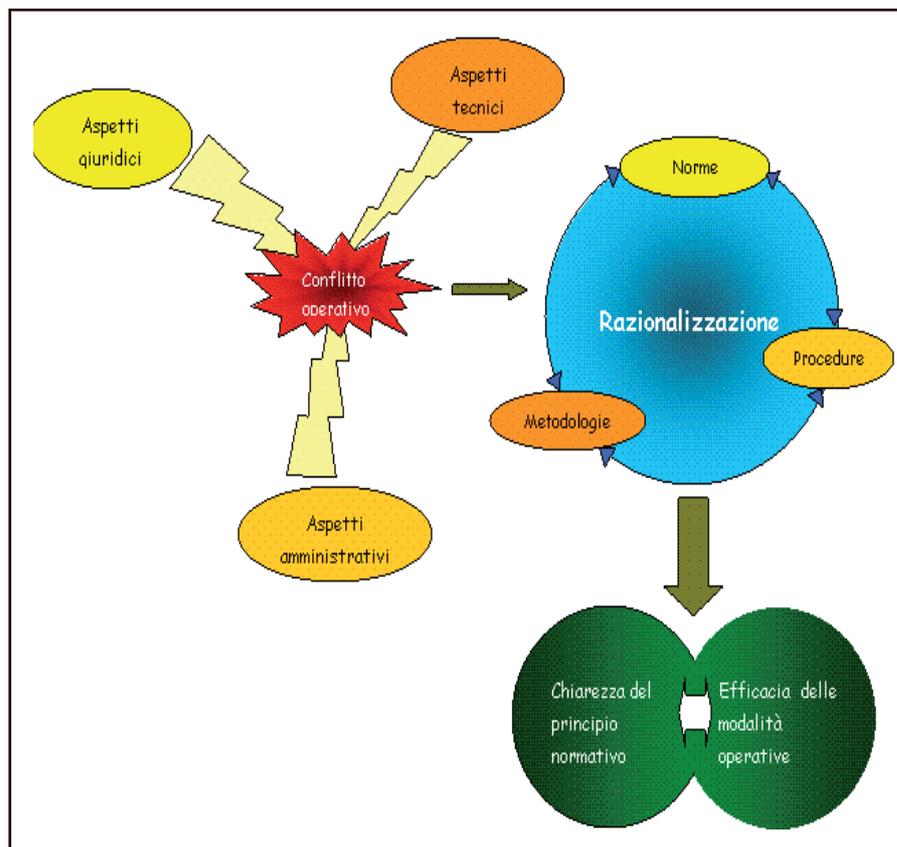


Figura 2 conflitto operativo

efficienza, efficacia, ed anche di economicità.

A seguito di ciò, si riconosce quindi una generalizzata necessità di razionalizzazione relativamente a norme (aspetto giuridico), procedure (aspetto amministrativo) e metodologie (aspetto tecnico), in maniera tale da migliorare la modalità operativa, laddove la stessa presenta un livello qualitativo non soddisfacente. I problemi sono stati pertanto analizzati valutando sinergicamente i tre aspetti, al fine di giungere ad individuare metodologie rispettose delle norme e tecnicamente affidabili.

In questa sede le argomentazioni in parola si limitano a trattare il solo demanio fluviale, ma in linea di principio il tipo di problematica può riguardare sicuramente anche i restanti beni del demanio idrico ed il demanio marittimo.

#### TIPOLOGIA DEI PROBLEMI RISCONTRATI

In base all'esperienza maturata at-

traverso i rapporti istituzionali intercorsi con gli Enti attuatori delle disposizioni contenute nei Piani Stralcio, ed in generale negli atti di Pianificazione e Programmazione di Bacino, prime tra tutti le Autorità idrauliche, si è presa coscienza di alcune tipologie di problematiche derivanti da quanto argomentato al precedente paragrafo, che hanno rappresentato di fatto lo spunto iniziale del lavoro che si sta producendo.

Sono stati individuati preliminarmente i seguenti argomenti generali ai quali sono state riferite anche le successive attività.

- le acque Pubbliche;
- il demanio idrico fluviale;
- le pertinenze fluviali;
- le concessioni di aree del demanio fluviale;
- le sdemanializzazioni;
- la polizia idraulica.

Ad ognuno di essi è stata associata una o più delle problematiche riscontrate individuate, in forma di domanda nella successiva figura

3. In essa inoltre viene evidenziato espressamente quali dei tre aspetti conflittuali assume rilievo nel caso specifico. Tale indicazione intende fornire una visione generale della dimensione dei problemi, ma deriva comunque da un'analisi settoriale degli elementi collegati ai tre aspetti ed in particolare:

- analisi della normativa esistente;
- individuazione degli Enti interessati e coinvolti nei procedimenti;
- ricostruzione delle procedure amministrative;
- analisi critica degli elementi tecnici.

#### RUOLO DELL'AUTORITÀ DI BACINO

Nell'ambito delle proprie competenze istituzionali l'Autorità di bacino del Liri-Garigliano e Volturno sta provvedendo alla predisposizione di un documento, da concordare con gli Enti territoriali interessati, che costituisca Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione e la gestione del demanio idrico fluviale.

Tale prodotto da approvare tramite DPCM ai sensi dell'art 4 della Legge 183/89, come modificato e integrato dal DLGS 152/2006, intende fornire, nei limiti del possibile, delle risposte operative alle domande evidenziate in tabella 1. Il contenuto del documento è di tipo metodologico. Ad esso potranno seguire dei documenti a carattere applicativo su alcuni argomenti, quali Direttive dell'AdB, o atti concordati con altri Enti, dove si effettuano analisi riferite ad ambiti territoriali. In alcuni casi gli argomenti sono già proposti nell'atto di indirizzo e ne costituiscono quindi un naturale sviluppo, in altri casi potranno essere anche individuati successivamente.

#### CASI SPECIFICI

In questa sede non è possibile discutere esaurientemente di tutti i fatti indicati in tabella 1. A titolo di esempio, al fine di illustrare l'approccio seguito si tratterà in maniera sintetica, ma sistematica dei seguenti casi.

- la delimitazione del Dema-

nio idrico fluviale

- l'individuazione delle pertinenze fluviali
- la sdemanializzazione di un alveo relittuale

Vengono riportate le conclusioni dell'analisi dei tre aspetti, evidenziando il tipo di conflittualità ed indicando elementi migliorativi.

#### Determinazione del demanio idrico fluviale

Il demanio idrico fluviale (semplicemente demanio fluviale) costituisce demanio necessario, e la sua precisa determinazione risulta importante per l'applicazione di norme e divieti che spesso sono oggetto di contenzioso giudiziario.

#### Aspetto giuridico

Da un punto di vista giuridico l'alveo fluviale non coincide sempre con la forma morfologica dell'alveo. Infatti, secondo numerosi orientamenti giurisprudenziali l'alveo demaniale è quello delimitato dal livello di piena ordinaria. In tal senso, la Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 780 del 1907, pur essendo una disposizione notevolmente datata, risulta allo stato attuale l'unico riferimento normativo e tecnico esistente; essa stabilisce che: "(...) il limite dell'alveo appartenente al demanio dello Stato (...) è determinato dall'altezza delle piene ordinarie, che corrisponde normalmente a quella delle ripe o piarde (...). Nessun altro criterio è da ammettersi che prescindendo dall'altimetria delle piene, inseparabile dal concetto delle sponde che le contengono, sebbene varia possa risultare in alcuni tratti la reciproca distanza di queste".

Tale interpretazione è stata accolta per la redazione dei Piani Stralcio delle Autorità di Bacino di rilievo nazionale. In particolare per l'Autorità di bacino dei fiumi Liri - Garigliano e Volturno: si veda il Piano Stralcio Rischio Idrogeologico\_ Rischio Idraulico che all'art. 12 delle norme di attuazione riprende il concetto di

Argomento generale	Problema specifico	Asp. Giur.	Asp. amm.	Asp. Tec
ACQUE PUBBLICHE	Qual è il valore dell'iscrizione negli elenchi previsti dal RD. 1775/1933	X	X	X
	Esistono ancora acque non pubbliche	X		
DEMANIO FLUVIALE	Come si determina l'alveo demaniale?	X	X	X
	Qual è la fonte ufficiale per conoscere quali sono i terreni demaniali?		X	
	Gli alvei artificiali da considerare come corsi d'acqua e soggetti allo stesso regime di tutela?	X		
PERTINENZE FLUVIALI	Cosa deve intendersi per pertinenze fluviali?	X	X	X
	Come si fa a stabilire se un alveo è divenuto alveo abbandonato e chi deve farlo?		X	X
CONCESSIONI DEMANIALI	Come si fa a determinare gli usi compatibili per i quali è possibile assentire una concessione demaniale?		X	X
SDEMANIALIZZAZIONI	Quali sono i criteri e le procedure per assentire una sdemanializzazione di un alveo o di un ex alveo?	X	X	X
POLIZIA IDRAULICA (nulla osta)	Qual è il rapporto con i Pareri di compatibilità idrogeologica rilasciati dalle Autorità di bacino, in base ai Piani Stralcio?	X	X	X
	Si rilascia solo sui territori demaniali o anche su quelli latitanti, ma collegati comunque al corso d'acqua ad esempio in caso di piena?		X	X
	Come si stabilisce la competenza in alveo in caso di corsi d'acqua che costituiscono confine amministrativo?	X	X	X

Figura 3 - Quadro delle problematiche più frequentemente riscontrate.

alveo di piena ordinaria secondo la definizione dell'art 822 del Codice Civile e della circolare del MIN. LL. PP sopra richiamata, facendo altresì rinvio alle norme contenute negli artt. da 93 a 98 del T.U. n. 523/1904, al Capo VII rubricato "Polizia delle acque pubbliche". Tale scelta normativa è dovuta dall'esigenza di stabilire un livello del pelo libero di riferimento per la proprietà demaniale, in considerazione della continua variabilità dello stesso che come si dirà a breve crea molti problemi tecnici

#### Aspetto amministrativo

La delimitazione dei confini/limiti demaniali di solito è quella che risulta dalle carte catastali che come noto può essere oggetto di contestazione nel caso di liti giudiziarie per l'attribuzioni a soggetti privati di aree limitrofe a quelle demaniali ovvero nel caso di realizzazioni di opere pubbliche.

In effetti, non sono previste delle procedure ordinarie e periodiche di aggiornamento e verifica dei limiti del demanio fluviale. Le cosiddette lustrazioni (aggiornamento quinquennale delle carte catastali), non si effettuano più da circa 30 anni. Infatti, allo stato, le azioni di revisione e controllo dei confini demaniali si attivano soltanto su richiesta di parte oppure per motivi giudiziari.

Una procedura di verifica ed aggiornamento potrebbe essere realizzata attraverso il coordinamento dei seguenti enti: Agenzia del Demanio, Autorità Idraulica e Autorità di Bacino.

Nello specifico l'Autorità Idraulica come Ente presente sul territorio potrebbe individuare le aree interessate ad un aggiornamento elaborando una proposta di modifica da concordare con le Autorità di bacino che predispongono gli studi e/o le verifiche di natura tecnica. All'esito di tale procedura l'Agenzia del Territorio valuta ed approva le

modifiche richieste provvedendo ad aggiornare le cartografie.

#### Aspetto tecnico

Riguarda essenzialmente la determinazione del livello di piena ordinaria. L'indicazione di riferimento è costituita da quanto riportato nella pubblicazione Memorie e studi idrografici M LL.PP. 1928 livello o portata di piena in una sezione di un corso d'acqua che, rispetto alla serie storica dei massimi livelli o delle massime portate annuali verificatisi nella stessa sezione, è uguagliata o superata nel 75% dei casi. Tale interpretazione è stata ripresa recentemente in una sentenza del Tribunale Superiore delle acque del 24/10/1997 la quale ha sancito che "Nella configurazione del concetto di piena ordinaria di un corso d'acqua o di un lago, in mancanza di una definizione normativa, si deve aver riguardo al livello massimo annuale che, nella sezione fluviale presa in considerazione, è superato ovvero rimane eguagliato nel settantacinque per cento degli anni di una serie di rilevazioni sufficientemente estesa".

Tale indicazione è stata probabilmente seguita anche all'epoca della formazione del catasto terreni. Le difficoltà operative sono di varia natura:

- Il criterio indicato è di tipo idraulico e come tale ad esso non sempre corrisponde una chiara evidenza fisica con difficoltà di delimitazione. Si renderebbe necessario il picchettamento in loco dei limiti individuati.
- Considerare il livello di piena ordinaria coincidente con i cigli delle sponde come viene spesso fatto, rappresenta un'uguaglianza non sempre accettabile e che va verificata. Definiamo quindi alveo inciso lo spazio compreso tra i cigli ed alveo attivo la porzione dell'alveo inciso che soggiace al livello di piena ordinaria, ed alveo non attivo la parte residua. Come detto la coincidenza tra le due cose, che semplificherebbe il problema, deve essere verificata.

Nelle seguenti figure 3.1, 3.2 e 3.3. sono rappresentati i casi esposti. La questione evidentemente si complica quando l'alveo inciso è varia-

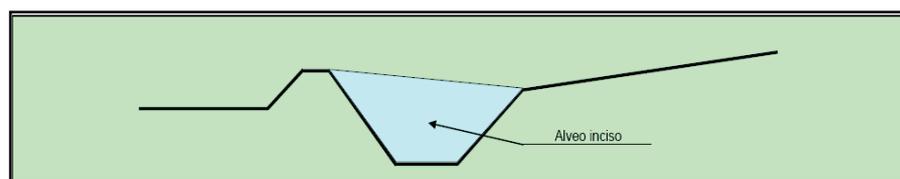


Figura 3.1 - Alveo inciso.

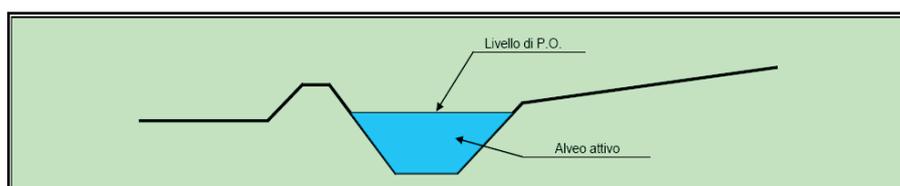


Figura 3.2 - Alveo attivo.

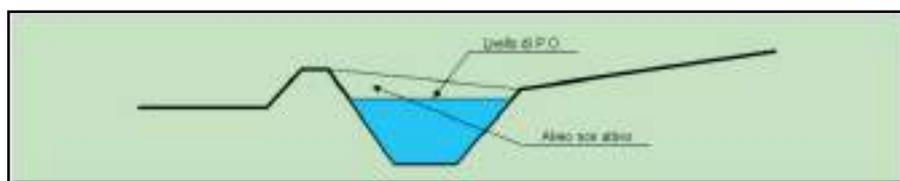


Figura 3.3 - Alveo non attivo.

bile a seguito di una dinamica evolutiva morfologica particolarmente attiva e le sponde risultano incerte o instabili. In tal caso, in base all'art. 94 del RD. 523/904 occorre comunque un pronunciamento della Pubblica Amministrazione sulla indicazione dell'alveo inciso. Non si è a conoscenza per i territori di competenza di formalizzazioni in tal senso. Il criterio è applicabile solo in presenza di una serie di dati idrometrici attendibili.

Si sottolinea che la giurisprudenza ha anche indicato, in accordo con quanto sopra, che, le rive interne sono di proprietà privata qualora non soggiacciano al livello di piena ordinaria.

I piani stralcio invece, forniscono una definizione maggiormente utilizzabile dal punto di vista tecnico e rappresentano una fonte legittima (DPCM), ma non si è a conoscenza di riferimenti giurisprudenziali che si rifacciano a tali strumenti. La definizione data è la seguente:

#### Piani Stralcio del Rischio idrogeologico

*Alveo di piena ordinaria. Si definisce alveo di piena ordinaria la parte della regione fluviale interessata dal deflusso idrico in condizioni di piena ordinaria, corrispondente al periodo di ritorno  $T = 2-5$  anni.*

Tale metodo, di applicazione più onerosa, ma di complessiva maggiore applicabilità si ritiene che debba sostituire il precedente.

#### Le pertinenze fluviali

##### Aspetto giuridico

Il concetto di pertinenza fluviale non risulta essere stabilito testualmente da alcuna normativa. Spesso si fa riferimento in alcune disposizioni di legge alla pertinenza idraulica demaniale, senza però rinvenire in essa una definizione che sia contestualmente tecnica e giuridica.

In giurisprudenza si parla delle gole-

ne demaniali come pertinenze naturali, ma generalmente la definizione di Pertinenza, secondo l'accezione civilista del bene non è estensibile al bene demaniale fiume, né aiuta la definizione data dal Codice Civile - come modificato dalla Legge n. 37/1994 - sui relitti idraulici che essendo *alvei o terreni abbandonati dalle acque ed isole fluviali*, non sono di per sé definiti pertinenze ma tecnicamente devono considerarsi tali.

La mancanza di una definizione che comprenda sia gli aspetti tecnici che quelli giuridici della pertinenza fluviale determina molteplici problemi applicativi in ordine alle fattispecie che si configurano.

In più occasioni è emersa tale difficoltà tanto che in una Interrogazione Parlamentare del 17 aprile 2007 è stato riferito quanto segue: *“Unico elemento preso in considerazione al fine di delimitare l'area di salvaguardia è stato quello di individuarla come coincidente con un non meglio definito concetto di pertinenza fluviale (o idraulica) il quale non soltanto non trova giuridica definizione, ma è utilizzato in modo espresso dalla sporadica giurisprudenza sempre e soltanto in stretta connessione con il concetto di demanialità in quanto rarissimi i procedimenti sul punto parlano di pertinenza fluviale demaniale”.*

In realtà nell'esaminare l'interazione esistente tra un corso d'acqua e le aree topograficamente adiacenti ad esso, non si può effettuare una semplice schematizzazione delle varie relazioni esistenti, date le innumerevoli tipologie di interconnessioni funzionali esistenti in

natura. Dunque nella definizione di pertinenza fluviale, intesa come il territorio che per sua natura è pertinente ad un corso d'acqua, si prescinde dall'aspetto strettamente giuridico, per compiere una valutazione di tipo squisitamente tecnico. Da queste generali considerazioni risulterebbe più opportuno parlare di relazione funzionale di tipo sinergico anziché di pertinenza fluviale, assumendo pertanto un significato molto più ampio e complesso di quello strettamente giuridico. Inoltre la pertinenza in senso tecnico non si configura quasi mai come un bene demaniale e qualora lo fosse non rientra nel demanio idrico fluviale in quanto generalmente si tratta di terreni che non soggiacciono alle piene ordinarie, rientrando per tale motivo solo nel demanio pubblico. In ogni caso la dizione di pertinenza fluviale in ambito tecnico è molto diffusa, anche se ad essa non è associabile un adeguato riferimento normativo. Da ciò deriva che l'espressione “il fiume e le sue pertinenze” viene intesa in senso diverso. Tale differenza è evidenziata nella seguente figura 4.

##### Aspetto amministrativo

Non esistendo una definizione precisa non esiste una competenza istituzionale. Partendo invece dal concetto tecnico l'argomento può essere sicuramente materia di Piani Stralcio, nell'ambito delle attività di programmazione di difesa del suolo.

##### Aspetto tecnico

Questo aspetto è molto complesso e vengono qui forniti soltanto elementi di carattere generale.

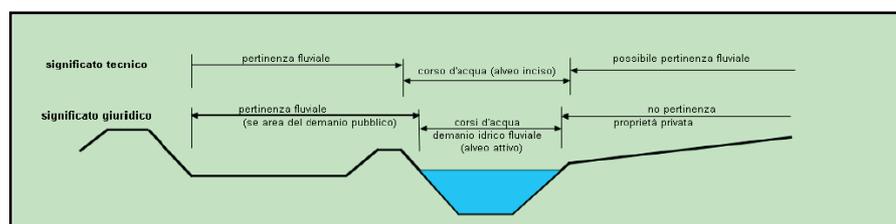


Figura 4 - differenza tra significato giuridico e tecnico di fiume e pertinenza.

In linea di principio il corretto assetto funzionale del fiume e delle sue pertinenze concorre al raggiungimento dei seguenti obiettivi di tutela di interesse generale indicati anche nel DIOPPTA (Documento di Indirizzo ed Orientamento per la Pianificazione e la Programmazione della Tutela Ambientale) predisposto dall'AdB Liri-Garigliano e Volturno:

- mitigazione del rischio idrogeologico (frane ed alluvioni);
- salvaguardia della risorsa acqua;
- salvaguardia della risorsa suolo;
- tutela del patrimonio ambientale (comunità vegetali ed animali);
- tutela del patrimonio archeologico;
- tutela del paesaggio fluviale.

Le pertinenze fluviali, in forza della loro connotazione fisica svolgono naturalmente delle funzioni specifiche che concorrono al raggiungimento degli obiettivi indicati. Tra queste indichiamo facendo anche riferimento a quanto riportato nel documento *I.F.F. 2007 Indice di Funzionalità Fluviale - manuale APAT edizione 2007*:

- riduzione dell'erosione;
- trappole per sedimenti;
- apporto di materia organica;
- regolazione dell'umidità del suolo;
- microclima;
- regolazione termica;
- habitat;
- tampone per la materia organica;
- fonte di cibo e di rifugio;
- capacità di invaso;
- continuità del territorio.

Operativamente per la perimetrazione delle pertinenze ci si riferisce al concetto di Regione Fluviale intesa come l'insieme del fiume (nel senso di alveo attivo) e dei territori latitanti

classificabili come pertinenze. Per la loro determinazione, si ritiene di doversi riferire a quattro ambiti territoriali, con un grado anche notevole di sovrapposizione fisica, il cui iniluppo individua la suindicata Regione fluviale. I quattro ambiti sono:

- **Ambito idraulico:** territorio interessato anche occasionalmente da condizioni di allagamento, conseguenti ad esondazione
- **Ambito geomorfologico:** (insieme delle forme fluviali collegate al corso d'acqua per la cui valutazione occorre riferirsi prioritariamente alla fascia di funzionalità fluviale di possibile divagazione dell'alveo).
- **Ambito ecologico:** (ambiente collegato al fiume che ne garantisce la funzionalità ecosistemica)
- **Ambito paesaggistico:** (elementi tipici del paesaggio fluviale)

#### SDEMANIALIZZAZIONE DI UN ALVEO RELITUALE

Aspetto giuridico

Come noto la legge n. 37/1994, attraverso la modifica all'art 946 del Codice Civile (*l'alveo abbandonato rimane di proprietà del Demanio Pubblico*), ha escluso ogni ipotesi di sdemanializzazione tacita.

A tal proposito un parere del Consiglio di Stato (parere n. 5548/2003) reso al Ministero dell'Ambiente, ha rilevato che l'art 41 del D. Lgs n. 152 del 1999 (disposizione abrogata e riportata nel comma 4 dell'art 115 del D.lgs n. 152/2006) ha introdotto un generale divieto di sdemanializzazione delle aree di nuova formazione, cioè di quelle successive alla legge n. 37/1994. In altre parole il Consiglio di Stato ha evidenziato che vi è un generale divieto di sdemanializzazione dei *terreni abbandonati dalle acque correnti* (art 942 cod. civ.) e *delle isole e unioni di terra* (art 945 cod. civ.), lasciando

implicitamente aperta la possibilità di sdemanializzare *l'alveo abbandonato* ex art 946 del codice civile (per il quale non è possibile la sdemanializzazione tacita).

In generale la disciplina sulla sdemanializzazione dell'alveo abbandonato è regolata dal comma 2 dell'art 5 della legge n. 37/1994 *Le variazioni all'uso dei beni del demanio idrico, anche per i beni delle regioni a statuto speciale, sono soggette ad esplicito provvedimento amministrativo di autorizzazione che dovrà assicurare la tutela prevalente degli interessi pubblici richiamati al comma 1"* (rispetto preminente del buon regime delle acque, tutela dell'equilibrio geostatico e geomorfologico dei terreni interessati, tutela degli aspetti naturalistici e ambientali coinvolti).

In altre parole, secondo l'orientamento espresso dal Consiglio di Stato, si può avere la sdemanializzazione soltanto se il cambio di titolarità dei terreni non implica un minore livello di tutela del bene, tutale riferita ai tre aspetti sopra indicati. Pertanto, nella valutazione delle procedure di sdemanializzazione non è tanto rilevante l'uso a cui verrà sottoposto il bene sdemanializzato, ma principalmente la natura e le caratteristiche del bene stesso.

Aspetto amministrativo

La competenza in materia di sdemanializzazione spetta all'Agenzia del Demanio, in quanto ai sensi del dlgs 112/1998 alle Regioni spetta la sola gestione del Demanio Idrico. In merito si riportano le indicazioni sulle procedure di sdemanializzazione espresse nell'atto n. 583 del 20/06/2002 della Conferenza Unificata Stato - Regioni che stabilisce: *Risultando in alcuni casi particolarmente attive le procedure di sdemanializzazione (vendita al privato di aree demaniali) il provvedimento finale di sdemanializzazione potrà essere assunto solo a seguito di pa-*

rere favorevole delle Regioni e delle Province Autonome, tenuto anche conto degli indirizzi delle Autorità di Bacino.

In base a tale indicazione è ipotizzabile la seguente procedura:

- l'Agenzia del Demanio riceve la richiesta e la trasmette alla Regione (o Provincia Autonoma) per il parere dovuto;
- la Regione (o Provincia Autonoma) indica preliminarmente in base al suo assetto amministrativo l'ufficio competente per l'espressione del parere;

Tale Ufficio competente tramite conferenza di servizi convoca gli Enti interessati alla tutela degli aspetti indicati al comma 2 art. 5 L.37/94, tra cui vi sono sicuramente l'Autorità idraulica (aspetto idraulico) e le Sovrintendenze (aspetto ambientale), oltre ovviamente l'Autorità di bacino per gli aspetti di indirizzo. La conferenza formula complessivamente il parere richiesto e lo trasmette all'Agenzia del Demanio, che a seconda dei casi emana il provvedimento definitivo sentita eventualmente anche l'Avvocatura competente e provvede alle eventuali modifiche cartografiche. Data la sinteticità dell'esposizione si riassume in uno schema l'aspetto procedurale (figura 5).

#### Aspetto tecnico

Gli elementi di merito per assentire la sdemanializzazione riguardano in primis l'accertamento della reale condizione di alveo abbandonato, qualora non effettuato precedentemente. Tale accertamento non consiste nel dimostrare che tale alveo non potrà in futuro mai più essere interessato da deflusso ordinario, cosa praticamente impossibile almeno in caso di fatto naturale, ma bensì nel fatto che l'alveo in questione non soggiace al livello di piena ordinaria e pertanto a rigore non appartiene più all'alveo attivo del fiume. Chiarito questo punto, che



Figura 5 - procedura per la sdemanializzazione.

rappresenta una condizione necessaria, il problema successivo è quello di verificare l'esistenza di eventuale diminuzione della tutela con riferimento ai tre aspetti indicati dal su riportato art. 5. I Piani Stralcio costituiscono l'elemento conoscitivo indispensabile di base, ed in particolare per l'AdB Liri-Garigliano e Volturno citiamo: Il Piano Stralcio di Assetto idrogeologico rischio idraulico, Il Piano Stralcio di Assetto idrogeologico rischio frane ed il Piano Stralcio di Tutela Ambientale (in particolare il citato DIOPPTA) in quanto strettamente collegati ai tre aspetti indicati dalla legge.

Per la compatibilità con il buon regime delle acque dovrà essere verificata la pericolosità idraulica ed in generale il livello di funzionalità idraulica residua dell'alveo abbandonato. Qualora tale funzionalità risulti minima o assente, ciò costituisce elemento favorevole.

Per la tutela dell'equilibrio geostatico e geomorfologico l'analisi delle condizioni di stabilità e di dinamica evolutiva. La presenza di rischio in tal senso deve essere attentamente considerata per stabilire la diminuzione del livello di tutela di tale aspetto (capacità di gestire il rischio) rispetto alla sdemanializzazione.

Infine per la tutela ambientale, rileva la valutazione di elementi quali

la fruibilità del bene e la facilità di manutenzione dello stesso se riconosciuto di valore ambientale. A tal fine si precisa che il problema non riguarda esclusivamente il rispetto delle disposizioni contenute nel DLGS. 42/2004, sulle autorizzazioni, in quanto le procedure in esso previste si riferiscono ad opere ed interventi e non alla modifica del diritto dominicale; infatti il complesso delle norme di tale Decreto, si applica indistintamente alla proprietà pubblica ed a quella privata. In questa sede è importante comprendere se l'acquisizione alla proprietà privata induce in sé una maggiore difficoltà di tutela del bene da parte della P.A.

#### BIBLIOGRAFIA

##### RIFERIMENTI LEGISLATIVI

LEGGE 183 del 18 maggio 1989

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo

DLGS 152 del 03 aprile 2006

Norme in materia ambientale;

R.D. 327 del 30 marzo 1942

Codice della navigazione art. 28;

DLGS 112 del 31 marzo 1998

Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed

agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59 artt. 86 ed 89;

R:D: 523 del 25 luglio 1904

Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie Capo VII

Legge 37 del 05 gennaio 1994

Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche artt. 3 e 5 comma 2

#### **ALTRI RIFERIMENTI NORMATIVI**

Ministero LL.PP.

Circolare n. 780 del 28/02/1907 - Sulla delimitazione dell'alveo dei corsi d'acqua e sulle piantagioni nelle alluvioni.

Ministero LL.PP - Consiglio Superiore LL.  
- Servizio Idrografico

Memorie e studi idrografici 1928 -  
Definizione Piena ordinaria.

Tribunale Superiore delle acque

Sentenza 24 ottobre 1997, n. 69 acque pubbliche e private in genere

Conferenza Unificata Stato -  
Regioni

atto n. 583 del 20/06/2002.

Consiglio di Stato - Seconda sezione

Parere 5548 del 15/12/2004 -  
Interpretazione di quanto disposto dall'art.41 IV comma del DLGS 11 maggio 1999 n. 152.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio - Provincia Autonoma di Trento - Comitato paritetico d'intesa

Deliberazione 22 dicembre 2005 - Piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche Parte sesta ambito fluviali

#### **PUBBLICAZIONI**

APAT APPA, Ministero dell'Ambiente, IFF 2007 Indice di funzionalità fluviale manuale APAT Edizione 2007 paragrafo 2.5.3 le funzioni della zona riparia pag 84.

## IL CONTRATTO DI FIUME DEL TORRENTE SANGONE. UN PERCORSO INNOVATIVO DI CORRESPONSABILIZZAZIONE LOCALE

**CINZIA ZUGOLARO\***; Studio Sferalab, E-mail: zugolaro@sferalab.it

**VALERIA DI MARCANTONIO\***; Studio Sferalab,

E-mail: dimarcantonio@sferalab.it

**ELENA PORRO**; Regione Piemonte, E-mail: elena.porro@regione.piemonte.it

**GUGLIELMO FILIPPINI**; Provincia di Torino,

E-mail: guglielmo.filippini@provincia.torino.it

**GIANNA BETTA**; Provincia di Torino, E-mail: gianna.betta@provincia.torino.it

**BRUNO FONTOLAN\***; Agenzia per lo Sviluppo del Sud Ovest di Torino,

E-mail: bruno.fontolan@assot.com.

\*Segreteria tecnica del Contratto di Fiume del Bacino del Torrente Sangone

### COSA SIGNIFICA AVVIARE UN CONTRATTO DI FIUME

Il Contratto di Fiume nasce in Regione Piemonte come uno strumento finalizzato al raggiungimento degli obiettivi di tutela e valorizzazione delle risorse idriche e degli ambienti fluviali. In particolare, è il Piano di Tutela delle Acque regionale del Piemonte che introduce il Contratto quale strumento di programmazione negoziata utile per garantire l'applicazione sul territorio delle proprie strategie e linee di azione operative. I caratteri peculiari dei Contratti di Fiume e di Lago piemontesi, inoltre, fanno riferimento ai principi della Direttiva europea quadro sulle acque (2000/60/CE) che sottolinea la necessità della pianificazione integrata e partecipata di bacino per una corretta gestione delle acque.

Il Contratto di Fiume rappresenta un "Contratto" in quanto promuove accordi formali fra le parti contraenti - tutti i soggetti competenti e interessati nella gestione e/o utilizzo della risorsa acqua - per l'implementazione di azioni ed interventi con oggetto il "Fiume" e il suo territorio. In tal senso rappresenta un nuovo metodo di lavoro che entra nelle politiche e nelle attività di tutti i soggetti

firmatari, per la condivisione delle decisioni sul territorio e per la creazione di un sistema di azione locale basato sulla concertazione, condivisione ed integrazione delle decisioni.

E' da intendersi dunque come strumento di programmazione negoziata volontario che si fonda su un approccio interattivo basato sulla progettazione e si configura come un accordo volontario fra soggetti pubblici e privati volto a definire strategie d'intervento, obiettivi, azioni e competenze.

In sintesi, le fasi attraverso cui si articola un processo di Contratto di Fiume sono le seguenti:

- informazione e condivisione relativamente allo scenario delle criticità locali;
- condivisione, coerentemente con le indicazioni normative e le specifiche criticità locali, degli obiettivi di recupero, tutela, sicurezza e sviluppo a scala di bacino idrografico;
- individuazione e condivisione delle azioni e degli interventi finalizzati al raggiungimento degli obiettivi;
- concertazione delle azioni in funzione del raggiungimento di tali obiettivi;
- raccolta sistemica delle azioni

condivise nel Piano di Azione del Contratto di Fiume;

- acquisizione di responsabilità da parte di tutti i soggetti competenti ad operare per l'implementazione degli interventi inseriti nel Piano di Azione.

Dal punto di vista metodologico, il Contratto prevede una concertazione sul territorio attraverso lo svolgimento di incontri del Forum articolato in Focus Group tematici relativi agli ambiti ritenuti di prioritario interesse per il territorio. La concertazione, gestita da facilitatori esperti di progettazione partecipata, è quello di condividere obiettivi generali, azioni progettuali, tempistiche di realizzazione, soggetti coinvolti e risorse finanziarie, al fine di definire una piattaforma di interventi che rappresenteranno il fondamento del Piano di Azione del Contratto di Fiume quale documento programmatico di riferimento per la sottoscrizione di accordi volontari fra gli enti istituzionali (Regione, Province) e soggetti privati e pubblici del territorio relativi alla realizzazione degli interventi condivisi.

### L'ESPERIENZA DEL SANGONE

Dal 2001 la Provincia di Torino ha promosso progetti finalizzati ad approfondire lo stato conoscitivo del bacino idrografico del torrente Sangone. In particolare, attraverso un Progetto inserito nel Programma di Intervento in campo Ambientale denominato "Area di intervento 1: Fotografia della situazione del torrente Sangone e primi interventi di riqualificazione", si è completato il quadro conoscitivo della zona avviando un processo di coinvolgimento e confronto con i soggetti portatori di interesse locali finalizzato alla condivisione di interventi di riqualificazione. L'esperienza del Contratto di Fiume sul torrente Sangone è

nata però anche grazie ad un altro elemento peculiare di quest'area, e cioè l'opportunità di lavorare su un territorio in cui la concertazione rappresentava già una prassi consolidata, una metodologia di lavoro per le amministrazioni locali aderenti al Patto Territoriale del Sangone. Il tavolo degli amministratori locali ha rappresentato infatti il primo nucleo di confronto del Contratto che ha avuto come obiettivo principale quello del recupero della qualità delle acque del torrente. I Comuni della Val Sangone hanno quale elemento di identificazione locale il corso d'acqua che è diventato l'oggetto su cui individuare i temi da discutere insieme e soprattutto le problematiche da condividere. La trasversalità della tematica ha portato gli amministratori alla convinzione che solo una gestione sovraterritoriale e partecipata potesse facilitare le decisioni riguardanti il Sangone.

Si è passati quindi ad una esperienza di co-progettazione e sviluppo di un vero e proprio processo partecipato individuando nella condivisione delle informazioni relative al fiume e nella diffusione di una cultura sostenibile dell'acqua, i presupposti per avviare una concertazione coi soggetti locali al fine di progettare soluzioni alle problematiche ritenute prioritarie per il territorio:

- ✓ riduzione dell'inquinamento delle acque;
- ✓ riqualficazione dei sistemi ambientali e paesistici afferenti ai corridoi fluviali;
- ✓ riduzione del rischio idraulico;
- ✓ miglioramento della fruizione turistico/ambientale del torrente e delle aree peri fluviali;
- ✓ coordinamento delle politiche urbanistiche ed insediative dei territori comunali coinvolti.



Figura 1 - Il bacino del Sangone.

#### IL QUADRO CONOSCITIVO DEL BACINO DEL SANGONE

Il torrente Sangone è un affluente di sinistra del fiume Po e rappresenta uno dei corpi idrici maggiormente compromessi del territorio della Provincia di Torino.

A partire dagli anni Settanta il territorio ha subito processi di industrializzazione che hanno generato impatti negativi sulla qualità dell'ambiente naturale delle aree pianeggianti e della fascia perfluviale del corso d'acqua. Si comprende quindi come le sponde del torrente siano state interessate da progressivi fenomeni di degrado ambientale/funzionale, abbiano subito una progressiva artificializzazione a causa della presenza di opere di difesa, di aree urbanizzate o terreni coltivati direttamente prospicienti il corso d'acqua. Sono spesso assenti aree riparali e perfluviali vegetate delineando un paesaggio con scarsa naturalità e funzionalità ecosistemica.

Inoltre, l'area del Bacino del torrente Sangone si inserisce in un tessuto urbano disomogeneo dove convivono vocazioni differenti all'interno dello stesso comune che rendono difficoltosa una pianificazione di interventi organici sull'asta fluviale.

L'area del bacino del Sangone è tuttavia caratterizzata da zone di particolare interesse naturalistico ricadenti, in parte, in Aree Protette Regionali. Tutto il tratto di corso d'acqua principale a valle di Bruino risulta ricadere nel "Sistema delle

Aree Protette della Fascia Fluviale del Po" che comprende il corso d'acqua stesso e una fascia di territorio circostante; una buona parte della zona montana ricade nel Parco Naturale dell'Orsiera Rocciavè ed una parte del territorio di pianura è inoltre compreso nel Parco Naturale di Stupinigi.

Il Sangone risulta caratterizzato da diverse criticità riguardanti lo stato di qualità ambientale, l'idrologia, la funzionalità fluviale, la sicurezza idraulica, la presenza di aree degradate e di numerosi manufatti inattivi lungo tutta l'asta. In linea generale, relativamente alla qualità ambientale il torrente presenta un evidente e progressivo peggioramento della qualità delle acque da monte verso valle. Alcuni parametri, da ritenersi significativi per la descrizione dello stato di qualità del Sangone (es: BOD, COD, *Escherichia coli*, solventi clorurati), documentano infatti con il loro andamento (da monte verso valle) un evidente peggioramento della qualità dell'acqua tra i tratti del torrente compresi fra le due stazioni di monitoraggio della rete regionale di censimento dei corpi idrici di Sangano e Moncalieri. Tale situazione è inoltre supportata dai dati relativi all'ittiofauna la cui distribuzione lungo il torrente segue l'andamento dei dati di qualità delle acque. Se nell'area montana sono emerse problematiche legate ad un inquinamento di tipo civile/organico, presumibilmente imputabile alla presenza di molti scarichi domestici non collettati



Figura 2 - Un incontro di Focus Group.

*Sangone*” ha rappresentato un primo momento di confronto e dialogo che ha portato, attraverso la progettazione partecipata, alla definizione dei cinque *Focus Group* di approfondimento relativi alle tematiche:

- 1) *qualità ambientale del corso d’acqua;*
- 2) *portata idrica adeguata in alveo;*
- 3) *difesa idraulica;*
- 4) *recupero della qualità ambientale del bacino;*
- 5) *promozione integrata di iniziative di fruizione ed eventi di sensibilizzazione.*

Dal punto di vista metodologico, sulla base delle priorità emerse dai risultati del workshop si sono individuati gli ambiti di intervento relativamente alle quali nelle singole sessioni di *Focus* si sono proposte delle ipotesi di azione. L’obiettivo dei *Focus Group*, gestiti da facilitatori, è stato quello di individuare e condividere le modalità operative e l’avvio di partnership in grado di implementare gli interventi per la risoluzione delle criticità relative al bacino del torrente Sangone.

Il processo di confronto ha consentito di evidenziare e valorizzare interessi e competenze eterogenee, rappresentative del mondo istituzionale, del mondo economico, del mondo accademico, della ricerca e associazionistico. Il territorio è stato infatti parte attiva dell’intero processo, condividendo e discutendo azioni ed interventi che sono stati inseriti nel documento di Piano di Azione del Contratto di Fiume, quale riferimento per la programmazione in funzione della riqualificazione, tutela, conservazione e promozione del paesaggio e del territorio.

Le circa 40 azioni condivise nel corso dei lavori dei cinque *Focus Group* e inserite nel Piano rappresentano, dunque, il risultato finale del processo di confronto e dialogo

ad impianti centralizzati di depurazione, nell’area urbana sono invece evidenti fenomeni d’inquinamento di tipo industriale con la presenza di sostanze pericolose quali i solventi clorurati e d’inquinamento di tipo civile/organico.

Il Sangone presenta inoltre notevoli criticità legate alla disponibilità di acqua. La carenza d’acqua in alveo, rispetto a quelle che potrebbero essere le condizioni naturali legate alle caratteristiche del bacino (estensione, piovosità media etc.) si rileva su molti tratti. In particolare la presenza di numerose derivazioni irrigue (anche sui tributari minori del Sangone) nel tratto periurbano ed idroelettriche nel tratto montano sottraggono risorsa dal corso d’acqua determinando, in alcuni tratti e in alcuni periodi dell’anno, una situazione di criticità evidente. Pertanto se da un lato il Sangone offre ancora scorci di elevato livello paesaggistico, dall’altra presenta numerosi livelli critici che, purtroppo, interessano quasi la totalità dell’asta fluviale.

Risulta quindi indispensabile aiutare il recupero della funzionalità fluviale per il miglioramento della qualità ambientale dei corsi

d’acqua nonché per il controllo del territorio in funzione della sua difesa dal rischio idrogeologico.

#### IL CONTRATTO DI FIUME DEL BACINO DEL TORRENTE SANGONE. DALLA CONCERTAZIONE AL PIANO D’AZIONE

Il processo del Contratto di Fiume del bacino del torrente Sangone si è articolato attraverso *tre differenti fasi di lavoro* ciascuna caratterizzata da specifici obiettivi ed attività.

La sottoscrizione del *Protocollo di Intesa* ha segnato l’inizio della fase di avvio attraverso l’istituzione della *Cabina di Regia*, quale riferimento per la condivisione degli obiettivi e delle attività e della *Segreteria Tecnica*, quale struttura di coordinamento operativo del processo.

La fase partecipativa ha rappresentato il momento di dialogo e confronto con il territorio in cui si sono registrate e condivise le proposte per il miglioramento ambientale, la conservazione, la valorizzazione e la promozione del territorio del bacino idrografico del Torrente Sangone.

Il workshop *“Verso il Contratto di Fiume del bacino del Torrente*

con il territorio che si è strutturato secondo i *tre assi strategici* :

- 1 Tutela, riqualificazione e qualità ambientale del torrente Sangone;
- 2 Riqualificazione territoriale e paesaggistica delle aree perifluviali e del bacino del torrente Sangone;
- 3 Promozione, fruizione e valorizzazione economica dell'area del torrente Sangone.

Tutte le azioni condivise, sono state sistematizzate in un quadro sinottico in base ai rispettivi assi strategici ed obiettivi generali e specifici evidenziandone i collegamenti e le sinergie con gli strumenti di pianificazione, gli strumenti progettuali, la Programmazione territoriale e la Pianificazione strategica in atto.

Le priorità del territorio riguardano in particolare, il contenimento alla fonte degli inquinanti, il collettamento degli scarichi, la diminuzione dei prelievi idrici, il recupero delle acque piovane, l'applicazione del deflusso minimo vitale, il recupero della naturalità dell'alveo e delle sponde, la sicurezza idraulica, la manutenzione ordinaria del territorio, la riqualificazione degli ambiti perifluviali, la connessione delle piste ciclabili esistenti e delle aree attrezzate per praticare sport, il coordinamento degli eventi di promozione.

La partecipazione al processo di confronto ha rappresentato quindi uno strumento in grado di aumentare la consapevolezza e la conoscenza delle problematiche locali creando una visione d'insieme e condividendo progettualità specifiche. Attraverso lo scambio di informazioni è infatti possibile diffondere e valorizzare i progetti e le conoscenze assumendo un ruolo attivo nel processo di definizione di una strategia per una gestione sostenibile della risorsa idrica. In tal senso, attraverso il Contratto di Fiume si promuove un processo di co-responsabilizzazione che

dopo aver individuato gli interventi prioritari sarà in grado di avviare sinergie e partnership fra settore pubblico e privato.

E' in corso, quindi, la fase attuativa caratterizzata da tavoli di lavoro tecnici dedicati alle azioni prioritarie inserite nel Piano e riguardanti, ad oggi:

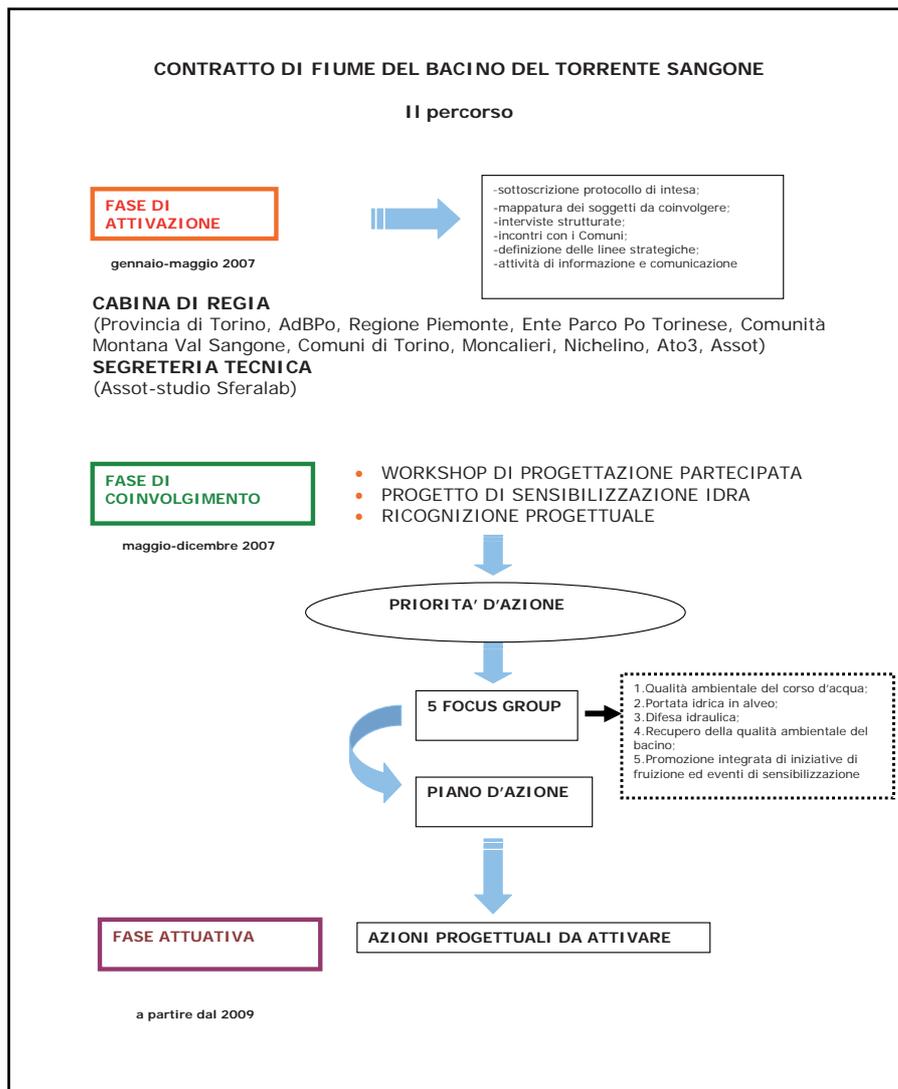
1. aggiornamento del quadro conoscitivo degli scarichi di competenza dei Comuni di Giaveno, Moncalieri, Nichelino;
2. interventi di compensazione ambientale previsti dal Piano Strategico di Azione Ambientale;
3. osservatorio sulla modificazione della forma degli alvei e sulla mobilità dei sedimenti;
4. l'agricoltura nell'ambito delle fasce di competenza fluviale;

5. attivazione di un percorso di Valutazione Ambientale Strategica (VAS).

Il lavoro della fase attuativa sarà pertanto finalizzato a strutturare i *partenariati* ed individuare i possibili *canali di finanziamento* necessari per trasformare le azioni condivise in progetti concreti sul territorio.

**LA SOTTOSCRIZIONE DEL CONTRATTO.**

Il territorio ha posto le basi, nel corso del processo, per lo sviluppo della fase attuativa in una logica di priorità delle azioni condivise. Al fine quindi di dare reale operatività al Piano di Azione del Contratto di Fiume del bacino del torrente Sangone la Provincia di Torino ha presentato e condiviso



con i portatori di interesse locali l'Accordo Istituzionale "Contratto di Fiume del bacino del torrente Sangone" (ai sensi dell'art. 10 delle Norme di Piano del Piano di Tutela delle Acque) firmato l' 11 marzo 2009 nell'Ambito di un Convegno Internazionale sui Contratti di Fiume.

Hanno sottoscritto il Contratto di Fiume 34 soggetti (pubblici e privati):

Regione Piemonte

Provincia di Torino

ASSOT (Agenzia di Sviluppo per il Sud-ovest di Torino)

Comunità Montana Val Sangone

Ente di Gestione del Parco fluviale del Po - tratto torinese

Comune di Beinasco

Comune di Bruino

Comune di Coazze

Comune di Giaveno

Comune di Moncalieri

Comune di Nichelino

Comune di Orbassano

Comune di Piossasco

Comune di Reano

Comune di Rivalta

Comune di Sangano

Comune di Torino

Comune di Trana

Comune di Valgioie

Comune di Villarbasse

Comune di Volvera

Autorità di Bacino del fiume Po

Agenzia Interregionale per il Po (AIPO)

Ambito Territoriale Ottimale n.3 (ATO3 Torinese)

SMAT

Confederazione Italiana Agricoltori Torino

Consorzio Irriguo Valsangone

Federazione provinciale Coldiretti Torino

IRIDE Energia

Unione Industriale Torino

Unione dei Consigli di valle dei pescatori della provincia di Torino

Legambiente Metropolitano

Pro Natura Torino Onlus

Confagricoltura Torino

La sottoscrizione ha siglato l'avvio



Figura 3 - Il Convegno Internazionale sui Contratti di Fiume.

di un autentico processo negoziale e di corresponsabilità, teso alla sempre crescente condivisione di uno scenario strategico di riqualificazione fluviale e territoriale che dovrà rappresentare la cornice entro cui inserire le attività di tutti i soggetti operanti nel territorio.

I sottoscrittori hanno firmato il Contratto il cui testo, strutturato in diversi articoli, ne determina in particolare gli obiettivi, gli strumenti, l'organizzazione per la gestione del processo, gli impegni dei sottoscrittori e dei soggetti attuatori, le risorse, i tempi, gli strumenti attuativi ed il monitoraggio.

Il Contratto del Sangone rappresenta così un primo esempio nel panorama regionale e una esperienza innovativa sia dal punto di vista del metodo sia in termini di processo. La partecipazione e il coinvolgimento hanno reso l'intero percorso svolto sinora peculiare e qualificato in grado di sviluppare un forte impegno dei soggetti pubblici e privati coinvolti verso obiettivi di riqualificazione ambientale, sociale ed economica di ogni territorio fluviale.

#### IL COINVOLGIMENTO DEL MONDO SCOLASTICO E ACCADEMICO

Il percorso del Contratto di Fiume del torrente Sangone presenta un ulteriore aspetto peculiare e cioè l'affiancamento da una esperienza di sensibilizzazione nell'ambito del programma INFEA della Provincia di Torino. Con il progetto denominato "I.D.R.A. - Immaginare, Decidere, Riqualificare, Agire", si è infatti contribuito, a partire dall'anno scolastico 2007-2008, ad arricchire il dialogo e il confronto per la definizione del Piano di Azione e la sua diffusione, attraverso il coinvolgimento del mondo scolastico, della cittadinanza e del mondo accademico.

Nella prima edizione del progetto il mondo scolastico è stato coinvolto in un percorso che ha riguardato, in particolare, l'ideazione del *logotipo* del processo del Contratto di Fiume, la sperimentazione della metodologia di *progettazione partecipata* denominata E.A.S.W. (*European, Awareness Seminario Workshop*), la realizzazione di una *indagine - questionario* finalizzata ad evidenziare la percezione del paesaggio fluviale.

Nella seconda edizione il progetto IDRA ha previsto il coinvolgimento



Figura 4 - La partecipazione degli studenti.

degli studenti universitari in un *Bando di Concorso di progettazione* mirato alla realizzazione di un Masterplan del Piano d'Azione del Contratto di Fiume del Bacino del torrente Sangone. Scopo del concorso è stato quello di ottenere il disegno dell'area in questione definendo la forma e il contenuto della trasformazione dell'ambito territoriale, dalla morfologia all'architettura facendo del *Masterplan* uno strumento di comunicazione del Piano d'Azione del Contratto di Fiume.

La risorsa idrica come oggetto di dialogo e confronto, la partecipazione attiva dei soggetti, la condivisione di una piattaforma progettuale strategica, la costituzione di opportune partnership sul territorio, la coerenza delle azioni condivise che hanno consentito di delineare un parziale scenario relativo ai potenziali canali di finanziamento, questi gli aspetti che hanno reso il Contratto di Fiume del Bacino idrografico del torrente Sangone un percorso innovativo di corresponsabilizzazione locale.

#### SITOGRAFIA

Regione Piemonte

[www.regione.piemonte.it/acqua/index](http://www.regione.piemonte.it/acqua/index)

Provincia di Torino

[www.provincia.torino.it/ambiente/risorse\\_idriche](http://www.provincia.torino.it/ambiente/risorse_idriche)

Autorità di Bacino del fiume Po

[www.adbpo.it](http://www.adbpo.it)

Agenzia Interregionale per il Po (AIPO)

[www.agenziainterregionalepo.it](http://www.agenziainterregionalepo.it)

Ambito Territoriale Ottimale n.3 (ATO3 Torinese)

[www.ato3torinese.it](http://www.ato3torinese.it)

Agenzia Regionale per l'Ambiente del Piemonte (ARPA Piemonte)

[www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it)

ASSOT (Agenzia di sviluppo per il Sud-ovest di Torino)

[www.assot.com/homepage/enti\\_publici/i\\_progetti/contratto\\_fiume](http://www.assot.com/homepage/enti_publici/i_progetti/contratto_fiume)

Sferalab

[www.sferalab.it](http://www.sferalab.it)

# SESSIONE B: strumenti e metodi per la riqualficazione fluviale

## LA MODELLAZIONE NUMERICA NEI PROGETTI DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE: IL CASO EWIKJSE PLAAT, PAESI BASSI

ELENA FACCHINI<sup>(1)</sup>, ALESSANDRA CROSATO<sup>(2)</sup>, EMIEL KATER<sup>(3)</sup>

(1) Università degli studi di Firenze Facoltà di Ingegneria,

E-mail: elena.facchini@libero.it

(2) UNESCO-IHE, Department of Water Engineering; Delft University of Technology, Section of Hydraulic Engineering

E-mail: A.Crosato@unesco-ihe.org

(3) Radboud University Nijmegen, Faculty of Science, Institute for Science, Innovation and Society, Centre for Sustainable Management of Resources

canale secondario adiacente all'Ewijkse Plaet.

I risultati portano a concludere che la vegetazione accelera localmente il processo di sedimentazione della piana inondabile, ma che le conseguenze sui livelli idrometrici sono rilevanti solo se la vegetazione è presente per un intero tratto. I risultati dimostrano anche che le alternative proposte, e cioè la riapertura del canale secondario e lo scavo di canali trasversali, favoriscono lo smaltimento delle portate estreme, ma presentano problemi di sedimentazioni locali. Il modello si è dimostrato quindi uno strumento utile per testare forme alternative di intervento allo scopo di aumentare e prolungarne l'efficacia.

### INTRODUZIONE

Nel corso degli ultimi secoli la maggior parte dei grandi fiumi europei ha subito pesanti interventi di regolazione, che avevano lo scopo di aumentare la sicurezza idraulica e la navigabilità. A seguito di rettificazioni e restringimenti, rimozione di sedimenti, costruzione di argini e sbarramenti, la ricchezza di habitat dell'ambiente ripariale è andata perduta. Le pianure alluvionali sono ormai strette e disconnesse dal canale principale, con conseguenze negative non solo sul piano ecologico ma anche sul piano della sicurezza idraulica, a seguito di un aumento dell'intensità e della frequenza delle piene. La stretta connessione tra i problemi di impoverimento ecologico e sicurezza idraulica suggerisce di cercare soluzioni combinate che superino l'apparente conflitto tra le due questioni. In questo senso il governo olandese, a seguito degli eventi alluvionali della metà degli anni '90, ha creato un pacchetto di misure chiamate "Room for the River". Il piano prevedeva, tra gli altri, interventi di scavo delle pianure alluvionali, con il duplice scopo di aumentare la capacità di smaltimento

### SUNTO

L'efficacia e le possibili alternative di un progetto pilota di riabilitazione fluviale sono state studiate con un modello idromorfologico 2D. L'area di studio è la piana alluvionale denominata Ewijkse Plaet, sulla riva sinistra del fiume Waal, Paesi Bassi. Nel 1988 alcune parti della piana furono abbassate, con lo scopo di aumentare la capacità di smaltimento della

portata del fiume e di verificare le conseguenze della libera crescita della vegetazione sulla deposizione di sedimenti e sui livelli dell'acqua. Una volta validato il modello, sono stati studiati gli effetti di: (1) il taglio della vegetazione ogni 5 anni, per 20 anni; (2) la crescita spontanea della vegetazione per 20 anni; (3) un progetto alternativo di scavo della piana (4) la riapertura di un



Figura 1 - La piana alluvionale Ewijkse Plaet (circondata in bianco) vista dall'alto.

delle portate e la biodiversità, riconnettendo le piane con il canale principale. Sempre in quest'ottica, Smits et al. (2000) hanno proposto una strategia chiamata Cyclic Floodplain Rejuvenation (CFR, ringiovanimento ciclico delle pianure alluvionali), che prevede interventi periodici come taglio della vegetazione e scavo delle golene, finalizzati a ridurre al minimo gli effetti negativi della dinamica fluviale, senza inibire completamente i processi naturali. Il governo olandese ha adottato la strategia e necessita adesso di valutazioni per stabilire l'entità e la frequenza degli interventi. Tali valutazioni possono essere fatte con l'aiuto di modelli numerici, che rappresentano uno strumento utile per studiare l'efficacia anche di altri progetti di riabilitazione idromorfologica dei fiumi.

In questo studio è stato costruito, validato e utilizzato un modello idromorfologico 2D di una piana inondabile dei Paesi Bassi, che in passato è stata oggetto di ricerche e monitoraggio su argomenti di riqualficazione fluviale e sicurezza idraulica. Lo studio può dare utili indicazioni per l'applicazione della modellazione numerica anche a progetti italiani di riqualficazione fluviale della stessa tipologia.

Il lavoro è il risultato della collaborazione tra Università degli Studi di Firenze, Unesco-IHE, Rijkswaterstaat (RWS, Ministero Olandese per le infrastrutture e i lavori pubblici) e Deltares (ex Delft Hydraulics). Il modello è stato costruito utilizzando il software Delft3D, sviluppato da Deltares.

#### AREA DI STUDIO

Oggetto del modello è una porzione della piana alluvionale denominata Ewijkse Plaat (lunga circa 1.5 km), sulla riva sinistra del fiume Waal, Paesi Bassi (Figura 1). Nel 1988 alcune parti della piana furono scavate, con lo scopo di aumentare la capaci-

tà di smaltimento della portata del fiume e di verificare le conseguenze della libera crescita della vegetazione e della deposizione di sedimenti. Negli anni successivi l'area fu monitorata dal punto di vista dell'evoluzione altimetrica e dell'ecosistema. Sono stati inoltre condotti diversi studi sull'evoluzione della piana a seguito dello scavo (Van den Brink 2002, Peters et al. 2006, Geerling et al. 2008). L'evoluzione dell'Ewijkse Plaat è quindi una fonte di dati per studiare misure di Cyclic Floodplain Rejuvenation (CFR).

#### OBIETTIVI E METODOLOGIA

In questo studio è stato costruito un modello numerico dell'area oggetto dell'intervento, con lo scopo di: (1)

verificare la possibilità di riprodurre i processi idrodinamici e morfologici successivi all'esecuzione dello scavo; (2) stabilire le conseguenze che la crescita della vegetazione ha sui livelli idrici e sulla deposizione dei sedimenti, in un'ottica di Cyclic Floodplain Rejuvenation; (3) testare l'efficacia di soluzioni alternative per Ewijkse Plaat.

La metodologia applicata prevedeva la costruzione, calibrazione e validazione del modello dell'area, con l'ausilio del software Delft3D. Il software, sviluppato da Deltares, permette di simulare in 3 dimensioni processi idrodinamici e morfologici in zone fluviali, costiere e di transizione (delta e estuari), nonché la diffusione di inquinanti e traccianti. Rispetto ad altri software maggior-

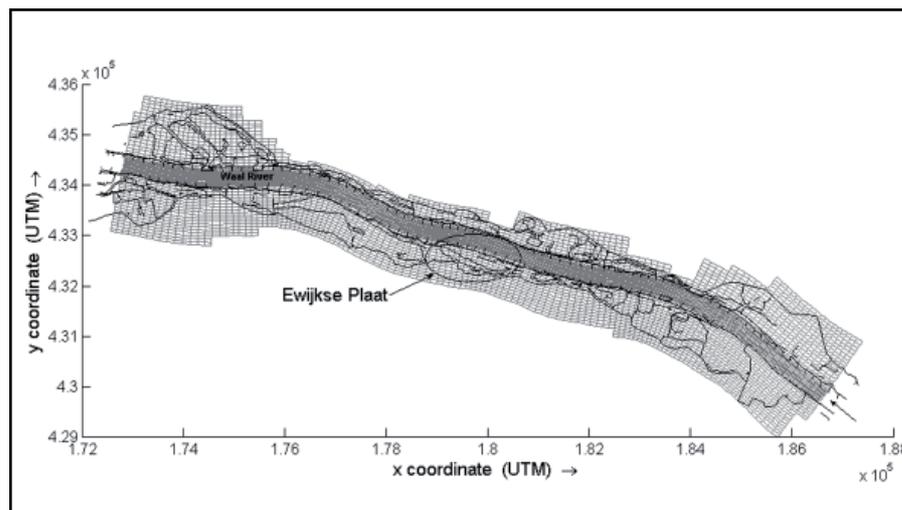


Figura 2 - Griglia di calcolo.

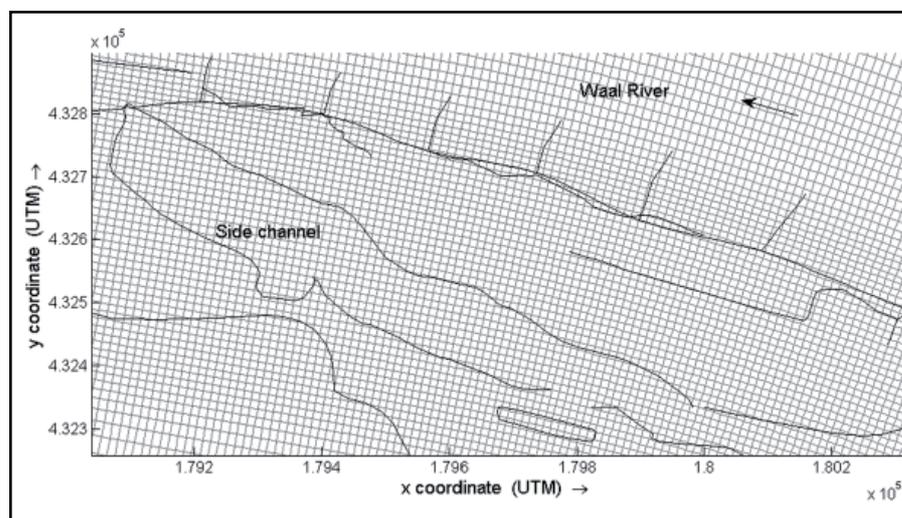


Figura 3 - Griglia di calcolo, focus sulla Ewijkse Plaat.

mente utilizzati dai professionisti, che si limitano alla simulazione idrodinamica monodimensionale, Delft3D è quindi più completo, ma gli sforzi economici e di tempo che richiede lo rendono ancora poco appetibile da parte del mondo professionale.

Una volta validato il modello sono stati simulati diversi scenari scelti in base agli obiettivi prefissi.

#### COSTRUZIONE DEL MODELLO

Il centro di ricerca Deltares ha messo a disposizione un modello del fiume Waal già calibrato in Delft3D. Tale modello aveva però l'obiettivo di riprodurre le variazioni morfologiche del canale principale, e quindi non includeva né il trasporto solido in sospensione, né la modellazione della vegetazione sulle pianure alluvionali. Inoltre la griglia di calcolo, la cui maglia aveva le dimensioni di circa 60x60 m<sup>2</sup>, non era adatta a descrivere le variazioni morfologiche della Ewijkse Plaats, lunga appena 1.5 km. Il modello del Waal è stato quindi tagliato intorno all'area di

studio e la griglia di calcolo raffinata. Si è arrivati ad avere un modello lungo 15 km (Figura 2), con una griglia le cui celle non superavano i 12x12 m<sup>2</sup> sull'area di studio (Figura 3).

Ai processi presenti nel modello esistente del Waal (moto vario, moto elicoidale, turbolenza, trasporto solido al fondo) sono stati aggiunti il trasporto solido in sospensione e l'influenza della vegetazione sulla corrente. I sedimenti sono stati schematizzati in tre frazioni: una frazione di sabbia grossolana (diametro medio D50: 2000 µm), una di limo (D50: 20 µm) e una di sabbia media, il cui diametro (D50: 250 µm) è stato definito mediante il processo di calibrazione del modello, riferito ai dati raccolti tra il 1990 e il 1994. Per simulare il flusso in condizioni di letto vegetato è stata usata una formulazione (Baptist, 2005) che distingue il moto dell'acqua entro la vegetazione e il moto dell'acqua al di sopra della vegetazione. schematizzando le piante come cilindri rigidi caratterizzati da altezza, densità e diametro. La successione della ve-

getazione è stata ottenuta definendo 4 stadi di crescita, corrispondenti alle 4 mappe della vegetazione disponibili per l'area di studio per il periodo 1991-2005 (le mappe sono il risultato di elaborazioni di foto aeree eseguite da E. Kater). Anche nella piana alluvionale circostante all'Ewijkse Plaats è stata applicata una successione della vegetazione semplificata, corrispondente alle 2 mappe di vegetazione disponibili per l'area, quella del 1997, che è stata usata per gli stadi 1 e 2, e quella del 2005, utilizzata per gli stadi 3 e 4. Questo in pratica significa che tra gli stadi 2 e 3 la vegetazione cresce non soltanto sull'area di studio (lunga 1 km) ma anche su quella circostante, lunga 3 km.

L'attendibilità del modello è stata verificata confrontando i risultati delle simulazioni con i campionamenti effettuati durante il periodo di monitoraggio del progetto (1994-1997). I risultati, riassunti in Tabella 1, mostrano che il modello riproduce correttamente il processo di sedimentazione, soprattutto per quanto riguarda le portate alte, come la piena avvenuta nel periodo Giugno 1994 - Giugno 1995.

Per le fasi di calibrazione e validazione del modello è stato usato come input l'idrogramma di piena registrato da una stazione di monitoraggio della portata a monte dell'area di studio. Per la simulazione degli scenari successivi è stato usato un idrogramma rappresentativo dell'anno idrologico del fiume Waal, ricavato dalla curva di durata relativa al periodo 1989-1997. Per valutare le conseguenze sui livelli idrici delle variazioni morfologiche e dell'esecuzione dei progetti è stata usata una portata costante, considerando i livelli nel canale principale a monte della Ewijkse Plaats.

#### SCENARI SIMULATI

Una volta validato il modello, sono stati simulati 4 scenari (Tabella 2):

	Altezza media di sedimentazione sull'area di studio (m)	
	Risultati validazione	Dati di campo
<b>Giugno 1994 - Giugno 1995</b>	0.081	0.080
<b>Giugno 1994 - Novembre 1997</b>	0.101	0.090

Tabella 1 - Risultati della fase di validazione del modello.

Nome	Descrizione	Periodo simulato
Scenario A	Crescita spontanea della vegetazione e sedimentazione della piana	20 anni
Scenario B	Taglio della vegetazione ogni 5 anni e sedimentazione della piana	20 anni
Canali di drenaggio	Scavo di 3 canali di drenaggio sulla piana	5 anni
Apertura del canale secondario	Apertura del canale secondario a monte e a valle della Ewijkse Plaats	5 anni

Tabella 2 - Riassunto degli scenari simulati.

(a) strategia di taglio della vegetazione ogni 5 anni per 20 anni; (b) crescita spontanea della vegetazione per 20 anni; (c) progetto alternativo di scavo della pianura, nella forma di canali trasversali al flusso principale della corrente (d) riapertura di un canale secondario adiacente all'Ewijkse Plaats.

### Strategie di gestione della vegetazione

La crescita spontanea della vegetazione per 20 anni (scenario A) è stata modellata applicando ogni stadio di crescita della vegetazione (definito nel par. 4), per 5 anni, mentre la strategia di taglio della vegetazione ogni 5 anni per 20 anni (scenario B) è stata ottenuta applicando il primo stadio di crescita della vegetazione (giovane) per tutto il periodo simulato. Le differenze tra le due strategie sono state valutate confrontando le conseguenze su velocità e pattern di sedimentazione (conseguenze morfologiche) e sui livelli idrici durante le piene (conseguenze idrauliche).

### Scavo di 3 canali di drenaggio

In questo scenario è stata riprodotta la soluzione proposta da Peters et al. (2006), che aveva lo scopo di aumentare la capacità di smaltimento della portata e di diversificare i flussi sulla Ewijkse Plaats. La topografia originale della piana alluvionale (Figura 4) è stata modificata seguendo il progetto, che prevedeva lo scavo di tre canali di drenaggio e la parziale riapertura del canale secondario nella parte di valle (Figura 5). Le conseguenze morfologiche sono state valutate nel breve periodo, con una simulazione di 5 anni. In questo scenario non è stata simulata la crescita della vegetazione.

### Apertura del canale secondario

Questo scenario mostra le conseguenze idrauliche e morfologiche della riapertura, a monte e a valle, del canale secondario, nella forma mostrata in Figura 6. Come nello

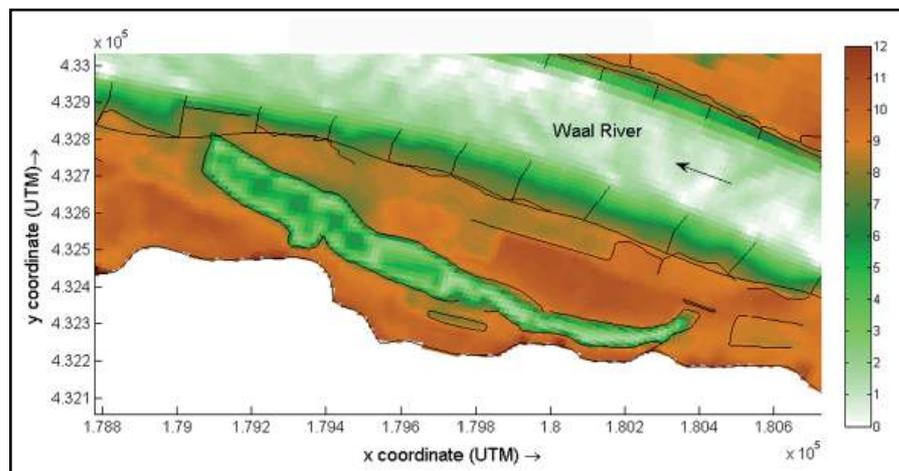


Figura 4 - Topografia originale dell'area di studio.

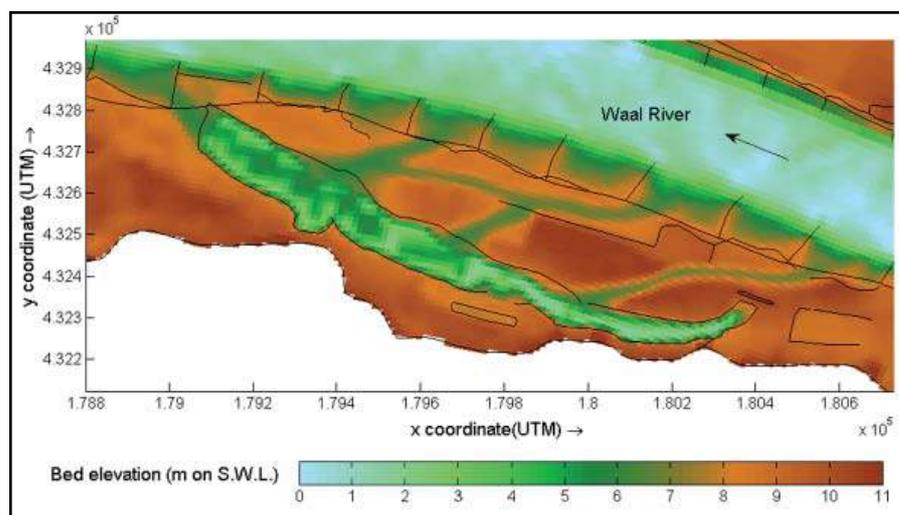


Figura 5 - Scavo dei canali di drenaggio, topografia dell'intervento.

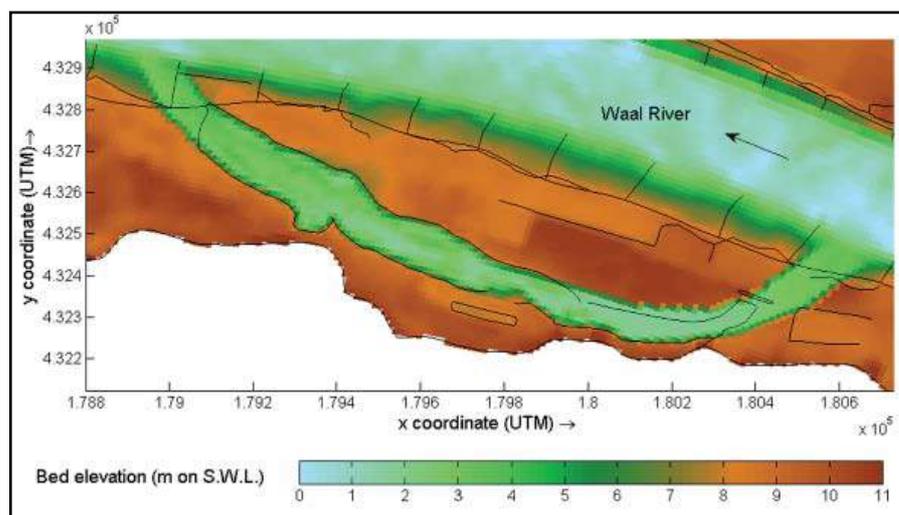


Figura 6 - Apertura del canale secondario, topografia dell'intervento.

scenario precedente, la simulazione ha riprodotto un periodo di 5 anni, e non è stata simulata la crescita della vegetazione.

## RISULTATI

### Strategie di gestione della vegetazione

Il Grafico 1 mostra le velocità di sedimentazione nei due scenari, per ogni periodo di 5 anni simulato. Con

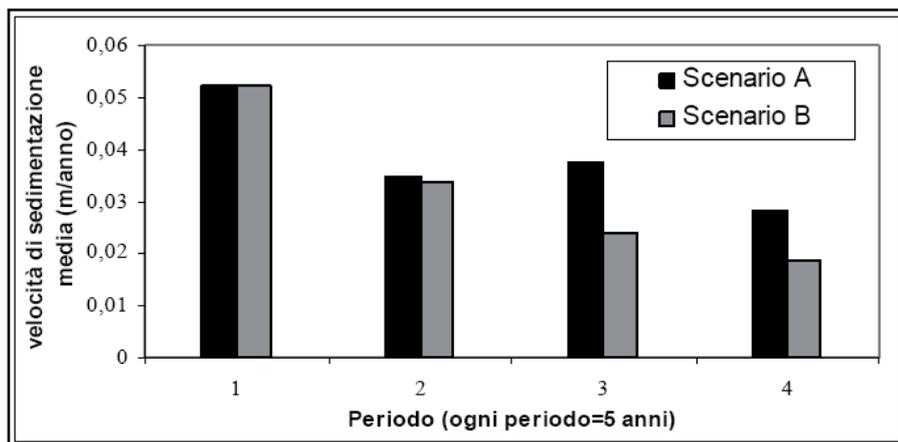


Figura 6 - Apertura del canale secondario, topografia dell'intervento.

una vegetazione costante la velocità di sedimentazione decresce nel tempo, mentre nel caso di crescita spontanea della vegetazione il trend non è così chiaro. Le differenze tra i due scenari sono trascurabili per i primi 10 anni, mentre in seguito diventano rilevanti. La velocità media di sedimentazione è 3.8 cm/anno per lo Scenari A, 3.2 cm/anno per

lo Scenari B. Questi valori, che si accordano con quelli stimati per la Ewijkse Plaat da studi precedenti (Geerling et al. 2008), dimostrano quanto l'area sia morfologicamente attiva, rispetto ad altre pianure dello stretto fiume, le cui velocità di sedimentazione si attestano su un ordine di grandezza inferiore (Middelkoop, 1997).

La Figura 7 mostra il pattern di deposizione/sedimentazione ottenuto per l'ultimo periodo simulato (anni 15-20) nello Scenari A, quando la vegetazione è completamente sviluppata. La Figura 9 mostra il pattern ottenuto per lo stesso periodo nello Scenari B, dopo il taglio della vegetazione. Se si confrontano le figure con le mappe di vegetazione corrispondenti (Figura 8, Figura 10), l'influenza della vegetazione sulle forme della sedimentazione appare chiara. Una vegetazione completamente sviluppata, come quella rappresentata dallo Stadio 4 di crescita, causa un'alta diversificazione nella mappa di sedimentazione, mentre una vegetazione più giovane e uniforme (Stadio 1), che offre meno resistenza al flusso, comporta una minore sedimentazione e un pattern più uniforme.

Il Grafico 2 mostra la variazione

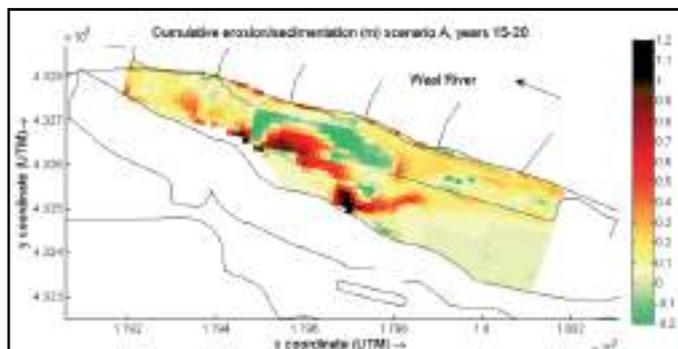


Figura 7 - Scenari A, erosione/sedimentazione cumulata per gli anni 15-20 (valori negativi per l'erosione).

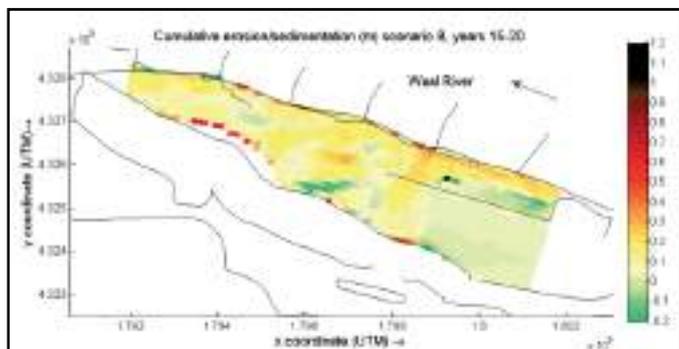


Figura 9 - Scenari B, erosione/sedimentazione cumulata per gli anni 15-20 (valori negativi per l'erosione).

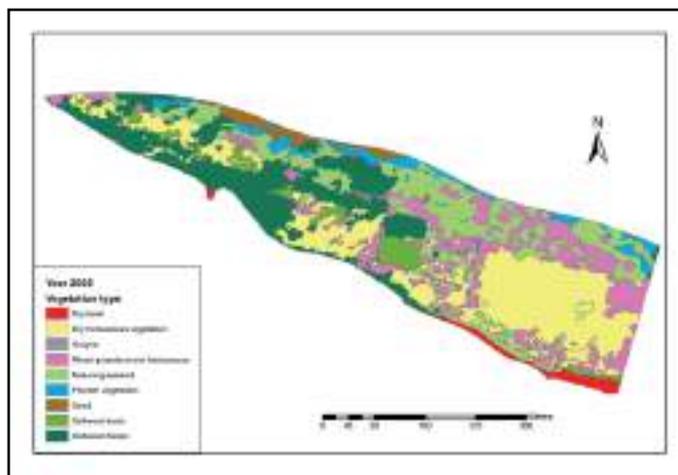


Figura 8 - Mappa della vegetazione sulla Ewijkse Plaat, anno 2005 (Stadio di crescita 4).

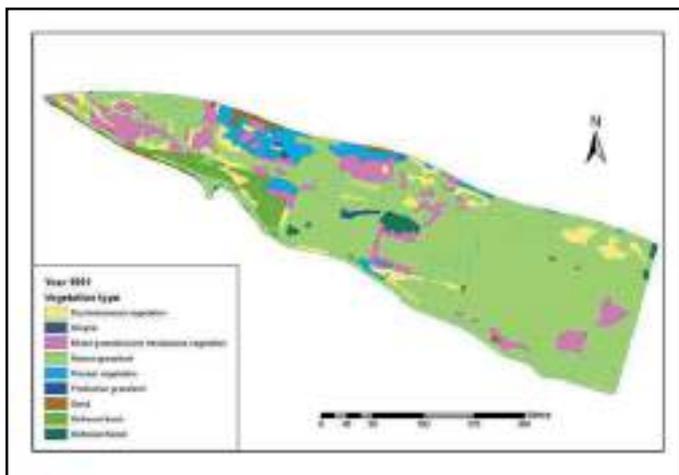


Figura 10 - Mappa della vegetazione sulla Ewijkse Plaat, anno 1991 (Stadio di crescita 1).

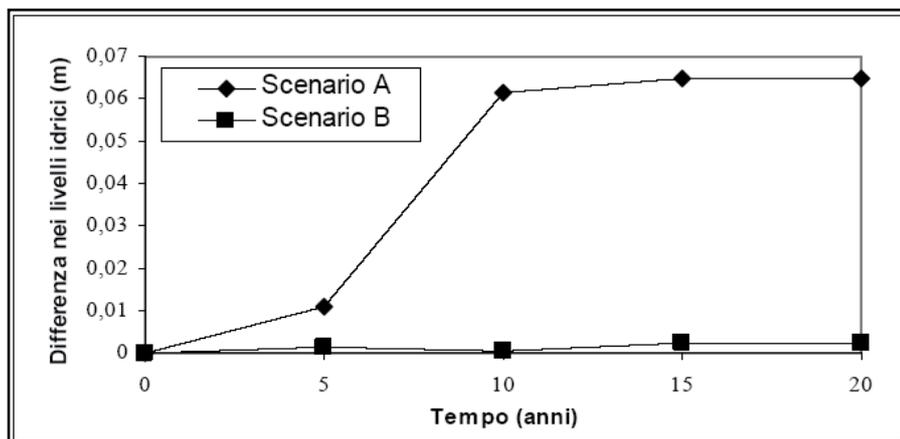


Grafico 2 - Scenario A e Scenario B, variazione nei livelli idrici durante il periodo simulato rispetto al livello iniziale (anno 0).

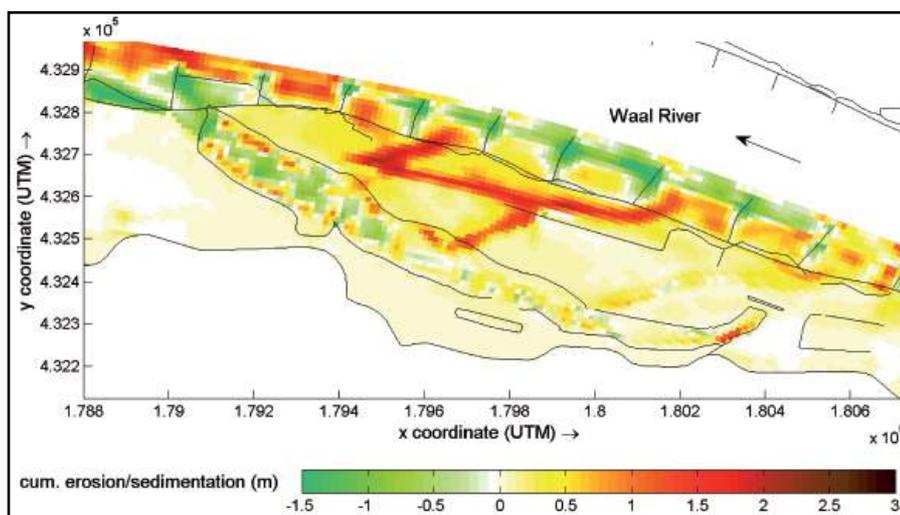


Figura 11 - Scavo dei canali di drenaggio, sedimentazione/erosione cumulata dopo 5 anni di evoluzione. (valori negativi per l'erosione).

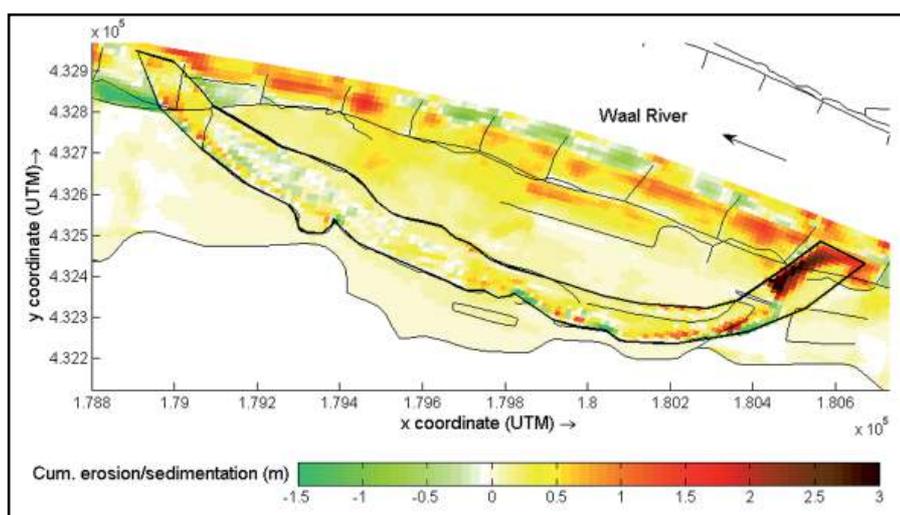


Figura 12 - Apertura del canale secondario, sedimentazione/erosione cumulata dopo 5 anni di evoluzione. (valori negativi per l'erosione).

	Scavo canali di drenaggio	Apertura canale secondario
<b>Effetto immediato</b>	-1.2	-2.4
<b>Dopo 5 anni</b>	-1.8	-2.6

Tabella 3 - variazioni nei livelli idrici (cm) previste dal modello dopo l'esecuzione dei progetti alternativi. I livelli sono relativi a un punto del canale principale a monte della Ewijkse Plaats, per una portata di 7923 m<sup>3</sup>/s.

nei livelli idrici durante il periodo simulato per i due scenari. I livelli, misurati a monte della Ewijkse Plaats, sono relativi a una portata di 7923 m<sup>3</sup>/s, che corrisponde al picco dell'idrogramma di piena. Per quanto riguarda lo Scenario A, dopo il decimo anno si nota un aumento nel livello di circa 6 cm, mentre nello Scenario B la variazione è trascurabile. Questo significa che la sola sedimentazione della Ewijkse Plaats (Scenario B, vegetazione giovane e costante), non ha conseguenze di rilievo sui livelli idrici, mentre la crescita della vegetazione incrementa i livelli in modo sensibile soltanto dopo il decimo anno, quando la vegetazione cresce non soltanto nell'area di studio, ma anche in tutta la piana circostante (Paragrafo 4). La crescita della vegetazione a scala di sezione trasversale (qualche centinaio di metri) ha quindi effetti trascurabili sui livelli idrici a scala di tratto.

### Scavo di 3 canali di drenaggio

Dopo 5 anni di evoluzione due dei tre canali di drenaggio mostrano una forte sedimentazione (in rosso in Figura 11), mentre erosioni localizzate (in verde) si verificano nel canale secondario. La Tabella 3 mostra l'effetto dei canali sui livelli idrici a seguito dello scavo (-1.2 cm), e dopo 5 anni di evoluzione (1.8 cm). Nonostante le sedimentazioni dei canali, quindi, l'effetto di riduzione dei livelli idrici dovuto allo scavo non diminuisce nel tempo, ma al contrario aumenta.

### Apertura del canale secondario

La Figura 12 riporta la mappa della sedimentazione che si verifica al termine dei 5 anni simulati. Una forte sedimentazione localizzata si verifica all'imbocco del canale secondario, ma il beneficio idraulico dell'intervento, una riduzione dei livelli di circa 2.4 cm, non diminuisce nel tempo (Tabella 3).

**CONCLUSIONI**

I risultati ottenuti nelle fasi di calibrazione e validazione del modello, e nelle successive simulazioni, portano a concludere che:

- Il modello riproduce correttamente il processo di accrescimento della piana inondabile e l'influenza della vegetazione sui flussi idrici. I pattern e le altezze medie di sedimentazione ottenuti infatti si accordano sia con i dati ricavati dal monitoraggio (fase di validazione) che con i risultati di studi precedenti condotti sulla medesima area (Geerling et al. 2008, Van den Brink 2002).
- La vegetazione accelera il processo di sedimentazione della piana inondabile a scala di sezione trasversale; le conseguenze sui livelli idrometrici sono rilevanti solo se l'influenza della vegetazione è studiata a scala di tratto, mentre il solo accrescimento della piana a scala di sezione ha effetti trascurabili sui livelli. Poiché l'influenza della vegetazione appare rilevante solo dopo 10 anni dal taglio, si può stimare che il periodo di applicazione delle pratiche di CFR sulla Ewijkse Plaat sia di 10 anni; inoltre a scala di sezione la vegetazione può essere usata per stimolare sedimentazioni ed erosioni localizzate.

Per quanto riguarda l'efficacia di soluzioni alternative per Ewijkse Plaat, i risultati del modello portano a concludere che:

- Le due soluzioni alternative proposte (riapertura del canale secondario e scavo di canali trasversali) producono miglioramenti, proporzionati alla dimensione dell'intervento, dal punto di vista della capacità di smaltimento delle portate estreme, diminuendo i livelli idrici a monte della Ewijkse Plaat rispettivamente di 2.5 cm e 1.8 cm. Esse presentano sedimentazioni locali che tuttavia, nel breve periodo, non pregiudicano l'efficacia idraulica degli interventi.

- Il modello risulta comunque uno strumento utile per testare forme alternative di intervento allo scopo di bilanciare correttamente costi e benefici, tenendo in considerazione anche la necessità di manutenzione e la scala dell'intervento.

Lo studio ha inoltre evidenziato l'importanza di team multidisciplinari nell'affrontare progetti di riqualficazione fluviale, per descrivere al meglio tutti i processi coinvolti. Ulteriori ricerche possono essere condotte per studiare l'influenza della vegetazione delle piane sulle dinamiche del canale principale.

Ten Brinke W, 2006. *The Dutch Rhine. A restrained river. Veen Magazines, Diemen.*

**BIBLIOGRAFIA**

Baptist MJ, 2005 - *Modelling Floodplain Biogeomorphology. PhD thesis, Delft University of Technology, The Netherlands.*

Geerling GW, Kater E, van den Brink C, Baptist MJ, Ragas AMJ e Smits AJM., 2008 - *Nature rehabilitation by floodplain excavation: The hydraulic effect of 16 years of sedimentation and vegetation succession along the Waal River, NL Geomorphology 99, 1-4, 317-328.*

Middelkoop H, 1997 - *Embanked floodplains in the Netherlands: Geomorphological evolution over various time scales. PhD thesis. Rijksuniversiteit Utrecht.*

Peters BWE, Kater E e Geerling GW, 2006 - *Cyclisch beheer in uiterwaarden: Natuur en veiligheid in de praktijk. Centrum voor Water en Samenleving, Radboud Universiteit, Nijmegen.*

Smits A, Nienhuis P e Leuven R, 2000 - *New approaches to river management. Backhuys Publishers.*

Van den Brink N, 2002. *Case ewijk-sedimenttransport en uiterwaardstroming, simulatie van 2d zandtransport tijdens hoogwater. Technical Report 2002-060X, Rijksinstituuut voor Integral Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA).*

# MODELLO IDRO-MORFO-BIODINAMICO PER L'ANALISI DEL BILANCIO DI SEDIMENTI A SCALA DI BACINO NEL FIUME ADIGE

M. NONES<sup>(1)</sup>, D. BONALDO<sup>(1)</sup>, L. GUARINO<sup>(2)</sup>, G. DI SILVIO<sup>(1)</sup>

(1) Dipartimento IMAGE, Università degli Studi di Padova. Via Loredan 20, 35131 Padova - E-mail: michael.nones@unipd.it

(2) Autorità di Bacino Adige, Trento. Piazza Vittoria 6, 38100 Trento - E-mail: luca.guarino@bacino-adige.it

## SUNTO

L'analisi della lenta evoluzione morfologica degli ambienti fluviali può essere descritta attraverso l'applicazione di modelli matematici a scala di bacino. La scelta di modelli unidimensionali è giustificata dalla necessità di rappresentare fenomeni a grande scala spaziale (decine e centinaia di chilometri) e temporale (decenni o secoli). Lo studio dei fenomeni di erosione, deposizione e trasporto fluviale richiede un'adeguata schematizzazione sia della dinamica della parte liquida, sia della fase solida.

In questo articolo viene proposto un modello unidimensionale accoppiato che descrive sia l'evoluzione idro-morfologica di un fiume, sia la fase di sviluppo della vegetazione riparia, ai fini di rappresentare compiutamente tutti i processi cui è sottoposto un ambiente fluviale durante la sua storia.

Il modello numerico idro-morfologico non di dettaglio, da un lato relativamente semplificato per quanto attiene la descrizione della parte idrodinamica, ma dall'altro capace di mettere in conto la granulometria marcatamente non uniforme dei sedimenti presenti in alveo sull'intera rete fluviale (da massi a limo), permette un'adeguata analisi a scala di bacino del trasporto dei sedimenti. Il modello rappresentante lo sviluppo della vegetazione riparia, creato sulla base di un modello di crescita

della biomassa, permette uno studio a larga scala dello sviluppo della vegetazione, influenzata dalle condizioni idrodinamiche locali.

L'uso accoppiato dei due modelli permette di schematizzare l'interazione tra la vegetazione ed il trasporto solido fluviale, sempre considerando un'analisi a scala di bacino di eventi a lenta evoluzione.

Questo studio ha come principali obiettivi: a) la creazione di un modello di crescita di vegetazione, b) l'integrazione tra un modello idro-morfodinamico ed il modello di crescita qui proposto, c) l'applicazione del modello completo al fiume Adige, d) lo studio dell'effetto dell'antropizzazione dell'ambiente fluviale sul trasporto solido a scala di bacino.

## INTRODUZIONE

Nell'ultimo secolo la dinamica naturale dei sistemi fluviali è stata alterata da un marcato intervento antropico (opere di sbarramento e di derivazione d'acqua, grandi e piccole dighe idroelettriche, estrazione di inerti in alveo). Vari studi hanno analizzato l'influenza di tali opere sulla morfologia fluviale, evidenziando come, generalmente, le variazioni non avvengano nella direzione della corrente, ma piuttosto trasversalmente ad essa, in corrispondenza delle varie sezioni, attraverso la variazione della vegetazione riparia e della larghezza utile al

trasporto.

Ovviamente tali variazioni nella conformazione morfologica hanno un notevole impatto sociale ed ambientale. Ad esempio, ad un'incisione del fiume è conseguente una riduzione della stabilità delle opere in alveo (pile e spalle di ponte, traverse fluviali, ecc.) ed una diminuzione della biodiversità fluviale, con una concentrazione della corrente nel canale principale.

Un'opportuna modellizzazione deve tenere in debito conto l'interazione tra i vari fattori: l'idrodinamica, la morfodinamica e la crescita della vegetazione riparia sono processi che non possono essere scissi e considerati separatamente.

In linea di principio, tali fattori hanno uno sviluppo tridimensionale, ma, al fine di evidenziare l'evoluzione morfologica a larga scala, è necessario ricorrere ad opportune semplificazioni ed adottare un modello unidimensionale, capace di analizzare il lento fenomeno evolutivo a scala di bacino. Tale modello descrive il movimento dell'acqua e dei sedimenti, evidenziando le variazioni del livello del fondo e della granulometria e conteggiando la presenza della vegetazione riparia attraverso un sottomodello applicato ad ogni singola sezione del fiume.

## MODELLO IDRO-MORFODINAMICO

Il modello 1-D utilizzato per studiare l'evoluzione della morfologia fluviale è costituito da un sistema alle derivate parziali che considera il bilancio dell'energia (o della quantità di moto) e la continuità lungo la corrente (eq. di De St. Venant) ed il bilancio dei sedimenti lungo ed attraverso la corrente (eq. di Exner e di Hirano). Seppur semplice, un modello 1-D non può essere applicato al caso di fiumi non rilevati (assenza di rilievi topografici dettagliati) senza adottare alcune semplificazioni. A tale scopo il fiume in oggetto è stato diviso in

opportune finestre spaziali (scatole morfologiche) e temporali (finestre evolutive) lungo le quali è possibile ipotizzare un moto uniforme invece di un moto permanente per la descrizione della fase liquida (Fasolato et al., 2009a).

Nella maggior parte dei modelli unidimensionali, la larghezza di trasporto  $B$  è desunta da rilievi topografici, senza considerare esplicitamente la vegetazione riparia, ma conteggiandola unicamente attraverso l'adozione di un opportuno coefficiente di resistenza. Nel modello qui presentato la presenza di vegetazione riparia è invece conteggiata esplicitamente attraverso l'adozione di un sottomodulo ecologico applicato ad ogni sezione. Nello sviluppo del modello sono state considerate due differenti scale temporali: la prima riferita alle variazioni stagionali (tempo  $t$ ,  $0 \leq t \leq 1$ ), e la seconda, più lunga, riferita alle variazioni morfologiche (tempo  $t^*$ ). Nel caso di variazioni stagionali, è stato assunto che l'unica quantità variabile sia la portata liquida  $Q(t)$ . Analizzando invece le variazioni morfologiche, adottando quindi una scala temporale più lunga, si è cercato di rappresentare la fase liquida mediante una portata equivalente  $Q_{eq}(t^*)$ , definita come quella in grado di trasportare il volume solido annuo indipendentemente dalle fluttuazioni stagionali.

Nella descrizione delle variazioni stagionali - all'interno di un generico anno  $t$  di durata  $\tau$  - si è adottata una curva di durata delle portate rappresentata dalla seguente equazione esponenziale:

$$Q(t/\tau) = Q_0(t^*) \cdot \exp\left(-\gamma \frac{t}{\tau}\right) \quad (1)$$

dove  $Q_0(t)$  rappresenta la portata massima annua e  $t$  la durata di un anno.

Assumendo un legame tra portata

solida annua  $Q_s(t^*)$  e portata liquida  $Q(t)^m$  (con  $m=1,5-2$ ), la portata liquida equivalente  $Q_{eq}(t^*)$  può essere espressa come (Di Silvio and Peviani, 1989):

$$Q_q(t^*) = \left(\frac{Q_0(t^*)^{m-1} \cdot (V/\tau)}{m}\right)^{\frac{1}{m}} = \left(\frac{Q_0(t^*)^{m-1} \cdot \bar{Q}(t)}{m}\right)^{\frac{1}{m}} \quad (2)$$

dove  $V$  indica il volume annuo e  $Q(t)$  risulta quindi la portata liquida media annuale.

Tale portata liquida è assunta indipendente dalla vegetazione riparia in quanto il modello considera la sola interazione tra la vegetazione ed il trasporto solido, agendo direttamente sulla larghezza di trasporto secondo i criteri descritti in seguito.

**CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA DI UNA SEZIONE TRASVERSALE "NUDA"**

Per prima cosa è necessario schematizzare il fiume attraverso sezioni "nude", cioè considerate prive di vegetazione riparia. La geometria trasversale viene quindi descritta attraverso una curva di durata delle larghezze, funzione della curva di durata della portata liquida  $Q(t)$ . Vari studi sperimentali riportano la larghezza e la portata attraverso una legge di potenza (eq. 3), nella quale vanno tarati i due parametri  $\alpha$  e  $\beta$ .

$$B(t) = \alpha \cdot Q(t)^\beta \quad (3)$$

La taratura dei parametri avviene attraverso l'analisi delle larghezze e delle portate liquide misurate. Nel caso di fiumi non rilevati, va però individuata una relazione per il calcolo di  $\alpha$  e  $\beta$ . A tale scopo è necessario ricordare il criterio di Leopold-Wolman, capace di distinguere i fiumi ad alveo unicursale da quelli ad alveo pluricursale.

$$\Omega = i \cdot Q_0(t^*)^{0.4} < 0.013 \quad (4)$$

intendendo con  $Q_0(t^*)$  [m<sup>3</sup>/s] la portata di bankfull annuale e con  $i$ , la pendenza del fondo alveo.

Per il calcolo di  $\alpha$  e  $\beta$  è quindi ragionevole adottare lo stesso parametro morfologico  $W$  (eq. 8), il quale rappresenta diverse caratteristiche del fiume in oggetto. Considerando alcune trattazioni che legano la larghezza di regime alla portata di bankfull (eq. 5) ed assumendo la coincidenza tra tale portata e la portata equivalente  $Q_{eq}(t^*)$  (eq. 2), si può calcolare la larghezza equivalente  $B_{eq}(t^*)$  di ogni sezione (eq. 6), ricordando che essa è la larghezza che trasporta il trasporto annuo  $Q_s(t^*)$  in assenza di vegetazione (Nones et al., 2009).

$$B_r = a \cdot Q_r(t)^{0.5} \quad (5)$$

$$B_{eq}(t^*) = a \cdot Q_{eq}(t^*)^{0.5} \quad (6)$$

Assumendo un adattamento istantaneo della larghezza  $B_{eq}(t^*)$ , la precedente relazione tra portata e larghezza (eq. 3) può essere espressa come:

$$\frac{B(t)}{B_{eq}(t^*)} = \left(\frac{Q(t)}{Q_{eq}(t^*)}\right)^\beta \quad (7)$$

Mediante un'operazione di fitting tra i dati misurati (rilievi batimetrici di sezioni nude) è possibile ottenere l'espressione per il calcolo dei parametri  $\alpha$  e  $\beta$ :

$$\begin{cases} \alpha = 5 \cdot Q_{eq}(t^*)^{0.5-\beta} \\ \beta = 24 \cdot \Omega \end{cases} \quad (8)$$

La variazione annuale della larghezza sommersa  $B(t^*)$  può quindi essere calcolata attraverso la seguente espressione:

$$B(t^*) = \alpha \cdot Q_0(t^*)^\beta \cdot \exp\left(-\gamma\beta\frac{t}{\tau}\right) \quad (9)$$

**DINAMICHE DELLA VEGETAZIONE E CORREZIONE DELLA LARGHEZZA DI TRASPORTO**

Data la presenza della vegetazione riparia, soltanto una porzione della larghezza del fiume  $B(t)$  è atta al trasporto di sedimenti. In particolare, la larghezza equivalente  $B_{eq}(t^*)$  (eq. 6), la quale convoglia, in assenza di vegetazione, la portata equivalente  $Q_{eq}(t^*)$  (eq. 2), va ridotta al fine di calcolare l'effettiva larghezza di trasporto  $B_{eff}(t^*)$ , attraverso un parametro correttivo  $\delta$  compreso tra 0 e 1 (eq. 15).

La larghezza effettiva di trasporto può essere quindi espressa come:

$$B_{eff}(t^*) = \delta \cdot B_q(t^*) \quad (10)$$

Al fine di valutare lo sviluppo della vegetazione riparia è necessario conoscere la distribuzione di essa lungo la sezione fluviale.

Nello studio in esame è stata considerata, per semplicità, un'unica specie globale, alla quale si è cercato di attribuire le caratteristiche delle comuni specie riparie nostrane (pioppi e salici). La dinamica della vegetazione riparia in una generica sezione può essere descritta attraverso un'equazione logistica:

$$\frac{\partial P}{\partial t^*} = r \cdot P \cdot \left(1 - \frac{P}{K}\right) \quad (11)$$

nella quale  $t^*$  rappresenta il tempo morfologico,  $P$  il numero di individui presenti nel sistema,  $r$  il tasso di crescita e  $K$  la capacità portante (*carrying capacity*) del sistema. Nell'applicazione del modello è stato assunto che  $r$  sia funzione solo del tipo di popolazione, mentre  $K$  dipenda sia dalla tipologia di piante, sia dalle condizioni

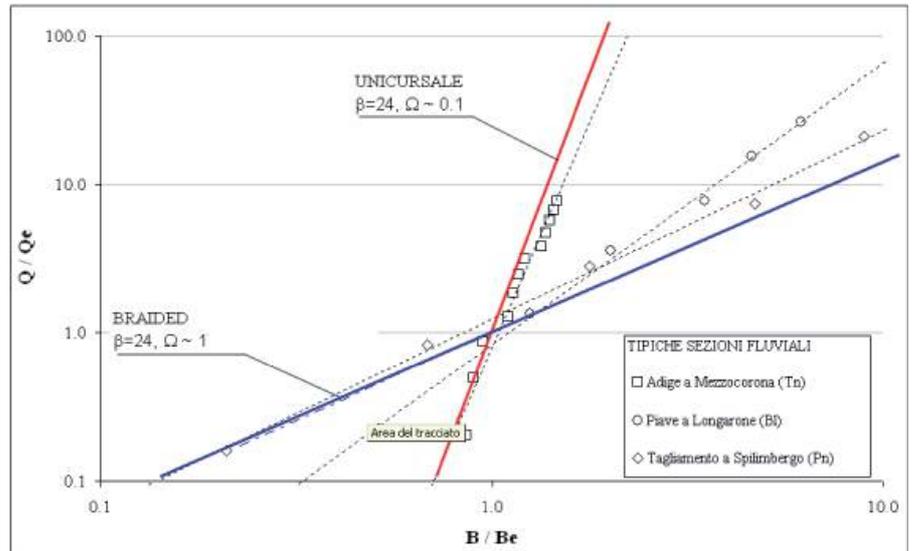


Figura 1 - Profilo morfologico di varie sezioni: distinzione tra fiumi unicursali e pluricursali.

idrologiche, espresse come tempo di sommersione. Si è quindi assunto un intervallo di variazione della capacità portante compreso tra 0 ed 1. Applicando la (eq. 11) a tutto il sistema, caratterizzato da diversa idrologia e quindi da differenti tempi di sommersione, la larghezza vegetata  $B_v(t/\tau)$ , inondata per una determinata durata ( $t/\tau$ ) è calcolabile attraverso il seguente integrale, fatto sull'intera sezione fluviale:

$$B_v\left(\frac{t}{\tau}\right) = \int_{B_{min}}^B P(B')dB' = \int_{\tau}^{t/\tau} P\left(\frac{t'}{\tau}\right)d\frac{t'}{\tau} \quad (12)$$

Il tasso di crescita  $r$  è stato assunto costante per tutta la popolazione afferente ad una determinata sezione, mentre si è cercato di valutare la capacità portante, rappresentandola come funzione di diversi fattori  $K_i$  (es: siccità, sommersione, quantità di nutrienti, luce, ecc).

$$K = \prod_{i=1}^n K_i \quad (13)$$

Essendo questo uno studio preliminare, si è considerato solo il legame della capacità portante con la fase liquida del sistema, e quindi la dipendenza solo dalla

siccità ( $K_{draught}$ ) e dalla sommersione ( $K_{flood}$ ). Si è ipotizzato che tali valori varino linearmente da 0 ad 1, in funzione del tempo di sommersione  $t/\tau$ , rispettivamente aumentando o decrescendo, al fine di formalizzare una relazione tra curva di durata delle portate e sviluppo vegetativo. Una volta nota la larghezza vegetata (eq. 12), è possibile calcolare la larghezza attiva  $B_A(t/\tau)$  (eq. 14) e quindi definire il parametro correttivo  $\delta$  attraverso una media temporale del rapporto tra larghezza attiva  $B_A(t/\tau)$  e larghezza totale (eq. 15).

$$B_A(t/\tau) = B(t/\tau) - B_v(t/\tau) \quad (14)$$

$$\delta = \int_0^1 \frac{B_A(t/\tau)}{B(t/\tau)} d\frac{t}{\tau} \quad (15)$$

**CALIBRAZIONE E VALIDAZIONE DEI PARAMETRI**

La prima calibrazione del modello è stata fatta assumendo la stazionarietà dell'evoluzione biologica (cioè imponendo  $P=K$  (eq. 11), supponendo che non vi sia alcuna dipendenza dal tasso di crescita  $r$  e ipotizzando la presenza di una sola specie "globale", sulla base di alcune centinaia di misure

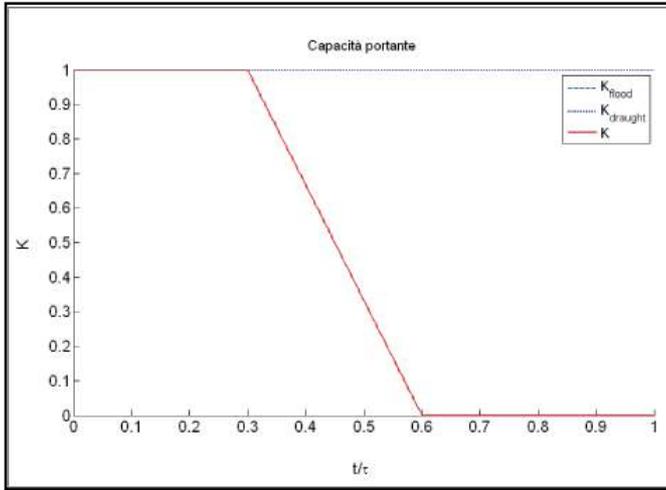


Figura 2 - Capacità portante per diversi valori di t/τ.

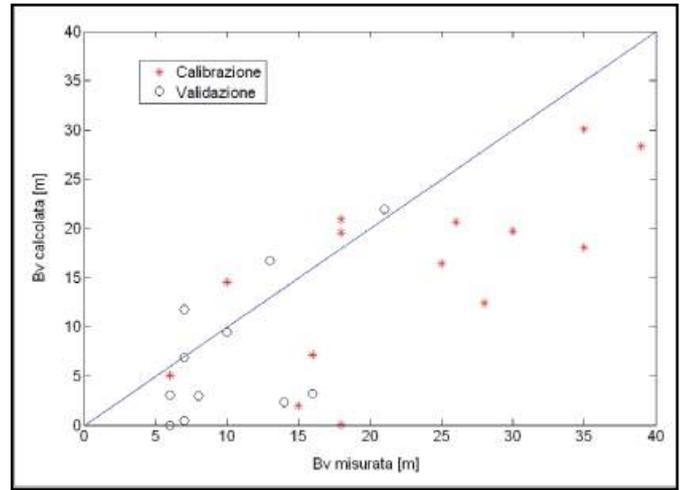


Figura 3 - Previsione della larghezza vegetata Bv : fasi di calibrazione e validazione.

geometriche (larghezze vegetate  $B_{vc,m}$  e non) raccolti da un'analisi aerofotogrammetrica relativa a fiumi del nord Italia.

Assumendo valida l'ipotesi di andamento lineare dei parametri della capacità portante, si è cercato di minimizzare l'errore (eq. 16) al fine di ricavare la combinazione ottimale dei parametri limite t/t.

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left( \frac{B_{vc,i} - B_{m,i}}{B_{m,i}} \right)^2} \quad (16)$$

dove  $B_{vc,i}$  e  $B_{vc,m}$  rappresentano rispettivamente la larghezza calcolata e quella misurata di ogni sezione fluviale in esame.

La figura 2 rappresenta quindi la distribuzione della capacità portante  $K$  risultante da questa prima fase di calibrazione, mentre la figura 3 mostra il confronto tra larghezza misurata e calcolata durante le fasi di calibrazione e validazione.

**APPLICAZIONE AL FIUME ADIGE**

**Introduzione**

Il fiume Adige, con i suoi 415 km circa, è il secondo fiume d'Italia ed attraversa le regioni Trentino - Alto Adige e Veneto, interessando territori molto antropizzati e di grande interesse economico ed

ambientale. Fino alla metà del secolo scorso la parte valliva dell'Adige a sud di Verona, completamente arginata, si presentava ancora come pensile. La tendenza ad un eccessivo deposito di sedimenti all'interno dell'alveo si accompagnava ad una chiara tendenza della foce atesina ad espandersi verso il mare, e cioè al progressivo aumento della superficie dell'Isola del Bacucco (oggi denominata Isola Verde). A partire dagli anni '50 del secolo scorso la tendenza si inverte e l'intero apparato di foce comincia a retrocedere. L'iniziale eccesso di sedimenti depositatisi nella prima parte del secolo, seguito da un successivo deficit nella seconda parte, è confermato dalla corrispondente diminuzione del trasporto solido misurato nelle stazioni torbidimetriche di Trento e Boara Pisani (Ro) nei due periodi 1932-42 e 1958-72. Il confronto delle sezioni fluviali del 1954 e del 1996 battute a sud di Trento mostra che in quest'ultimo mezzo secolo il processo di erosione si manifesta in tutto il corso del fiume a valle di Verona, ad esclusione dell'estremo tratto di foce.

Le cause di questa evoluzione sono state ricercate in: variazioni dell'apporto solido dalle pendici al reticolo fluviale, in relazione al

diverso uso del suolo ed alle opere anti-erosione e di consolidamento dei versanti realizzate nella parte alta del bacino; azione di trattenuta dei sedimenti e modificazione della curva di durata delle portate liquide ad opera dei serbatoi artificiali a scopo idroelettrico realizzati a partire dagli anni '20 in tutto il territorio del Trentino-Alto Adige; riduzione dei deflussi liquidi per le aumentate derivazioni irrigue, soprattutto nella parte valliva del fiume; modificazioni della vegetazione fluviale nelle isole e nelle golene fluviali ed estrazioni di sabbia e ghiaia nelle cave poste in alveo.

**Caratterizzazione morfologica delle sezioni**

La formulazione precedentemente proposta atta a descrivere la morfologia delle singole sezioni fluviali è stata applicata ad alcune sezioni rappresentative del fiume Adige.

La figura 4 rappresenta il confronto tra dati calcolati e dati misurati in alcune sezioni nei pressi di Mezzocorona (Tn). Come si può osservare, la caratterizzazione morfologica adottata si presta bene a descrivere la loro forma e può quindi essere estesa a tutto il corso d'acqua, in modo da fornire una descrizione compiuta

della forma delle sezioni a partire dalla conoscenza di pochi dati, relativamente facili da reperire.

Al fine di verificare la bontà dei parametri adottati è stato anche creato un modello unidimensionale Hec-Ras sulla base delle sezioni "nude" battute nel 1996 dall'Autorità di Bacino Adige e sono stati calcolati i valori medi di  $a$  e  $b$  caratteristici del fiume. Il confronto di tali valori con quelli generali (eq. 8) ha permesso di ritenere valido il criterio di caratterizzazione morfologica di sezioni nude esplicitato in precedenza.

### Taratura del modello idro-morfodinamico

Per quanto attiene il solo modello idro-morfodinamico unidimensionale, esso è stato tarato sulla base del trasporto solido misurato in passato nelle stazioni torbidimetriche di Trento e Boara Pisani, e verificato sia confrontando le pendenze misurate da un modello digitale del terreno risalente al 1996, sia sulla base del confronto fatto tra le sezioni fluviali del 1954 e del 1996.

La figura 5 rappresenta la diminuzione di trasporto solido medio annuale tra i due periodi di misurazione e permette di stimare come tale trasporto sia ancora in diminuzione a causa di molteplici fattori precedentemente menzionati (matematicamente schematizzati all'interno del codice utilizzato). (Di Silvio et al., 2009)

L'applicazione del modello è stata fatta ipotizzando un orizzonte di partenza del 1876, sulla base dei dati attuali e di alcune considerazioni necessarie per la ricostruzione delle condizioni iniziali. Nelle figure 6 e 7 si è voluto quindi riportare un confronto tra le pendenze medie calcolate dal modello matematico e quelle ricavabili da un DTM realizzato dall'Autorità di Bacino Adige e relativo allo stesso periodo (Fig. 6) ed un confronto tra le sezioni misurate a terra nel 1954 e

nel 1996 (Fig. 7).

Come si evince dai relativi grafici, il modello risulta abbastanza preciso nella riproduzione dell'andamento evolutivo del fiume nel tratto a valle di Albaredo d'Adige (Vr), mentre sussistono ancora alcune incertezze nella riproduzione del profilo compreso tra le città di Trento e Verona, soprattutto per quanto attiene il tratto veronese. Tali incertezze possono dipendere dagli scarsi dati di input noti per tale zona (granulometria e geometria del fiume e degli affluenti). E' da evidenziare come, allo stato attuale delle conoscenze,

siano assenti delle misurazioni batimetriche storiche del tratto compreso tra la sorgente di Resia (Bz) e Trento, e quindi sia impossibile eseguire una corretta validazione del modello per la parte iniziale del fiume.

### CONCLUSIONI E FUTURI SVILUPPI

Il modello unidimensionale presentato in questo studio rappresenta un primo approccio all'analisi integrata dell'idrologia, dello sviluppo della vegetazione riparia e dell'evoluzione morfologica di un ambiente fluviale. La semplicità di tale modello permette quindi un'analisi a lungo termine, necessaria al fine di

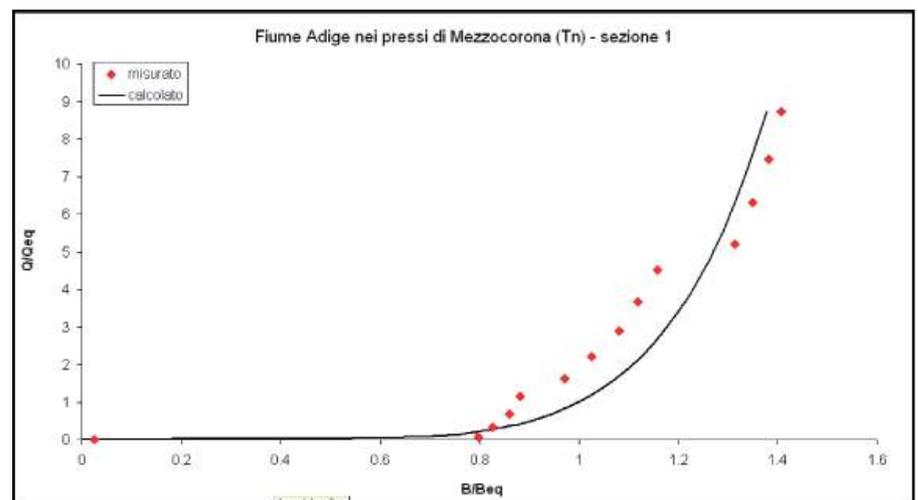


Figura 4 - Caratterizzazione della forma di due sezioni misurate nei pressi di Mezzocorona.

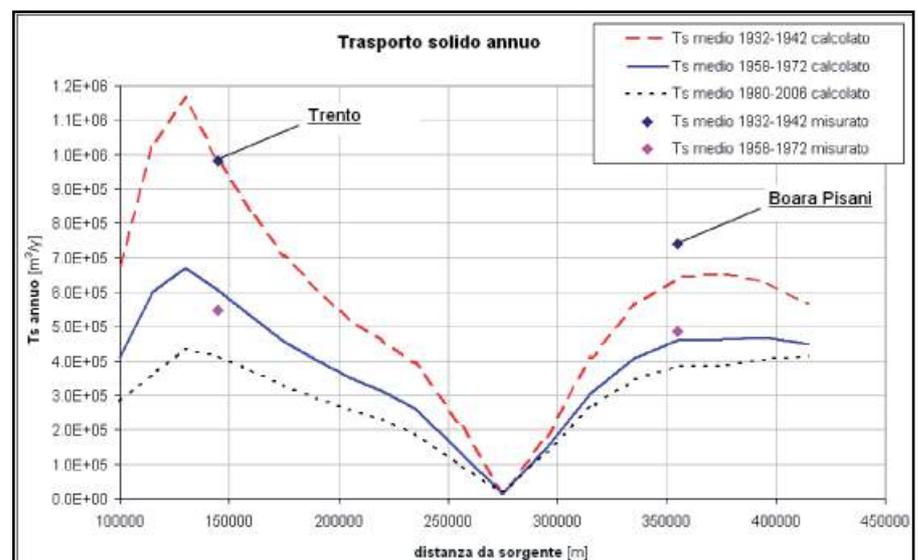


Figura 5 - Taratura del modello sulla base del trasporto solido annuo misurato nelle stazioni torbidimetriche di Trento e Boara Pisani (Ro).

un'adeguata valutazione delle variazioni morfologiche.

Alcune prime applicazioni del modello, qui non riportate, evidenziano come ad una rilevante riduzione della portata liquida corrisponda una riduzione dell'effettiva larghezza di trasporto, un'incisione del canale principale ed un aumento della vegetazione riparia.

L'attuale codice di calcolo può essere migliorato rilassando alcune ipotesi (es: popolazione unica in regime stazionario, adattamento immediato della larghezza equivalente alla

portata equivalente, adattamento immediato della popolazione alla capacità portante) ed inserendo la descrizione di differenti fasi di crescita della popolazione, da caratterizzarsi per ogni specie studiata.

Per quanto attiene lo studio del trasporto di sedimenti del fiume Adige, si vuole ancora rimarcare come le attuali conoscenze granulometriche e di trasporto solido siano decisamente insufficienti a caratterizzare compiutamente il corso d'acqua. Risulta quindi necessario ampliare tali conoscenze, anche al fine di

garantire un'adeguata organicità al futuro Piano di Gestione previsto dalla Direttiva 2000/60/CE.

#### BIBLIOGRAFIA

A) Di Silvio, G. and Peviani, M. A., 1989. - *Modelling short-and long-term evolution of mountain rivers: an application to the torrent Mallero (Italy)*. International Workshop on fluvial hydraulics of mountain regions, Trento.

B) Di Silvio G., Nones M., Guarino L., 2009. - *Bilancio di sedimenti a scala di bacino: un modello per il fiume Adige*. Rivista ufficiale dell'Autorità di Bacino Adige

C) Fasolato, G., Ronco, P., Di Silvio, G., 2009a. - *How fast and how far do variable boundary conditions affect river morphodynamics*. Journal of Hydraulic Research

D) Fasolato, G., Ronco, P., Langendoen, E.J., Di Silvio, G., 2009b. - *Validity of uniform flow hypothesis in one-dimensional morphodynamics models*. Journal of Hydraulic Engineering

E) Knighton, D., 1998. - *Fluvial forms and processes: a new perspective*. J. Wiley & Sons, London

F) Leopold, L.B., Wolman, M.G., 1957. - *River Channel Patterns: Braided, Meandering and Straight*. U.S. Geological Survey Professional Paper, 282-B.

G) Nones M., Bonaldo D., Di Silvio G., Guarino L., 2009. - *Sediment budget of rivers at watershed scale: the case of Adige River*. European Geosciences Union, General Assembly 2009, Vienna.

H) Ronco, P., Fasolato, G., Di Silvio, G., 2009. - *Modelling evolution of bottom profile and grain-size distribution in unsurveyed river*. International Journal of Sediment Research.

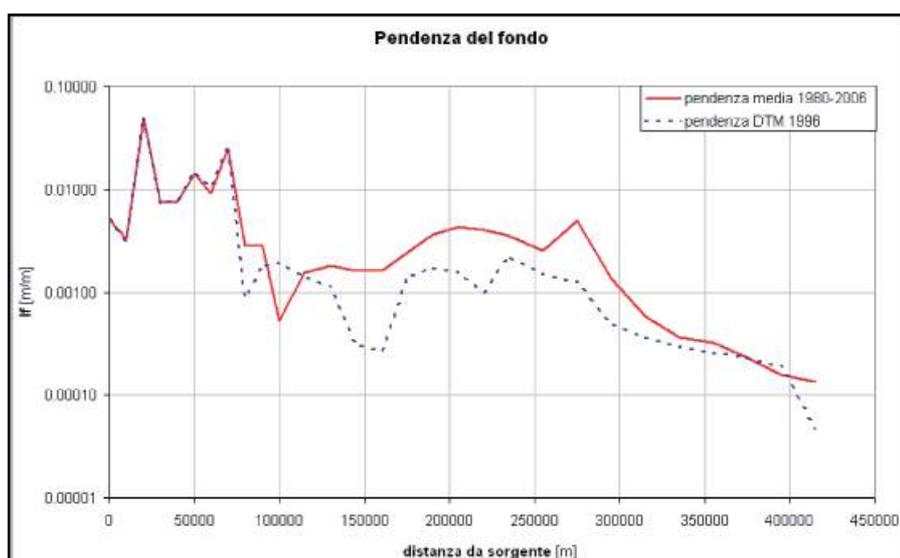


Figura 6 - Analisi della pendenza del fondo alveo: confronto tra il dato misurato da DTM e quello calcolato dal modello.

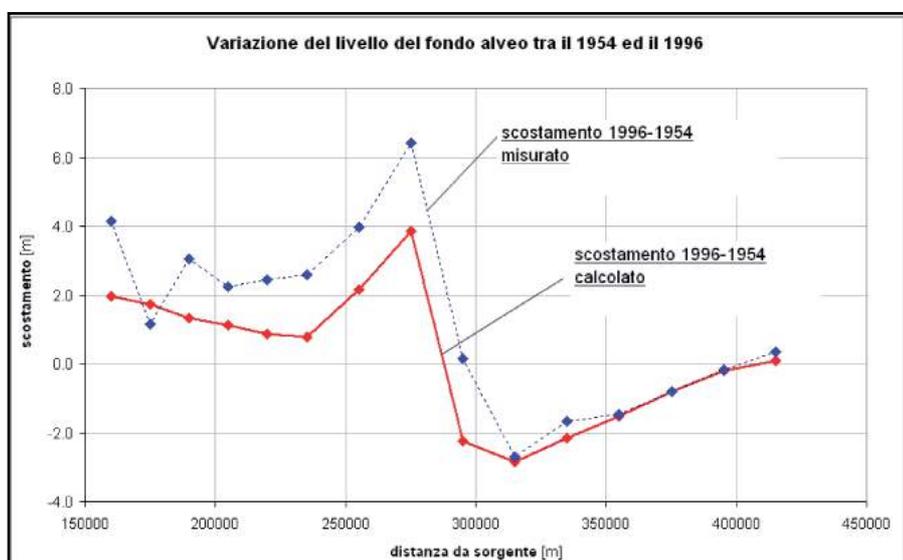


Figura 7 - Analisi delle variazioni del livello del fondo alveo intercorse tra il 1954 ed il 1996: confronto tra il dato misurato e quello calcolato dal modello.

# LA GESTIONE DEGLI HABITAT NATURA 2000 COME ELEMENTO DELLA RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE

PAOLO VARESE, ROBERTO SINDACO, ALESSANDRO CANAVESIO

*Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente, corso Casale 476, 10132 Torino*

*E-mail: varese@ipla.org*

## SUNTO

Sono individuati gli habitat naturali ai sensi della Direttiva Habitat (DIR 92/43/CEE) presenti nelle zone riparie dei corsi d'acqua italiani: dalle acque, ai greti, alle formazioni erbacee dei settori alluvionali, ai popolamenti legnosi arbustivi ed arborei, il panorama è molto vasto grazie alla grande diversità di climi e di ambiti fitogeografici presenti sul territorio italiano, nei contesti alpini, padani, appenninici e mediterraneo-costieri. Questi habitat naturali costituiscono una parte molto importante della biodiversità del nostro paese e sono attualmente sottoposti ad un certo numero di minacce di tipo antropico. La ricerca di indicatori di funzionamento degli habitat fluviali e l'organizzazione di un monitoraggio continuativo possono avere un senso importante in particolare nei Siti di Interesse Comunitario, in quanto inseriti in una vasta rete europea (Natura2000) che permette la condivisione di esperienze e di intenti. Infatti, ad eccezione di interventi sulle popolazioni animali, la gestione attiva degli habitat naturali presenti nell'ambito fluviale è materia rara nel nostro paese oppure è ancora rappresentata solo da interventi puntuali e sporadici: ancora più raramente si dispone di un monitoraggio efficace sulle misure gestionali, strutturali e non, messe in campo. Nel presente lavoro si sottolinea come l'agricoltura e la selvicoltura possano avere un ruolo significativo

nella gestione degli habitat fluviali, recuperando ad esempio pratiche agricole tradizionali nelle zone perifericali e affidando un ruolo di riequilibrio ecologico ad una selvicoltura prossima alla natura adattata al contesto fluviale. Nell'incertezza derivante dai possibili cambiamenti climatici in corso, le misure gestionali dirette sugli habitat potranno avere effetto duraturo solo se affiancate da una "restoration" dei caratteri idromorfologici di interi settori di corsi d'acqua in modo da garantirne il corretto funzionamento ecologico.

## INTRODUZIONE

Nel 1992 l'Unione Europea ha avviato un vasto progetto sulla conservazione della biodiversità promuovendo la Rete Natura 2000. La Direttiva 92/43/CEE (Direttiva Habitat) individua gli habitat e le specie di interesse comunitario da tutelare nell'ambito Natura 2000. Questa Direttiva è stata ratificata dall'Italia nel 1997 (con successivi aggiornamenti); con il Progetto Bioitaly sono stati in seguito individuati e proposti alla UE i Siti di Interesse Comunitario all'interno dei quali garantire la conservazione degli habitat e delle specie della Direttiva Habitat.

Senza entrare qui nel merito delle normative vigenti e nelle problematiche generali della gestione dei SIC di tipo fluviale (vedasi ad esempio Canavesio et al., 2009), ci si soffermerà sugli aspetti

relativi agli habitat e alle specie della Direttiva in ambito fluviale nonché all'interesse che possono rivestire tali ambienti e specie nell'ambito della Riqualificazione Fluviale. In particolare, si porrà l'attenzione sull'approccio agli habitat e alle specie nella fase della loro individuazione e riconoscimento; per quanto concerne la fase di inventario e cartografia, alcune problematiche sono già state messe in evidenza (Varese, 2009) e sono attualmente sottoposte a verifica in vista di un ulteriore affinamento metodologico. Infine, per quanto concerne il monitoraggio e la gestione degli habitat e delle specie, data la scarsità di esperienze per il territorio italiano, verranno riportati alcuni elementi di riflessione basati in buona parte su spunti provenienti da esperienze estere.

## INDIVIDUAZIONE E RICONOSCIMENTO DEGLI HABITAT FLUVIALI

Anche se vi sono sfumature diverse di significato, vengono sovente usati indifferentemente nella pratica corrente i termini di "habitat" o di "biotopo" per indicare "porzioni di territorio che costituiscono un'entità ecologica di rilevante interesse per la conservazione della natura" (Sindaco et al. 2003). Questa ambiguità di significato e il sovrapporsi, nelle due definizioni, di elementi fisionomici, ecologici, biogeografici e corologici fa sì che la caratterizzazione di tali ambienti e la loro individuazione sul terreno abbia finora prodotto una notevole varietà di vedute, interpretazioni e di malintesi metodologici almeno per una certa parte di essi. Per venire incontro a questi problemi interpretativi la Comunità Europea ha prodotto e sistematicamente aggiornato una serie di manuali (contraddistinti dai codici EUR15, EUR25, EUR27) che hanno permesso di dirimere alcune questioni in

merito agli aspetti ecologici, fisionomici, biogeografici e corologici di questi habitat naturali, appoggiandosi parallelamente alle tipologie europee CORINE Biotopes e EUNIS e al sistema di classificazione vegetazionale di tipo fitosociologico. L'approccio fitosociologico stesso risulta un fattore non univocamente interpretabile, esistendo diverse scuole e schemi sintassonomici a tal proposito: le linee guida italiane (Anonimo, 2002) raccomandano l'approccio sinfitosociologico (si veda a questo proposito la sintesi di Biondi et al., 2004), capace di evidenziare, se interpretata correttamente, anche la situazione potenziale oltre a quella reale (analisi delle serie di vegetazione). Interpretazioni ulteriori vanno effettuate anche per quei territori con altissima presenza di endemismi tali da aver determinato un elevato e differenziato numero di syntaxa anche in ambito alluvionale (Brullo e Spampinato, 1990). In molti paesi centroeuropei vengono utilizzati schemi sintassonomici legati alla fitosociologia ecologica o a quella sigmatista, mentre in Svizzera (che pur non facendo parte della UE ha un sistema di monitoraggio assai avanzato e una lista habitat quasi identico a quello europeo: Delarze et al., 1998) viene usata in ambito fluviale la fitosociologia sinusiale (Roulier, 1998). La Francia, pur presentando anch'essa varie scuole di tipo fitosociologico, ha avuto il grande merito di elaborare dei "Cahiers d'Habitats" ovvero una sintesi ed interpretazione unitaria delle conoscenze vegetazionali sugli habitat della Direttiva: in particolare sugli habitat ripari è stato compiuto un lavoro preliminare d'analisi molto dettagliato (Rameau, 1992 e 1995) che fornisce un quadro d'insieme per le varie regioni biogeografiche (atlantica, alpina, continentale, mediterranea).

Nell'ambito strettamente fluviale,

in genere, non esistono particolari ostacoli interpretativi, anche se occorre adottare alcuni accorgimenti e definire con maggior precisione alcuni caratteri diagnostici; sarebbe comunque utile giungere all'elaborazione di chiavi dicotomiche di identificazione degli habitat anche e soprattutto nei livelli gerarchici inferiori non contemplati dalle chiavi EUNIS. Uno degli elementi diagnostici da chiarire è il contesto biogeografico: ad esempio, nel territorio italiano appenninico risulta sovente difficile discriminare il carattere mediterraneo (92A0) o medioeuropeo (91E0\*) dei saliceti di salice bianco e dei pioppeti di pioppo bianco o nero. Dal momento che non appaiono particolari indicatori fitogeografici di "mediterraneità" nelle specie presenti, occorre analizzare altri fattori come (a) la

localizzazione a grandi linee nella regione biogeografica segnalata dall'apposita carta europea redatta in ambito Natura 2000 (che però assegna al dominio medioeuropeo anche la costa ferrarese, il carso costiero triestino o il Conero, dove sono presenti fitocenosi prettamente mediterranee); (b) l'adiacenza di altre fitocenosi nell'ecocomplesso ripario nelle quali può trasparire o meno tale carattere mediterraneo; (c) l'esistenza di un periodo arido estivo nel clima locale, ad es. ai sensi di Bagnouls e Gausson o di altri indici climatici di mediterraneità. A tal proposito i corsi d'acqua appenninici si presentano in genere strutturati in settori bioclimatici nel modo seguente (Tab. 1).

Ovviamente non mancano le eccezioni: l'habitat di bosco ripario

<i>Tipi di bacino</i>	<i>Contesto del tratto montano</i>	<i>Contesto del tratto intermedio</i>	<i>Contesto del tratto inferiore</i>
padano e medio-alto adriatico	medioeuropeo	supramediterraneo	continentale temperato
tirrenico, ionico e basso adriatico	medioeuropeo	supramediterraneo	mesomediterraneo

Tabella 1 - Settori bioclimatici dei corsi d'acqua appenninici.

a carattere mediterraneo a *Salix alba* e a *Populus alba* 92A0 è stato infatti segnalato anche in Lombardia (Casale et al., 2008) nel basso corso dell'Oglio a valle di Cremona e nel Mantovano e lo stesso può dirsi per habitat di corsi d'acqua alpini identificati ad esempio in Abruzzo o nell'Appennino settentrionale, là dove il termine inglese "alpine rivers" è stato inteso in senso più ampio.

Un secondo aspetto critico è quello della definizione del flusso permanente o intermittente del corso d'acqua: alcuni habitat infatti si rinvencono lungo corsi d'acqua il cui flusso temporaneo o permanente risulta variabile nel corso degli anni a seconda dell'andamento delle precipitazioni; è il caso, ad

esempio, di molti tributari di destra del Po provenienti dall'Appennino come i torrenti Parma o Curone, ma anche di tratti di corsi d'acqua provenienti dalle Alpi come in Piemonte il fiume Po tra Martignana e Revello, il Pellice, il Chisone, il Varaita o il Maira nell'alta pianura, tutti corsi d'acqua non certo sottoposti agli eccessi di aridità estiva del bioclina mediterraneo, ma in certi anni completamente depauperati della propria acqua a causa di prelievi eccessivi a scopo irriguo. Più definito è il caso delle fiumare lucane, calabre e siciliane e dei corsi d'acqua dei settori carsici, dove in genere i settori a deflusso permanente e quelli a deflusso intermittente sono meglio definibili sul terreno. Anche in questo caso uno studio di dettaglio degli idrosistemi

locali resta di fondamentale importanza per la definizione dei settori e degli habitat naturali che li caratterizzano.

Una terza fonte di incertezza è data infine dalla presenza o copertura delle specie indicatrici e dagli aspetti fisionomici dell'habitat, come nel caso della dizione "a galleria" dei saliceti e pioppeti dell'habitat 92A0, non sempre presente lungo i corsi d'acqua. Non si tratta di questioni poco rilevanti, ma di caratteri discriminanti che salgono all'attenzione dei rilevatori quando si tratta di riconoscere sul terreno e cartografare i popolamenti ripari e di definire delle soglie differenziali tra le diverse unità; neanche la tipologia CORINE Biotopes (parallela a quella Natura 2000) può fornire un supporto in tal senso, in quanto strutturata nei vari livelli in modalità non coerenti tra loro (commistione di elementi ecologici, fisionomici, geografici, fitosociologici, ecc). Quale deve essere, ad esempio, la copertura della specie indicatrice nel caso dei "Fiumi mediterranei a flusso permanente con *Glaucium flavum*" oppure nel caso dei "Fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a *Myricaria germanica*" ? Deve formare dei popolamenti estesi, oppure è sufficiente che sia presente in modo frammentario? E se poi, a seguito della dinamica alluvionale, una piena si porta via tutta la popolazione di queste specie, non si considera più come habitat il sito in cui era presente prima e occorre considerarlo altrove, dove magari l'anno dopo ne compare nuovamente la rinnovazione naturale? Si ritiene che l'instabilità delle condizioni dell'alveo fluviale e le dinamiche che qui agiscono rendano necessari visioni ampie dei biotopi presenti nel letto principale del corso d'acqua, facendo in questo caso ricorso ad interpretazioni degli habitat congruenti con il concetto

di "metapopolazione". La presenza di specie indicatrici deve comunque essere documentata e coerente con le condizioni idromorfologiche del corso d'acqua esaminato.

### Una panoramica sugli habitat fluviali e perifluviali italiani

In Italia, dopo la pubblicazione di una preliminare sintesi sugli habitat Natura 2000 a cura del WWF basata sui dati delle schede ministeriali dei SIC (Petrella et al., 2005), un apposito gruppo di lavoro nazionale sta concludendo un lavoro di sintesi interregionale sugli habitat italiani su base bibliografica appoggiandosi su revisori regionali (Selvaggi, in verbis). In precedenza sono stati pubblicati diversi manuali (Sindaco et al., 2003; Alessandrini e Tosetti, 2001; Bassi (coord.), 2007; Mariotti, 2008; Poldini et al., 2006; Lasen e Wilhalm, 2004, ecc.), riferiti soprattutto all'Italia settentrionale e sovente assai dettagliati, che hanno fatto il punto sulle conoscenze relative agli habitat e alle specie animali e vegetali della Direttiva

Habitat a livello regionale. Senza entrare nello specifico argomento della classificazione e delle diverse interpretazioni, si riporta qui una elencazione degli habitat fluviali sulla base della loro esclusività o meno per l'ambiente fluviale.

#### *Habitat strettamente fluviali*

Ci si riferisce ad habitat presenti all'interno o ai margini dell'alveo fluviale, in connessione stretta con le dinamiche idromorfologiche e con la falda (oscillazioni annue). In questo contesto vi sono le acque, i greti, i depositi alluvionali fini, gli arbusteti a Salicacee e i boschi ripari a legno tenero e a legno duro, questi ultimi presenti in genere al margine (rii di acqua freatica) o nelle stazioni più evolute della zona alluvionale.

#### *Habitat perifluviali, non necessariamente legati al solo ambito fluviale*

Ci si riferisce in questo caso ad habitat generalmente presenti sulle superfici alluvionali più o

Natura 2000	CORINE Biotopes	Denominazione	Numero di SIC in cui è segnalato l'habitat
3220	24.221	Fiumi alpini con vegetazione riparia erbacea	132
3230	24.223	Fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a <i>Myricaria germanica</i>	26
3240	24.224	Fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a <i>Salix eleagnos</i>	160
3250	24.225	Fiumi mediterranei a flusso permanente con <i>Glaucium flavum</i>	34
3260	24.4	Corsi d'acqua con vegetazione del <i>Ranunculon fluitantis</i> e <i>Callitricho-Batrachion</i>	216
3270	24.52	Fiumi con argini melmosi con vegetazione del <i>Chenopodion rubri</i> e <i>Bidention</i>	133
3280	24.53	Fiumi mediterranei a flusso permanente con vegetazione del <i>Paspalo-Agrostidion</i> e vegetazione legnosa di <i>Salix</i> e <i>Populus alba</i>	103
3290	24.16	Fiumi mediterranei a flusso intermittente e vegetazione del <i>Paspalo-Agrostidion</i>	47

Tabella 2 - : Acque correnti e cenosi in loro prossimità.

Natura 2000	CORINE Biotopes	Denominazione	Numero di SIC in cui è segnalato l'habitat
91F0	44.4	Foreste miste riparie di grandi fiumi a <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> e <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> o <i>Fraxinus angustifolia</i> ( <i>Ulmion minoris</i> )	503
91E0*	44.1 - 44.2 - 44.3	Foreste alluvionali di <i>Alnus glutinosa</i> e <i>Fraxinus excelsior</i> ( <i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> )	116
92A0	44.6	Foreste a galleria di <i>Salix alba</i> e <i>Populus alba</i>	393
92C0	44.713	Foreste di <i>Platanus orientalis</i> e <i>Liquidambar orientalis</i> ( <i>Platanion orientalis</i> )	18
92D0	44.81	Gallerie e forteti ripari meridionali ( <i>Nerio-Tamaricetea</i> e <i>Securigenion tinctoriae</i> )	89

Tabella 3 - Boschi ripari a legno tenero e a legno duro.

meno terrazzate e non raggiungibili dalla dinamica alluvionale annua o decennale e, quindi, sovente non connessi con la falda (per alcune problematiche sulla loro conservazione vedere Bracco e Sartori, 1996). Sono dunque cenosi che possono essere incontrate anche in contesto non alluvionale (vegetazione zonale), in particolare su alluvioni consolidate, in stazioni colluviali ai margini dei corsi d'acqua o in stazioni detritiche o rocciose collinari o montane. Gli habitat relativi alle acque stagnanti come gli stagni temporanei mediterranei (3170, di cui a livello europeo si dispone di una guida particolareggiata per il monitoraggio e la gestione: Ruiz, 2008) oppure le acque calcaree con comunità algali a *Chara* (3140), possono trovarsi anche in zone lacustri, di interrimento di stagni o in depressioni fuori dall'ambito strettamente fluviale. Il numero di habitat perifluviali o marginalmente legati alle zone fluviali è molto vasto. In ambito forestale sono comprese tutte le formazioni della vegetazione zonale là dove si ha l'alveo torrentizio scavato in roccia o in terrazzi più antichi: i quercocarpineti, le peccete, le faggete, i lariceti, le torbiere boscate di alcuni fondovalle alpini, gli acerotiglio-frassineti del *Tilio-Acerion*, le leccete (queste ultime in particolare lungo i corsi d'acqua carsici o a regime intermittente dell'area mediterranea) e alcune loro forme di degradazione (ad esempio i popolamenti a *Laurus nobilis*) possono essere direttamente prospicienti al corso d'acqua pur non avendo connessione ecologica o dinamica diretta con esso. Tra la vegetazione arbustiva ed erbacea sono comprese diverse praterie alpine e subalpine, le praterie aride di bassa quota (*Festuco-Brometea*), i prati da sfalcio di vario genere (*Arrhenatherion*, *Cynosurion*, *Molinion coeruleae*,

*Polygono-Trisetion*) e le sorgenti con formazione di travertino con associazioni briofitiche legate al *Cratoneurion*. Di particolare interesse conservazionistico (Calaciura e Spinelli, 2008) sono le praterie aride (habitat diversi: 6110, 6210, 6220) e le zone sabbiose sia in ambito interno continentale (2330: Formazioni a *Corynephorus canescens*) che in ambito costiero, nelle vicinanze delle foci dei fiumi. Nei delta, come quello del Po, sono infine presenti raggruppamenti vegetali alofili comuni o simili a quelli presenti lungo le depressioni costiere (vedere in Bassi, 2007). La maggior parte di queste formazioni erbacee o suffruticose presenta una biodiversità elevatissima sia a livello animale che vegetale, dalle praterie aride del bacino del Po alle formazioni xeriche delle fiumare dell'Italia meridionale e insulare: esse sono sottoposte a equilibri dinamici molto delicati in quanto sovente legate ad un pregresso uso agricolo tradizionale del territorio (pascolamento, sfalcio, ecc), oggi spesso abbandonato.

#### Inventario e cartografia di habitat e specie

Il trattamento dei dati puntuali ed areali rilevati nella fase di inventario è alla base dell'elaborazione di check-list e delle carte degli habitat: in zona fluviale la georeferenziazione dei dati puntuali e la rappresentazione cartografica degli habitat sono legate ad alcune aleatorietà come la rapida obsolescenza dell'informazione (Varese, 2009), ma rappresentano comunque il fondamentale punto di partenza per il monitoraggio degli ecosistemi ripari, delle specie utilizzate come indicatori e per l'elaborazione di carte derivate a scopo gestionale. Per il monitoraggio e la gestione risulta dunque importante definire un "momento zero" per lo studio dell'evoluzione delle cenosi e

delle popolazioni delle specie attualmente censite. Le esperienze in corso sulla cartografia degli habitat e delle specie fluviali permetteranno di affinare meglio procedure di rilevamento e di restituzione cartografica funzionali ad un efficace monitoraggio.

#### MONITORAGGIO E GESTIONE DEGLI HABITAT E DELLE SPECIE FLUVIALI

Al pari della Direttiva Acque (Dir.2000/60/CE), nella Direttiva Habitat è contemplato il principio di non deterioramento. Mentre l'obiettivo della Direttiva Acque è il raggiungimento di un buono stato ecologico delle acque, l'obiettivo della Direttiva Habitat è il raggiungimento di uno stato di conservazione soddisfacente degli habitat in termini areali, e funzionali (Commissione Europea, 2000; Anonimo, 2002), valutabili attraverso i seguenti requisiti:

- la struttura e le funzioni specifiche necessarie al mantenimento a lungo termine dell'habitat devono essere soddisfacenti;
- lo stato di conservazione delle specie tipiche deve essere a sua volta soddisfacente;
- l'area di ripartizione dell'habitat deve rimanere stabile o essere in estensione.

I fattori che contribuiscono a ridurre le superfici di un habitat naturale possono essere considerati un degrado. Secondo l'interpretazione della Commissione Europea (2000), la condizione di degrado, riferibile agli habitat, incide sulle condizioni fisiche del sito e come tale può essere attribuita a qualsiasi evento che contribuisca a ridurre le superfici di un habitat naturale. Il concetto di perturbazione va riferito alle specie, non incide sulle condizioni fisiche di un sito ed è limitato nel tempo; qualsiasi evento che contribuisca al declino a lungo termine della popolazione

di una specie della Direttiva Habitat sul sito è dunque definibile come perturbazione. In ambito fluviale occorre tuttavia sottolineare che la ricorrenza periodica delle piene, i fenomeni di erosione e di sedimentazione, la dinamica ciclica degli ecosistemi, il fenomeno di deriva delle popolazioni animali (drift) e vegetali (specie cosiddette “dealpine”, originarie dell’ambito montano e subalpino e che sono trasportate dai corsi d’acqua nei fondovalle o talora fino in pianura) sono fenomeni naturali che determinano cambiamenti temporanei delle condizioni ambientali (disturbance dynamics: Middleton, 1999) anche importanti a livello ecosistemico (CIRF, 2006). Tali condizioni, definibili come “metastabili”, portano alla caratterizzazione di “metapopolazioni”, caratterizzate da una ampia frammentarietà tra i nuclei e cicliche estinzioni e ricolonizzazioni, come avviene per le cenosi a *Myricaria germanica* e a *Glaucium flavum*, specie vegetali indicatrici di appositi habitat della Direttiva Habitat o per *Typha minima*, specie di elevato interesse conservazionistico (Selvaggi, 2008). I fenomeni alluvionali naturali non possono quindi essere considerati come fattori di degrado, ma come “motore” ecologico vitale per la rinnovazione delle specie e delle fitocenosi (Karrenberg et al. 2002). Il degrado è al contrario originato dalla profonda alterazione delle dinamiche idromorfologiche (diminuzione delle portate, incisione dell’alveo, modificazione morfologica degli alvei, ecc) che determinano anche in tempi brevi la rarefazione o la scomparsa delle principali cenosi o specie strettamente alluvionali. Se la gestione dei SIC si pone l’obiettivo fondamentale di salvaguardare le specie e la funzionalità ecologica degli habitat (Commissione Europea, 2000) appare evidente come per un

SIC in ambito fluviale, il ripristino delle dinamiche idromorfologiche naturali diventi cruciale.

### Il monitoraggio degli habitat e delle specie

L’Italia soffre complessivamente di un grave ritardo a livello nazionale nell’implementazione dei piani di gestione e nel monitoraggio di habitat e specie nei SIC: a livello locale, tuttavia, alcuni monitoraggi vengono effettuati su iniziativa di singole aree protette, specialmente nell’ambito dei progetti LIFE. Molti paesi europei hanno una Rete di Monitoraggio nazionale su habitat e specie, come ad esempio la Germania dal 2005, il Regno Unito dal 1998, la Svezia con programma predisposto nel 2003 e operativo dal 2005. In Svizzera un programma è attivo dal 2001 (Monitoring de la Biodiversité en Suisse: B.C.M.B.S., 2009) ed in alcuni progetti di riqualificazione fluviale protocolli di monitoraggio molto impegnativi sono applicati sulle specie e sugli habitat fluviali (Woolsey et al., 2005). In diversi paesi è adottato per il monitoraggio delle specie e degli habitat il modello P.S.R. (dall’inglese “Pressure-State-Response”) che stabilisce diversi valori in materia di biodiversità sulla base di tre differenti tipi di indicatori (di stato; di pressione; di risposta).

Dal momento che in letteratura sono noti oltre 150 modalità di monitoraggio differenziate in quanto a campionamento, protocolli, finalità, durata, intensità dei rilievi, ecc. (Schmeller, 2008; Lengyel et al., 2008), appare opportuno studiare protocolli specifici al contesto locale degli habitat e delle specie adeguati agli obiettivi della loro gestione e definire comuni indicatori di riferimento; fondamentale a tal proposito è il progetto europeo di indicatori SEBI 2010 (E.E.A., 2009). Come monitoraggio è auspicabile

non solo effettuare conteggi annuali di individui all’interno di aree di saggio individuate col metodo dei quadrati permanenti, ma, per esigenze di budget e di sostenibilità nel tempo, integrare modalità a livello lineare e areale: utili per monitorare i cambiamenti spaziali dell’ecocomplesso ripario sono ad esempio i transetti trasversali all’alveo. A livello areale metodi basati sul telerilevamento periodico degli habitat sono oggi resi possibile da tecnologie GIS molto efficienti e a costo sempre più accessibile. A tal fine, è necessario privilegiare habitat e specie “obiettivo”, a marcato carattere indicatore, quali oggetti principali del monitoraggio, variabili da sito a sito in funzione delle priorità di gestione; risulta evidente che l’approccio va adattato e diversificato in funzione delle comunità biologiche e delle specie da monitorare.

### Specie degli allegati della Direttiva Habitat legate agli habitat fluviali

Numerose specie animali inserite negli allegati della Direttiva Habitat sono più o meno strettamente legate ad ambienti “fluviali”, intendendo con questa espressione non solo il corso d’acqua in senso stretto, ma anche gli habitat acquatici o umidi connessi alla dinamica fluviale; a seconda della loro auto-ecologia e del loro più o meno stretto legame con l’ambiente fluviale, esse possono variabilmente essere utilizzate come indicatori della naturalità degli ecosistemi fluviali. (D’Antoni et al., 2003). E’ questo il caso di *Vertigo moulinsiana*, piccolo gasteropode delle zone umide ricche di vegetazione (risorgive, lanche fluviali). Inoltre, anche tra le specie acquatiche, ne esistono alcune che si sono adattate ad habitat seminaturali, quando non marcatamente artificiali, e pertanto la loro conservazione non è unicamente legata alla conservazione degli habitat naturali.

SPECIE	HABITAT
<i>Vertigo angustior</i>	Zone umide
<i>Vertigo moulinsiana</i>	Lanche, risorgive
<i>Austropotamobius pallipes</i>	Torrentelli, fossati
<i>Coenagrion mercuriale</i>	Ruscelli, risorgive
<i>Gomphus flavipes</i>	Fiumi, canali
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Fiumi, canali
<i>Oxygastra curtisii</i>	Torrenti, fiumi, laghi
<i>Euproctus platycephalus</i>	Torrentelli
<i>Salamandrina terdigitata</i> e <i>S. perspicillata</i>	Torrentelli
<i>Triturus carnifex</i>	Lanche, altre acque ferme
<i>Proteus anguinus</i>	Torrenti sotterranei
<i>Bombina pachypus</i> e <i>B. variegata</i>	Torrentelli, acque ferme
<i>Discoglossus pictus</i>	Acque ferme e debolmente correnti
<i>Discoglossus sardus</i>	Acque ferme e debolmente correnti
<i>Pelobates fuscus insubricus</i>	Acque ferme e lanche
<i>Bufo viridis</i>	Acque ferme e debolmente correnti
<i>Hyla arborea</i> , <i>H. intermedia</i> , <i>H. sarda</i>	Acque ferme, rami laterali dei fiumi, lanche etc.
<i>Rana italica</i>	torrentelli
<i>Rana latastei</i>	lanche
"Rane verdi" (genere <i>Pelophylax</i> )	Acque ferme e debolmente correnti
<i>Emys orbicularis</i>	Acque ferme e debolmente correnti, lanche
<i>Natrix cettii</i>	Torrentelli
<i>Natrix tessellata</i>	Fiumi, torrenti, laghi
<i>Lutra lutra</i>	Fiumi, torrenti, laghi

Tabella 4 - Alcune specie animali della Direttiva Habitat (allegati 2 e 4) presenti negli ambienti fluviali italiani (pesci e lamprede escluse); in grassetto le specie esclusivamente presenti in habitat fluviali (sensu lato) e strettamente dipendenti dal buono stato di conservazione dell'habitat per la loro sopravvivenza..

A questa categoria appartengono per esempio due libellule, *Gomphus flavipes* e *Ophiogomphus cecilia*, originarie dei grandi fiumi planiziari ma attualmente, almeno nell'Italia nord-occidentale, più frequenti nei grandi canali dell'area risicola che non nei loro ambienti di origine.

Numerose specie hanno come habitat di elezione le prime aste del reticolo idrografico (torrentelli e torrenti con acque fresche, soprattutto con presenza di copertura boschiva), in particolare alcuni anfibi (specie dei generi *Salamandrina* e *Bombina*, *Rana italica*), e il gambero di fiume (genere *Austropotamobius*), quest'ultimo adattato anche ai fossati con acque pulite tra i prati e nelle risorgive; risorgive e fossati ricchi di vegetazione sono anche l'habitat della libellula *Coenagrion mercuriale*. Torrenti di dimensioni maggiori sono l'habitat dell'odonato *Oxygastra curtisii* (presente più raramente anche in laghi e lungo i fiumi); in questo caso l'elemento

determinante è la presenza sulle sponde di vegetazione arborea (per es. ontani), tra le cui radici scoperte si sviluppano le larve. Particolarmente interessante è l'erpetofauna dei corsi d'acqua corrente della Sardegna (*Euproctus platycephalus*, *Discoglossus sardus*, *Natrix cettii*), minacciata prevalentemente dall'immissione di pesci alloctoni e, per quanto riguarda gli anfibi, dalla grave patologia della chitridiomicosi, di origine sudafricana e responsabile dell'estinzione (o della drammatica rarefazione) di numerose specie in tutti i continenti (Weldon et al., 2004). Del tutto particolare è infine il caso di *Proteus anguinus*, anfibio urodelo neotenoico legato al reticolo idrografico sotterraneo del Carso. Diverse specie si sono adattate a vivere nelle acque debolmente correnti o ferme che si creano ai lati del fiume, quali lanche, pozze isolate, ecc.; la più caratteristica è *Rana latastei*, endemita padano, ma in questi habitat si incontrano

anche specie di acque ferme non strettamente legate ai contesti fluviali quali *Pelobates fuscus insubricus* (endemita padano-veneto), *Discoglossus pictus* (in Italia limitato alla Sicilia) o specie più diffuse come *Triturus carnifex*, *Discoglossus pictus*, *Bufo viridis*, *Pelobates fuscus insubricus*, le raganelle (genere *Hyla*), le rane verdi (genere - o sottogenere - *Pelophylax*), e la testuggine palustre *Emys orbicularis*. Specie strettamente legate agli ambienti acquatici in senso lato, incluse sia le acque correnti sia quelle ferme sono infine il serpente *Natrix tessellata* e la lontra (*Lutra lutra*).

Naturalmente le specie più caratteristiche degli ambienti fluviali sono quelle acquatiche in senso stretto, in primo luogo i pesci e gli agnati. Recenti studi hanno dimostrato che molte delle specie italiane sono endemiche del bacino padano-veneto o dei corsi d'acqua della penisola e pertanto

la loro conservazione riveste interesse mondiale. Purtroppo molte specie sono minacciate a causa dell'alterazione dei corsi d'acqua, dell'inquinamento e, soprattutto, della competizione con le numerosissime specie esotiche immesse nelle nostre acque. Particolarmente a rischio sono le specie che migrano tra il mare e le acque dolci e viceversa (anadrome e catadrome) per via dello sbarramento dei fiumi: è il caso delle lamprede *Petromyzon marinus* e *Lampetra fluviatilis*, degli storioni (*Acipenser* e *Huso*), dell'alosa (*Alosa fallax*). Altro gruppo ecologico particolarmente vulnerabile è rappresentato dalle specie delle risorgive e in particolare le lamprede di ruscello (genere *Letentheron*). Ovviamente i fiumi e le aree perifluviali rivestono un ruolo fondamentale per molte altre specie (per es. le specie di greto) e per tutti gli animali che su o presso l'acqua trovano nutrimento, in particolare gli uccelli (la cui protezione è legata ad una apposita Direttiva europea) e i pipistrelli.

Tra le specie vegetali, le specie in allegato della Direttiva Habitat sono poche per l'ambito fluviale italiano (ad es. *Myosotis rehsteineri*, *Isoetes malinverniana*, *Lindernia procumbens*, *Woodwardia*

*radicans*): nei piani di gestione dei SIC occorrerà individuare anche le specie ad altro statuto di protezione sulla base di liste rosse nazionali o regionali. Alcune esperienze di gestione sono state sviluppate in programmi LIFE, ad esempio per quanto riguarda le stazioni di delta lacustre sul lago di Costanza di *Myosotis rehsteineri*, specie dei sedimenti umidi lacustri e fluviali, presente in Italia solo sul Ticino, dove forma metapopolazioni di difficile individuazione e gestione diretta.

#### Obiettivi realistici per la riqualificazione degli habitat

Gli obiettivi quantitativi e qualitativi da raggiungere nella riqualificazione degli habitat possono essere complessi e vanno determinati per ogni habitat in modo interdisciplinare e sito per sito. Ad eccezione di azioni rivolte alla fauna ittica e di azioni sull'habitat di altre specie animali, poche sono ad esempio le esperienze nazionali maturate sugli Habitat Natura 2000 di tipo fluviale (vedere ad es. Zanichelli et al., 2001). Prendiamo ad esempio gli habitat forestali: per definire gli obiettivi gestionali della riqualificazione degli habitat forestali fluviali e peri-fluviali occorrerà essere molto realisti anche a causa della

scarsità di conoscenze che si ha rispetto ad altri paesi europei. In Svezia, ad esempio, dove esiste un sistema di monitoraggio di specie e habitat molto avanzato (Abenius et al., 2004), il monitoraggio ha già permesso di definire obiettivi di gestione degli habitat all'interno dei SIC molto precisi a livello areale e strutturale. In ambito fluviale si può citare per questo paese il caso dei querceti misti fennoscandici a *Quercus*, *Tilia*, *Acer*, *Fraxinus* e *Ulmus* ricchi di epifite (9020), sovente presenti in ambito fluviale (una sorta di vicariante nordico del nostro habitat 91F0). In questo caso i requisiti minimi individuati da ottenere come obiettivo della rinaturazione sono i seguenti:

- una superficie minima per sito di questa tipologia di almeno 35 ettari;
- almeno due strati ben differenziati nella struttura verticale del bosco con un minimo di 50 % delle suddette specie decidue;
- una copertura di abete rosso (*Picea abies*) non superiore al 5%;
- il rapporto tra legno morto e legno vivo pari ad almeno 1:5;
- almeno 5 delle specie licheniche tipiche nel 50% delle aree di saggio monitorate;
- almeno 40 "vecchi alberi" delle classi di età superiore presenti per sito.

SPECIE	HABITAT
<i>Myosotis rehsteineri</i>	Sedimenti umidi lacustri e fluviali (in Italia solo Ticino)
<i>Lindernia procumbens</i>	Acque stagnanti e fanghi umidi
<i>Myricaria germanica</i>	greti umidi in corsi d'acqua "braided" a carattere naturale
<i>Typha minima</i>	sedimenti umidi in corsi d'acqua "braided" a carattere naturale
<i>Isoetes malinverniana</i>	rii di risorgiva dell'alta Pianura padana occidentale
<i>Woodwardia radicans</i>	forre e rii incassati (in Calabria e Sicilia affluenti delle fiumare)
<i>Petagnea gussonei</i>	bordo di ruscelli dei Nebrodi, uniche stazioni al mondo
<i>Corynephorus canescens</i>	sabbioni perifluviali della pianura padana
<i>Erianthus ravennae</i>	stazioni dunali del Delta del Po
<i>Santolina etrusca</i>	garighe alluvionali dei corsi d'acqua intermittenti della Toscana
<i>Himantoglossum adriaticum</i>	praterie aride di greto, ad es. lungo il Taro
altre orchidee	praterie aride di greto

Tabella 5 - Alcune specie vegetali di interesse conservazionistico presenti negli ambienti fluviali e rivulari italiani; in grassetto le specie esclusivamente presenti in habitat fluviali e rivulari e strettamente dipendenti dal buono stato di conservazione dell'habitat per la loro sopravvivenza.

Il perseguimento di obiettivi di questo genere, insieme al corredo di indicatori in grado di misurare il raggiungimento, è, al momento attuale, difficilmente proponibile per l'ambito forestale italiano, stante le attuali difficoltà di gestione generalmente presenti nella maggior parte dei SIC (frammentazione della proprietà, conflitti d'uso, carenza di risorse economiche per interventi forestali non remunerativi o per seguire il monitoraggio). Benché in prospettiva occorra giungere ad obiettivi di riqualificazione più ambiziosi, siamo forse ancora ad uno stadio della gestione nel quale puntare ad obiettivi più realistici (ad es. impedire tagli andanti o ceduzioni che propagano le specie alloctone, scongiurare altre fonti di degrado di origine antropica o zoogena), cercando un riequilibrio graduale nella composizione naturale tra specie della vegetazione spontanea e contrastando l'espansione di alcune specie alloctone molto invasive (Camerano et. al, 2009). La redazione e l'approvazione da parte degli Enti preposti delle Misure di Conservazione, o preferibilmente di idonei Piani di Gestione, potrebbero sbloccare i fondi destinati alle indennità Natura2000 e rendere disponibili risorse economiche da destinare ad agricoltori e proprietari in cambio di una gestione degli habitat e delle specie che ne garantisca lo "stato di conservazione soddisfacente". Nel contempo occorrerà impostare azioni didattiche tese ad esempio all'accettazione di elementi naturali come il legno morto, le liane o i rovi (indicatori ecologicamente importanti, in genere poco graditi) e alla diffusione della conoscenza di tecniche facenti riferimento ad una selvicoltura prossima alla natura; parimenti non ci si dovrà nascondere che certe specie alloctone non saranno del tutto eliminabili, evitando così di far battaglie contro

i mulini a vento e compiere gravi sprechi di risorse.

#### CONCLUSIONI

In linea di massima due strategie, una minimale, l'altra ottimale, sono possibili nella gestione degli habitat naturali dei Siti di Interesse Comunitario:

- puntare in generale sulla conservazione dell'esistente, monitorandolo;
- puntare in casi specifici ad interventi mirati di riqualificazione ecologica.

Il lavoro interdisciplinare dovrà evidenziare sia i casi prioritari nei quali la riqualificazione sarà l'approccio dominante, sia i possibili obiettivi conflittuali (ad esempio, a causa di esigenze opposte tra specie o tra specie ed evoluzione delle componenti vegetali dell'habitat); sarà la sintesi interdisciplinare a giustificare, con metodo il più possibile rigoroso, le necessarie scelte che si possono presentare.

L'intervento umano e quello naturale del fiume devono concorrere alla gestione e riqualificazione degli habitat presenti lungo i corsi d'acqua: l'uomo soltanto potrà conservare gli spazi periferici aperti, storicamente occupati da prati da sfalcio o praterie aride, mentre un fiume con dinamiche idromorfologiche naturali sarà il miglior riqualificatore dei propri habitat. Risulta quindi fondamentale poter garantire uno spazio vitale per il fiume il quale, di ritorno, garantirà lo spazio necessario per la rinnovazione naturale delle cenosi e delle specie legate agli ambienti acquatici, semi-acquatici e pionieri dei greti.

#### BIBLIOGRAFIA

- Abenius J., Aronsson M., Haglund A., Lindahl H., Vik P., 2004: *Natura 2000*

*Monitoring in Sweden. Monitoring of habitats and species listed in the Habitats and Birds Directives. Swedish Environmental Protection Agency. 54 pp + all*

- Alessandrini A., Tosetti T., 2001: *Habitat dell'Emilia-Romagna. Manuale per il riconoscimento secondo il metodo europeo "CORINE biotopes". Istituto per i Beni Artistici, Culturali e Naturali della Regione Emilia-Romagna, Bologna: 192 pp*

- Anonimo, 2002: *Linee guida per la gestione dei siti Natura 2000. Decreto Ministeriale 3 settembre 2002, in Gazzetta Ufficiale 24 settembre 2002, n 224: 12 pp.*

- Bassi S. (a cura di), 2007: *Gli habitat di interesse comunitario segnalati in Emilia-Romagna. Regione Emilia-Romagna. Direzione Generale Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa Servizio Parchi e Risorse forestali: 62 pp*

- Biondi E., Vagge I, Baldoni M., Taffetani F., 2004: *Biodiversità fitocenotica e paesaggistica dei fiumi dell'Italia centro-settentrionale: aspetti fitosociologici e sinfitosociologici. Acta Biologica, 80: 13-21*

- Bracco F., Sartori F., 1996: *Vegetazione periferica: conservazione degli habitat e dei loro meccanismi genetici, l'esempio del Po in Lombardia. Acqua Aria, 7: 761-765*

- Brullo S., Spampinato G., 1990: *La vegetazione dei corsi d'acqua della Sicilia. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., 23 (336): 119-252*

- B.C.M.B.S., 2009: *Etat de la biodiversité en Suisse. Synthèse des résultats du Monitoring de la biodiversité en Suisse. Etat: mai 2009. Bureau de Coordination du Monitoring de la Biodiversité en Suisse. Office Fédéral de l'Environnement, Berne. 112 p*

- Calaciura B., Spinelli O. 2008. *Management of Natura 2000 habitats. 6210 Semi-natural dry grasslands and scrubland facies on calcareous substrates (Festuco-Brometalia) (\*important orchid sites). European Commission (DG ENV B2): 42 pp.*

- Camerano P., Canavesio A., Terzuolo P.G., Varese P., 2009: *Il ciliegio tardivo nelle aree protette pianiziali del Piemonte. Problematiche e indirizzi gestionali. Il caso*

- del Parco Naturale Valle del Ticino. 1° Congresso Nazionale del Centro Italiano per la Riqualficazione Fluviale, Sarzana 18-20 giugno 2009. Sessione Posters.
- Canavesio A., Camerano P., Cerra M., Terzuolo P.G., 2009: Esperienze di pianificazione naturalistica e forestale in ambito fluviale: i Siti Natura 2000 dei fiumi piemontesi. 1° Congresso Nazionale del Centro Italiano per la Riqualficazione Fluviale, Sarzana 18-20 giugno 2009. Sessione Posters
  - C.I.R.F., 2006: La riqualficazione fluviale in Italia. Mazzanti Ed., 832 pp
  - Commissione Europea, 1991. CORINE Biotopes Manual. Habitats of the European Community. Data specifications. Commission of the european communities. Office for Official Publications of the European Communities
  - Commissione Europea, 2000: La gestione dei siti della rete natura 2000. Guida all'interpretazione dell'articolo 6 della Direttiva «Habitat» 92/43/CEE. Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee, 2000: 73 pp
  - Commissione Europea, 2007: Interpretation manual of European Union habitats. Natura 2000. European Commission, DG Environment, EUR 27 : 142 pp
  - D'Antoni S., Duprè E., La Posta S., Verucci P. (a cura di), 2003: Fauna Italiana inclusa nella Direttiva Habitat. Monografia del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Direzione per la Protezione della Natura: 432 pp
  - Delarze R., Gonseth Y., Galland P., 1998. Guide des milieux naturels de Suisse. Delachaux et Niestlé ed.: 413 pp
  - E.E.A., 2009: Progress towards the European 2010 biodiversity target. European Environment Agency report n° 4: 52 pp.
  - 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
  - Lasen C., Wilhelm T. 2004. Natura 2000 Habitat in Alto Adige. Provincia autonoma di Bolzano-Alto Adige. Ripartizione natura e paesaggio, Bolzano: 190 pp
  - Lengyel S., (coord.), 2008: Habitat monitoring in Europe: a description of current practices. *Biodiversity and Conservation*, 17 (14): 3327-3339
  - Mariotti M.G., 2008: Natura 2000 in Liguria. Atlante degli Habitat. Regione Liguria - A.R.P.A.L.: 592 pp
  - Middleton B., 1999: Wetland Restoration, Flood Pulsing and Disturbance Dynamics. John Wiley & Sons, New York: 400 pp
  - Petrella S., Bulgarini F., Cerfolli F., Polito M., Teofili C., (eds.) 2005: Il Libro Rosso degli Habitat d'Italia. WWF – Onlus. Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca: 134 pp
  - Rameau J.C., 1992 : Les fruticés et forêts riveraines installés sur matériaux alluviaux (non marécageux ou tourbeux). Analyse des documents CORINE Biotopes et Directive Habitats. Doc. ENGREF, Nancy
  - Rameau J.C., 1995 : Typologie phytosociologique des habitats forestiers et associés. Types simplement représentatifs ou remarquables sur le plan patrimonial. Tome 2: Complexes riverains. ENGREF Nancy - Ministère de l'Agriculture et de la pêche
  - Roulier Ch., 1998 : Typologie et dynamique de la vegetation des zones alluviales de Suisse *Geobotanica Helvetica*, fasc. 72, (2 vol)
  - Ruiz E. 2008: Management of Natura 2000 habitats. Mediterranean temporary ponds 3170. Technical Report 2008 07/24. European Commission (DG ENV B2): 23 pp
  - Schmeller D.S., 2008: European species and habitat monitoring: where are we now? *Biodiversity and Conservation*, 17 (14): 3321-3326
  - Selvaggi A., 2009 : Etat des connaissances, menaces et perspectives de conservation de la petite massette dans la Région du Piémont (I). Actes du Colloque "Quelles perspectives pour la conservation de la petite massette (*Typha minima* Funck) dans les Alpes occidentales ?, Lullier - Genève, 5/2/2009
  - Sindaco R., Mondino G.P., Selvaggi A., Ebone A., Della Beffa G., 2003: Guida al riconoscimento di ambienti e specie della Direttiva Habitat in Piemonte. Regione Piemonte – IPLA: 220 pp
  - Varese P., 2009: Gestione della vegetazione riparia: l'importanza della dinamica dei popolamenti vegetali. *Riqualficazione Fluviale*, 1: 27-35
  - Weldon C., du Preez L.H., Hyatt A.D., Muller R., Speare R., 2004: Origin of the amphibian chytrid fungus. *Emerging Infectious Diseases*, 2004 (10): 12.
  - Woolsey S., Weber C., Gonser T., Hoehn E., Hostmann M., Junker B., Roulier C., Schweizer S., Tiegs S., Tockner K., Peter A., 2005. Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen. Publikation des Rhone-Thur Projektes. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. 112 pp
  - Zanichelli F. (a cura di), 2001: Riqualficazione di habitat fluviali del Taro vitali per l'avifauna. Conservazione e gestione della natura. Parco Fluviale Regionale del Taro. Quaderni di documentazione, Vol. 3: 1-64.

# SESSIONE C: educazione e fruizione; la "cultura del fiume"

## LA TUTELA DEGLI ECOSISTEMI FLUVIALI ATTRAVERSO LA PARTECIPAZIONE

**FEDERICO GASPERINI**

per Legambiente Comitato Regionale Toscano Onlus, responsabile Commissione  
Acqua e Difesa del suolo.

E-mail: effegasp@tele2.it



**LEGAMBIENTE**

COMITATO REGIONALE TOSCANO ONLUS

Via G. Orsini, 44, 50126 FIRENZE - Tel. 055.6810330, Fax 055.6811620

E-mail: cignotoscano@tin.it -

CCP N° 19521509 • C.F. 94022440484 • P. IVA 04905420487

### PREMESSA

Legambiente Toscana fin dalla metà degli anni '90 ha cercato di portare all'attenzione dell'opinione pubblica il ruolo fondamentale rivestito dagli ecosistemi fluviali, evidenziandone le varie cause di degrado ed indicando anche le aree naturali da difendere e i paesaggi da conservare. Legambiente ha cercato di centrare questo obiettivo attraverso azioni differenziate come l'organizzazione di campagne itineranti (Operazione Fiumi e Fiumi Informa), durante le quali sono stati effettuati monitoraggi e organizzati convegni, dibattiti, blitz, manifestazioni. Questi eventi sono stati importanti anche dal punto di vista culturale poiché hanno permesso a molte persone di vivere o rivivere il rapporto con il fiume. Più recentemente, in collaborazione con Autorità di Bacino, Province, ARPAT e

Consorti di Bonifica, Legambiente Toscana attraverso varie proposte progettuali ha concentrato il suo lavoro sulla funzionalità degli ecosistemi fluviali, onde evidenziare le criticità derivanti da una gestione inadeguata dei corsi d'acqua e cercare di indicare la strada che porta alla vera riqualificazione del territorio e degli stessi ecosistemi fluviali. Su tutti questi temi, inoltre, è stata sempre particolarmente importante ed incisiva l'azione sul fronte della formazione e dell'educazione ambientale.

Per quanto attiene il rapporto diretto con il mondo scolastico (ragazzi ed insegnanti) ai vari livelli, Legambiente ha provato a costruire percorsi educativi parlando di sostenibilità, concetto complesso che prende forma solo se si riescono a tenere insieme punti di vista diversi, differenti sensibilità

e caratteristiche: l'ambiente, la società, l'economia, il passato, il presente e la possibilità di costruire un futuro. Gli ecosistemi fluviali sono lo specchio di quanto siamo capaci, non solo di pensare, ma di rendere concreta la cultura della sostenibilità e della tutela ambientale.

Attraverso progetti come "L'Arno e i suoi affluenti. Storia, cultura, arte, natura, energia" o "Amico fiume", il corso d'acqua ed il suo bacino sono stati dunque visti come spazio da conoscere e per i suoi aspetti scientifico-naturalistici e per quelli storico sociali, allo scopo anche di avviare, dove possibile, azioni concrete di recupero che ne consentano la fruizione sociale. Con questi progetti è stata creata una rete regionale tra scuole, insegnanti ed alunni, che hanno lavorato sul tema della risorsa idrica attraverso lo studio del fiume e del territorio di sua pertinenza. Le scuole, inoltre, hanno collaborato avvalendosi della rete internazionale G.R.E.E.N<sup>1</sup>, mentre Legambiente ha realizzato anche un corso metodologico-informativo indirizzato agli insegnanti. Con il progetto "Valorizzazione degli ambienti fluviali e comunicazione del rischio idraulico"<sup>2</sup>, Legambiente Toscana ha "costruito" un'esperienza nuova per i cittadini cercando di modificare l'immagine che si ha del fiume, di far acquisire consapevolezza sul concetto di bacino, di far capire le relazioni tra il fiume, il territorio e la vita quotidiana delle popolazioni, di costruire occasioni di incontro culturale ed affettivo con il fiume. Durante il progetto sono stati coinvolti i cittadini residenti nei comuni ricadenti sull'asta principale del fiume Arno e un centinaio di scuole attraverso la partecipazione dei docenti a seminari di formazione.

1. Vedi bibliografia.

2. In bibliografia sono riportate le pubblicazioni prodotte per il progetto.

La conoscenza e la partecipazione, quindi, possono diventare forme indirette di tutela degli ecosistemi.

#### L'ESPERIENZA DELLA TAIL WATER SIEVE

Il termine “acqua di coda” (tail water) è usato per distinguere tratti di fiume a valle del rilascio da invasi di grandi estensioni e profondità elevate, che causano cambiamenti delle caratteristiche ambientali preesistenti. Queste condizioni si sono verificate sul fiume Sieve proprio in seguito alla costruzione dell'invaso di Bilancino. A causa di un abbassamento persistente della temperatura dell'acqua, il tratto di fiume Sieve che va dall'invaso fino a San Piero a Sieve è stato riclassificato a salmonidi dalla Provincia di Firenze ed ha visto l'istituzione di una Zona a Regolamento Specifico (ZRS) di pesca denominata “Tail Water Sieve” (Figura 1).

Ciò è avvenuto in seguito ad un progetto di Legambiente Comitato Regionale Toscano elaborato insieme alle associazioni di pescatori FIPSAS (Federazione Italiana Pesca Sportiva ed Attività Subacquee, sezione provinciale di

Firenze) e UNPeM (Unione Nazionale Pescatori con la Mosca, sezione Toscana), che aveva l'obiettivo di valorizzare e riqualificare dal punto di vista morfologico ed ecosistemico questo tratto di fiume in cui erano in corso profonde trasformazioni degli ecosistemi acquatici e ripariali causate dalle modifiche antropiche. Queste considerazioni sono state supportate da valutazioni sui dati di alcuni parametri ambientali del tratto di corso d'acqua considerato, che hanno accertato come gli avvenuti mutamenti del regime idrico e termico del fiume (portate costanti e raffreddamento delle acque) imposti dall'esercizio definitivo della diga di Bilancino abbiano prodotto profondi cambiamenti anche al suo ecosistema nel tratto immediatamente a valle. In particolare è mutata la composizione della fauna ittica con una diminuzione delle specie di ciprinidi che colonizzavano l'area suddetta. La conferma dei cambiamenti in atto nell'ecosistema fluviale, è stata ottenuta attraverso l'immissione sperimentale e la successiva verifica della permanenza (tramite

programma di monitoraggio) di specie ittiche di acqua fredda (trota fario) più adatte a vivere nelle nuove condizioni ecologiche.

#### Cenni sulle criticità ambientali del tratto

Il fiume Sieve, affluente di destra dell'Arno, nasce presso Capo Sieve in Mugello dalle pendici del monte Cuccoli (633 metri s.l.m.), ha una lunghezza della sua asta principale di circa 58 Km ed un bacino di circa 840 Km<sup>2</sup>. Il tratto di corso d'acqua in cui è istituita l'area a regolamento specifico di pesca è ubicato immediatamente a valle della diga di Bilancino (69 Milioni di m<sup>3</sup> di invaso utile con superficie di 5 Km<sup>2</sup>) e della centrale idroelettrica situata in prossimità di Molino di Sieve. Il tratto si estende poi fino all'abitato di S. Piero a Sieve (confluenza con il torrente Carza), per una lunghezza complessiva di circa 4,5 Km (Figura 2).

Il fiume nel suo complesso, negli ultimi anni (ed ancora recentemente), è stato interessato dalla costruzione di grandi infrastrutture che hanno causato una serie di criticità ambientali. Nel tratto però la criticità maggiore è rappresentata dalle modificazioni climatiche, paesaggistiche ed ambientali del territorio, avvenute in seguito alla costruzione ed entrata in esercizio della diga di Bilancino (avvenuta nel 2002), che hanno comportato la scomparsa delle caratteristiche di naturalità di interi tratti del fiume coinvolto a più riprese in interventi di rimodellamento morfologico delle sponde e dell'alveo. Il cambiamento del regime idrico del fiume prodotto dalla presenza della diga di Bilancino, che garantisce portata d'acqua pressoché costante e con tipologia delle acque direttamente connessa a quella di fondo lago (ipolimnio), ha comportato profonde trasformazioni nell'ecosistema



Figura 1 – Tail Water Sieve: cascate nel tratto a monte.

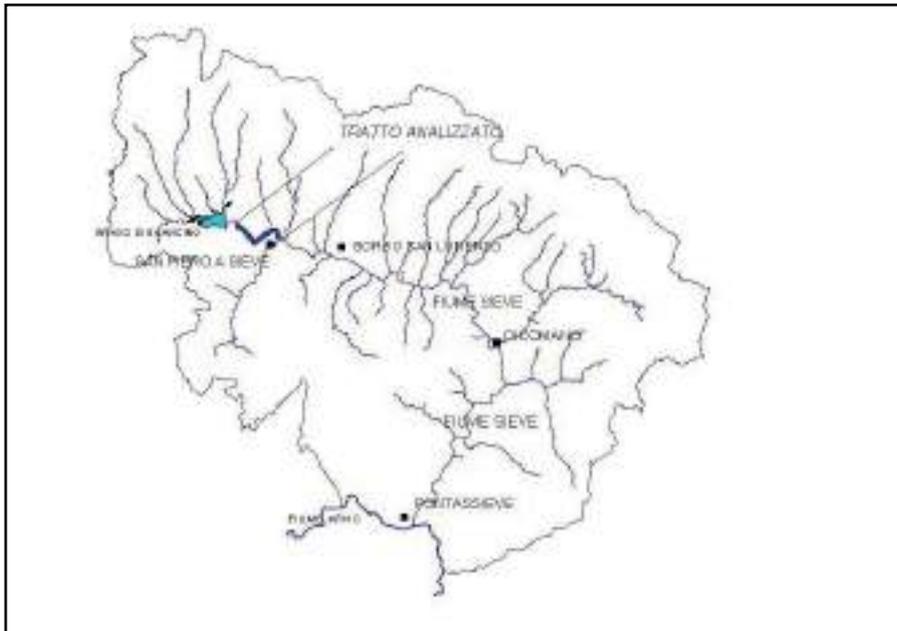


Figura 2 – Tail Water Sieve inserita nel territorio del Mugello.

CE/2000/60 e quindi il D.lgs. 152/06 e s.m.i. parlano apertamente di partecipazione degli *stakeholders* (portatori di interesse) nei processi di pianificazione e gestione delle acque. Le associazioni che compongono il soggetto gestore sono portatori d'interesse e, attraverso le varie attività che promuovono nella Zona a Regolamento Specifico (la pesca in primis), "facilitano" anche la partecipazione ad altri fruitori dell'area.

La pesca che viene attuata nella Z.R.S. (Figura 3) è eco-sostenibile, cioè in grado di minimizzare la pressione sull'ittiofauna garantendone il controllo ed il bilanciamento del prelievo.

La tecnica utilizzata è quella della mosca artificiale (in un breve tratto è possibile adottare anche la tecnica spinning) con obbligo di reimmissione, l'unica possibile data l'alta sostenibilità del metodo nei confronti della fauna ittica di un corso d'acqua. Inoltre la pesca è consentita ad un massimo di 40 pescatori al giorno, ma nel corso dei due anni in cui è stato possibile effettuare un bilancio della gestione (2007 e 2008) l'affluenza media giornaliera è stata di 8 pescatori con punte di

fluviale a livello di componenti abiotiche (temperatura, trasporto solido) e biotiche (fauna ittica in primis). Il raffreddamento dell'acqua, (prima in uscita dallo scarico di fondo della diga, ora dall'opera di restituzione della centrale idroelettrica), ha provocato la migrazione verso valle delle specie ittiche tipiche dell'area le cui funzioni vitali sono strettamente dipendenti dal regime termico delle acque: in tal senso deve essere considerata la progressiva riduzione dei ciprinidi (Mecatti et. al., 2006). Inoltre, con l'interruzione del continuum fluviale a causa dell'ostacolo costituito dall'invaso di Bilancino, è impossibile una colonizzazione del tratto in oggetto "da monte", da parte di specie ittiche di acqua fredda. Altre criticità presenti nel tratto riguardano gli aspetti idromorfologici modificati a seguito delle nuove dinamiche idrauliche instauratesi dopo la costruzione della diga di Bilancino (substrato a tratti "banalizzato") e di alcuni interventi sul corso d'acqua realizzati ai fini del contenimento dell'erosione effettuati con metodi tradizionali come ad esempio opere

spondali rigide (Leone L., Gasperini F., 2007). Infine per quanto riguarda l'inquinamento delle acque sono presenti scarichi diffusi di origine agricola e scarichi puntuali di origine civile che comunque il fiume riesce a ben "sopportare" vista la buona capacità auto depurativa (Gasperini F. et al. 2009).

La pesca e le attività direttamente collegate

La Direttiva Quadro sulle Acque



Figura 3 – Schema della Tail Water Sieve.

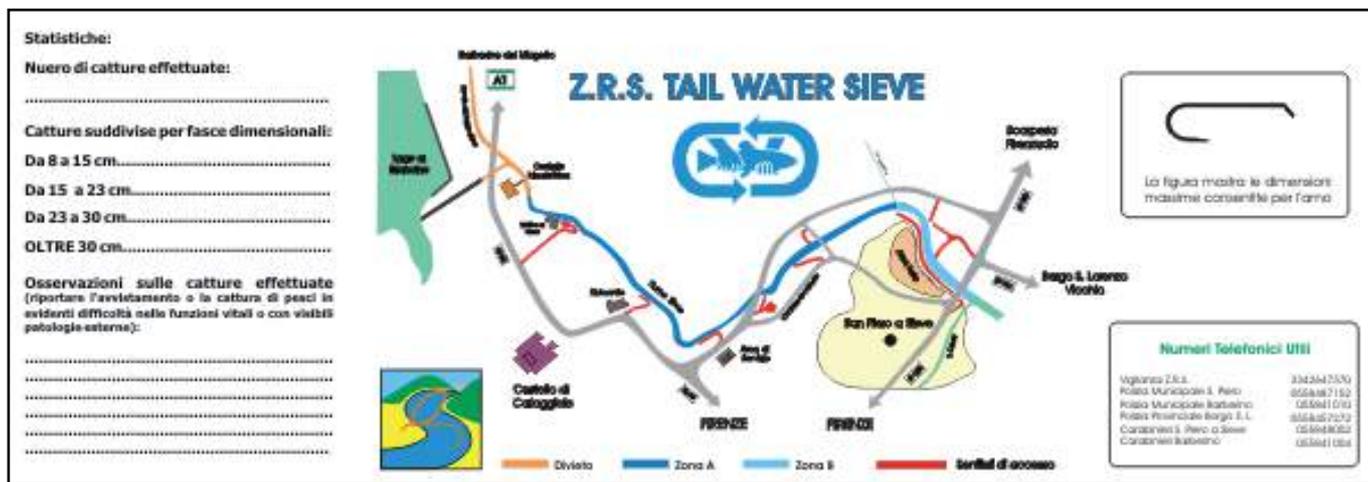


Figura 4 – Scheda informativa situata sul retro del permesso di pesca .

poco superiori ai 30. Il tratto non si è comunque mai presentato sovraffollato, consentendo una pesca soddisfacente a tutti i pescatori da un lato, e la limitazione degli impatti dovuti comunque alla presenza dell'uomo dall'altro. Complessivamente nelle due stagioni di attività della Z.R.S. Tail Water Sieve è stata registrata la presenza di oltre 4000 pescatori, provenienti da 75 comuni di 16 diverse province dislocate su 6 regioni diverse. Inoltre nel 2008 hanno iniziato a frequentare il tratto anche pescatori provenienti dall'estero (USA-Danimarca-Olanda). La semplice presenza dei pescatori è già una forma di tutela del tratto di corso d'acqua ed è per questo che le associazioni che gestiscono

la Z.R.S. hanno voluto coinvolgerli direttamente nelle attività di controllo. L'attività di pesca è monitorata direttamente anche dagli stessi fruitori attraverso la compilazione di una scheda informativa posta sul retro del permesso (Figura 4), in cui vengono fornite interessanti indicazioni sia sulla quantità che sulla salute della popolazione di trote presenti nel tratto. Ad esempio, nell'anno 2007, in base alle schede restituite correttamente compilate (422 su 2121), è stato possibile effettuare l'elaborazione statistica riportata nel grafico di Figura 5, in cui le catture mensilmente effettuate, sono state suddivise in percentuale nelle diverse classi di età, ciascuna

corrispondente a quelle immesse durante la stagione di pesca. Inoltre nella stessa scheda è possibile anche segnalare le criticità che vengono rilevate, come la presenza di scarichi, di rifiuti e di altre attività illegali o non consone ad un'area di tutela. I pescatori che hanno consegnato la scheda informativa sono più del 60%, dimostrando la consapevolezza di una loro partecipazione diretta alla gestione della Tail Water Sieve. Questa attività di "controllo" si accompagna a quella di vera vigilanza sulla Z.R.S. svolta dalle guardie volontarie delle associazioni di pescatori, FIPSAS, UNPeM Toscana, ENAL Pesca e ITALPESCA, che coadiuvano il lavoro svolto dalla Polizia provinciale.

Un'attività particolare di tutela della fauna ittica del corso d'acqua, che si è dimostrata impegnativa per le associazioni che gestiscono la Tail Water Sieve, è stata rivolta a scoraggiare gli attacchi dell'avifauna, attraverso la messa in opera di una nastratura trasversale del corso d'acqua (Figura 6). Ciò ad impedire picchiate e ripartenze ad abili cacciatori, come i cormorani, particolarmente ghiotti di piccole trote.

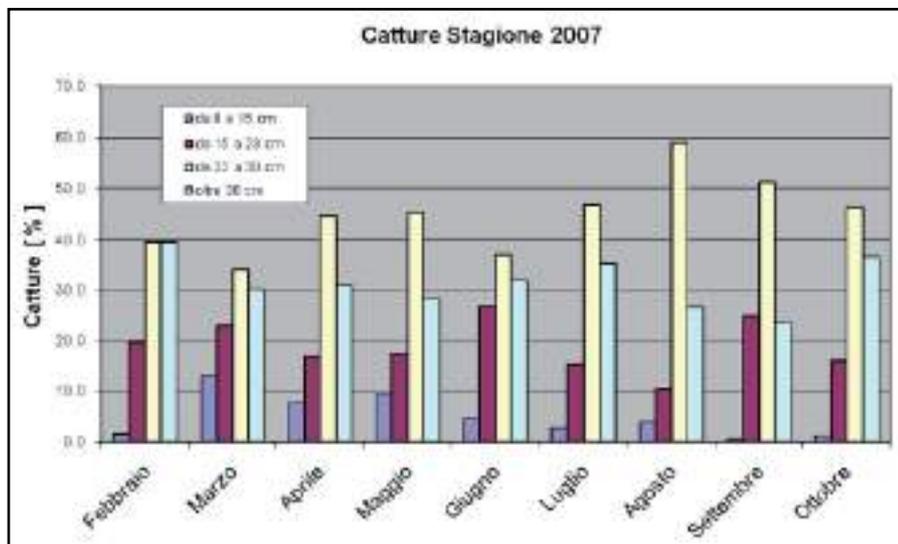


Figura 5 – Grafico con percentuale catture mensili di trote suddivise per classi di età.

Le attività di monitoraggio e le proposte di riqualificazione  
L'attività di pesca, come previsto

dal progetto, è seguita in parallelo dalle attività di monitoraggio. Per quanto attiene la fauna ittica, fin dal monitoraggio preliminare effettuato dall'Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze Zootecniche, i risultati dei campionamenti hanno evidenziato le modifiche del popolamento ittico rispetto a quello rilevato nella Carta Ittica della Provincia elaborata nel 1999 (Nocita, 2002). In particolare, già precedentemente all'inizio del periodo di gestione della Z.R.S. Tail Water Sieve, si è avuto riscontro oggettivo della presenza della trota fario, frutto evidentemente di immissioni avvenute negli anni precedenti, ma che già erano indicazione della possibilità di un loro adattamento in queste acque. I campionamenti effettuati nel periodo di esercizio della Z.R.S. e quindi successivi ai ripopolamenti di trota fario (atlantica e mediterranea), hanno dimostrato il buon adattamento della specie alle nuove condizioni del fiume e confermato quanto rilevato in via preliminare. Dal succedersi dei campionamenti è stato comunque possibile valutare come la precedente vocazione a "ciprinidi" nel tratto sottostante la diga di Bilancino sia ormai da ritenersi sostituita da una più adeguata vocazione a "Trota inferiore" (Mecatti et al., 2006) dove la trota fario convive con le altre specie reofile caratteristiche di detta vocazione (barbo, vairone, ecc.). Infine si sottolinea che nella primavera del 2008 si è avuto riscontro della nascita dei primi avannotti di trota fario, un evento che conferma quanto appena indicato.

Nel contesto progettuale, ai fini dell'inquadramento ambientale dell'ecosistema fluviale, è stato previsto, oltre al monitoraggio della fauna ittica, anche quello della fauna macrobentonica, l'analisi di alcuni parametri chimico-fisici delle acque



Figura 6 – Nastratura del corso d'acqua per impedire l'attacco dei cormorani alla fauna ittica.

e la valutazione della funzionalità fluviale (Leone L., Gasperini F., 2007), monitoraggi effettuati dallo staff tecnico di Legambiente Toscana. La prima stagione di monitoraggio (Gasperini F., Pucci B., 2007) è stata svolta per 12 mesi a cavallo degli anni 2005-2006, quindi in un periodo antecedente l'attività di pesca a regolamento specifico nell'area Tail Water Sieve e ovviamente precedente al ripopolamento con trote fario. Il successivo monitoraggio (Gasperini F., Pucci B., 2008) è stato svolto nel periodo tra il novembre 2007 e il novembre 2008, quindi a termine

del primo anno di gestione attiva e durante il secondo anno. In sintesi è stato valutato il "corso d'opera" del progetto. Nel grafico (Figura 7) sono riportati i valori di Indice Biotico Esteso rilevati alle tre stazioni di monitoraggio (Figura 8) in tutto il periodo. Si osserva come alle stazioni S2 (Tamoil) e S3 (San Piero a Sieve) la qualità biologica sia sensibilmente migliorata. Ciò si nota in particolar modo dal confronto dei dati rilevati nelle stagioni omologhe (primavera 2006-2008, autunno 2005-2008). Situazione opposta si registra invece alla stazione S1 (Molino di Sieve)

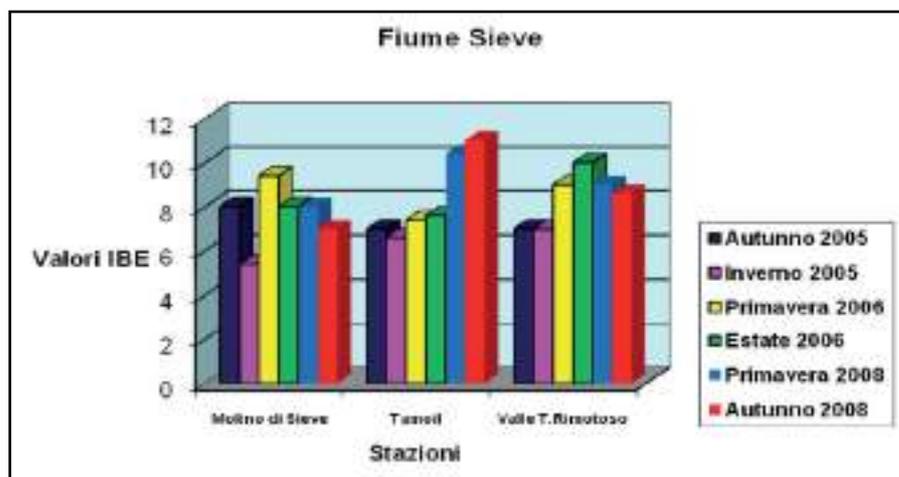


Figura 7 – Grafico riassuntivo della qualità biologica nella TWS.

in cui il confronto tra i valori IBE nelle suddette stagioni omologhe mette in evidenza un decremento qualitativo le cui cause sono in corso di accertamento.

A seguito degli obiettivi di progetto, in base ai dati del monitoraggio effettuato e considerati i risultati positivi della prima fase di gestione, è stata riconosciuta la necessità di attivare un processo di valorizzazione, riqualificazione morfologica ed ecosistemica del tratto interessato dalla TWS. A tal fine è stato realizzato da Legambiente Toscana, sempre su incarico della Provincia di Firenze, uno studio mirato ad approfondire le conoscenze relative agli impatti e alle pressioni presenti, in modo da poter individuare gli interventi più appropriati per attivare un percorso di riqualificazione, la loro ricaduta in termini economici ed ambientali e, non in ultimo, la loro priorità d'intervento. Nello studio è stata posta particolare attenzione a riqualificare l'ambiente migliorando l'habitat fluviale e diversificando le condizioni abiotiche dell'ecosistema in modo da favorire la vita dei pesci (Gasperini et al., 2009).

Proprio la presenza del soggetto gestore rappresentato dalle associazioni FIPSAS, UNPeM e Legambiente Toscana e lo studio (allora in corso) sulla riqualificazione dell'ecosistema fluviale, hanno evitato nell'estate del 2008 l'attuazione di un progetto elaborato dalla Comunità Montana del Mugello che prevedeva un taglio "araso" della vegetazione riparia e la movimentazione di depositi lapidei. L'istituzione di un tavolo tecnico di lavoro tra le diverse componenti del soggetto gestore della TWS, la Comunità Montana del Mugello e la Provincia di Firenze, ha permesso di evidenziare quali fossero le criticità che quel tipo di intervento avrebbe comportato per l'ecosistema fluviale e le motivazioni per non

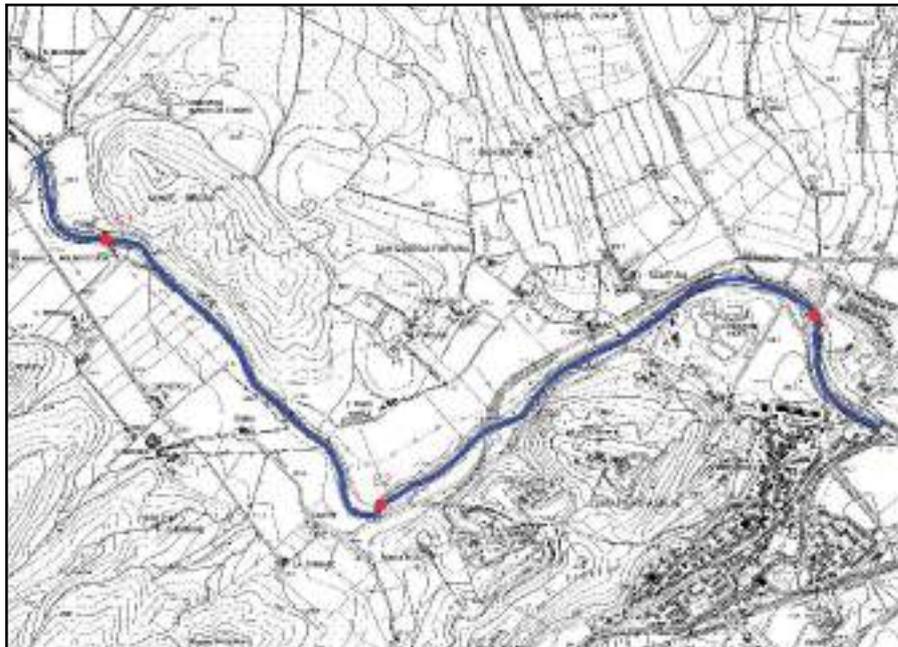


Figura 8 – Stazioni di monitoraggio chimico e biologico nella Tail Water Sieve.

effettuarlo. Con ragionevolezza e disponibilità, considerato che i lavori progettuali erano già appaltati, tali motivazioni sono state riconosciute scientificamente valide dagli Enti preposti che hanno fermato l'intervento.

#### Le altre forme di frequentazione del corso d'acqua

E' stata convinzione dei promotori del progetto che l'applicazione di un modello gestionale così concepito, come quello attuato nella ZRS Tail Water Sieve, potesse dare luogo ad una rivitalizzazione e valorizzazione dell'area. Le varie forme di frequentazione del corso d'acqua (pesca, vigilanza, monitoraggio), hanno permesso di individuare comportamenti illeciti come abbandono di rifiuti (Figura 9), pesca illegale e addirittura scarichi abusivi ed innescare quindi automaticamente, anche con la sola presenza, la tutela dell'ecosistema fluviale.

Inoltre la stessa gestione ha dato l'innescò ad altre attività di carattere culturale, come ad esempio iniziative di educazione ambientale, corsi di formazione di pesca a mosca per ragazzi, convegni realizzati sul territorio.

Nel settembre 2007, tra l'altro, è stata svolta proprio nella TWS l'iniziativa centrale per la Toscana, della grande campagna planetaria *Clean Up the World* (Puliamo il Mondo) che vede ogni anno impegnata Legambiente sul territorio nazionale. Con il patrocinio dei comuni di S. Piero a Sieve e Barberino del Mugello, della Provincia di Firenze e della Regione Toscana, sotto la guida delle associazioni che fanno parte del comitato di gestione dell'area a regolamento specifico, i ragazzi delle scuole hanno svolto la pulizia dai rifiuti delle aree limitrofe all'alveo e di quelle golenali. Nell'occasione, grazie alla collaborazione di Coldiretti, è stato possibile degustare prodotti tipici locali in riva al fiume.

L'iniziativa è stata compresa nel novero delle trasmissioni speciali che Rai Tre Edizione Toscana dedica ogni anno alla campagna nazionale Puliamo il Mondo.

#### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La tutela e l'avvio di processi di riqualificazione degli ecosistemi fluviali si effettua anche e soprattutto attraverso la gestione



Figura 9 – Rimozioni rifiuti abbandonati in area golendale.

diretta di tratti di fiume, in cui avviare attività compatibili con l'ecosistema fluviale in modo da costituire incentivo alla formazione di un processo culturale che, associando al fiume anche funzioni ludiche, riconduca al rispetto ed alla salvaguardia dell'intero ambiente.

La partecipazione degli *stakeholder* nella gestione di alcuni tratti di corsi d'acqua, porta ad esercitare un controllo diretto degli impatti sull'ecosistema fluviale e sulle pratiche antropiche illecite, attraverso le varie attività che possono essere sviluppate e che comunque conducono a frequentare il fiume.

Nel caso specifico della TWS, le attività messe in essere, considerato anche il coinvolgimento attivo di alcuni esercizi commerciali del luogo (es. per il rilascio dei permessi di pesca), hanno innescato anche un processo di valorizzazione economica del territorio dovuta proprio al cosiddetto turismo alieutico, con indubbi vantaggi per l'indotto locale. Tale processo ha ancora margini di miglioramento qualora la TWS venisse inserita stabilmente nell'offerta di un percorso turistico sostenibile da effettuare nel territorio del Mugello.

## BIBLIOGRAFIA

### Riferimenti legislativi

Direttiva 2000/60/CE, 23 ottobre 2000, G.U.U.E L 327 del 22 dicembre 2000

D. C. R. Toscana 16 maggio 2007, n. 52, Legge regionale 3 gennaio 2005, n. 7 (Gestione delle risorse ittiche e regolamentazione della pesca nelle acque interne). Piano regionale per la pesca nelle acque interne 2007-2012, B.U.R.T. n. 25, parte seconda, supplemento n. 72, del 20 giugno 2007

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, Norme in materia ambientale, G.U. 14 aprile 2006, n. 88

L.R. Toscana 3 gennaio 2005 n.7, Gestione delle risorse ittiche e regolamentazione della pesca in acque interne, B.U.R.T. n. 3, parte prima del 12 gennaio 2005

Regolamento 22 agosto 2005, n. 54, Regolamento di attuazione della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 7 (Gestione delle risorse ittiche e regolamentazione della pesca nelle acque interne), B.U.R.T. n. 35, parte prima, del 24 agosto 2005

### Riferimenti tecnici

Carminati L. (a cura), 2002- Percorsi didattici. Quaderno realizzato da Legambiente in collaborazione con l'Autorità di Bacino del fiume Arno per il progetto "Valorizzazione degli ambienti fluviali e comunicazione del rischio idraulico".

Ferruzza F. (a cura), 2002- Bacini idrografici. Conoscere per pianificare. Quaderno realizzato da Legambiente in collaborazione con l'Autorità di Bacino del fiume Arno per il progetto "Valorizzazione degli ambienti fluviali e comunicazione del rischio idraulico". L'Immagine Firenze.

Gasparini F. (a cura), 2002- Risorsa Acqua. Consumi, gestione, tutela. Quaderno realizzato da Legambiente in collaborazione con l'Autorità di Bacino del fiume Arno per il progetto "Valorizzazione degli ambienti fluviali e comunicazione del rischio idraulico". L'Immagine Firenze.

Gasparini F., Pucci B. 2007- Relazione

preliminare del monitoraggio biologico (IBE) e chimico-fisico 2005-2006. Legambiente Comitato Regionale Toscano.

Gasparini F., Pucci B. 2008- Monitoraggio biologico (IBE) e chimico-fisico 2007-2008. Legambiente Comitato Regionale Toscano.

Gasparini F., Pucci B., Bindi C. 2009- Riqualificazione ambientale Tail Water Sieve- studio realizzato da Legambiente Comitato Regionale Toscano in collaborazione con la Provincia di Firenze.

G.R.E.E.N. (Global Rivers Environmental Education Network)- [www.earthforce.org/section/programs/green](http://www.earthforce.org/section/programs/green)

Leone L., Gasparini F., 2007- Relazione sulla valutazione della funzionalità fluviale (metodo IFF-APAT 2003) Anno 2005. Legambiente Comitato Regionale Toscano.

Mecatti M., Gualtieri M., Cecchi G., 2006- Gestione del fiume Sieve (Firenze) e modificazioni ambientali e ittiofaunistiche - Quaderni ET 34/2006.

Nardini A., Sansoni G. (a cura), 2006- La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio. CIRF. Mazzanti Editori srl, Venezia.

Nocita A., 2002- Carta Ittica della Provincia di Firenze. Provincia di Firenze e Museo di Storia Naturale Università degli Studi di Firenze Sezione di Zoologia "La Specola".

## EDUCAZIONE E PARTECIPAZIONE SU TEMI DI RICOSTRUZIONE ECOLOGICA NELLE PROVINCE RIVIERASCHE DEL PO

IRENEO FERRARI, DANIELE DI DOMENICO, GIUSEPPE GAVIOLI, GIANCARLO SACCHI

*CIDIEP (Centro di documentazione, informazione, educazione ambientale e ricerca in area padana) Colorno, Parma*

L'esperienza più che decennale del CIDIEP nei settori della documentazione, della ricerca e dell'educazione ambientale si è dispiegata con speciale attenzione al Po e al suo bacino idrografico: si è dedicato uno sforzo intenso al lavoro di integrazione dei contributi di indagini di taglio naturalistico - ecologico con quelli di discipline di ambito antropologico, oltre che al raccordo delle proposte di percorsi formativi con problemi rilevanti di gestione e progettazione ambientale (Gambi e Ferrari 2000, Ferrari e Vianello 2003, Ferrari e Pellegrini 2007, Zanichelli e Ferrari 2008). Sono emerse tuttavia evidenti difficoltà di comunicazione tra i diversi piani di analisi e di azione, in definitiva criticità riconducibili a questioni irrisolte di approccio complessivo. Non si è ancora completata la difficile transizione dell'educazione ambientale da una pratica centrata su didattiche costruite su pezzi di ecologia applicata (eventualmente integrate con appelli alla diffusione di comportamenti virtuosi) all'assunzione, come campo e oggetto di studio e di intervento, del sistema di relazioni tra dinamiche naturali, processi sociali e culturali e cambiamenti ambientali. Una conferma di questa difficoltà è venuta dai risultati di una vasta indagine sui "saperi ambientali" realizzata dalla Regione Emilia - Romagna attraverso l'analisi delle risposte fornite da decine di migliaia di studenti a questionari predisposti per i diversi ordini di scuole (Ferrari

et al. 2009a).

Negli ultimi tre anni le attività del CIDIEP sono orientate su un progetto di educazione alla sostenibilità, "Un Po di partecipazione", promosso in collaborazione con l'Autorità di Bacino del Po e la Consulta delle Province rivierasche e rivolto a scuole di ogni ordine e grado dei territori rivieraschi del fiume. L'iniziativa ha coinvolto, nel corso di un biennio 12 istituti superiori e 7 comprensivi, a loro volta formati da 25 plessi scolastici (CIDIEP 2007, Bodini e Gallani 2007, Mussini 2008). Si è voluto fare sperimentazione sulla capacità della scuola di diventare presidio ecologico del territorio e motore di strategie e pratiche di sviluppo sostenibile, riconsiderando valori e potenzialità del suo intervento formativo sull'ambiente e sollecitando percorsi di partecipazione e condivisione sui processi decisionali in materia di tutela ambientale e sulle prospettive di sviluppo delle comunità locali. Si è partiti da una riflessione sul ruolo decisivo che la scuola può assumere rispetto alle questioni di conoscenza e gestione dell'ambiente e del territorio e rispetto alle più ampie prospettive aperte dallo sviluppo di una scienza e di un'etica della sostenibilità (Bologna, 2005). Si è tentato, in sostanza, di praticare l'educazione alla sostenibilità come strategia di formazione connessa con esperienze partecipative tra scuole e realtà territoriali su

problemi e casi di interesse socio-ambientale: assumendo, per altro, che lo sviluppo sostenibile non possa essere compreso ed attuato che come processo di apprendimento realizzato attraverso l'integrazione tra ambiente formativo ed ambiente sociale. Ci si è impegnati, in definitiva, sull'idea di costruire esperienze diffuse attraverso cui la scuola possa qualificarsi come portatore di interessi primari nelle scelte che riguardano la gestione e la pianificazione ambientale.

Il progetto si è anzitutto connotato su una netta delineazione di nuclei formativi fondanti (educazione critica ai saperi e apprendimento, dimensione dell'incertezza nelle dinamiche della natura e della società, educazione alla cittadinanza), in grado di sostenere curricula e percorsi formativi innovativi e, nel contempo, di collegarsi esplicitamente a obiettivi di riqualificazione e ricostruzione ecologica degli ambienti e dei paesaggi dell'area padana. Il tema della ricostruzione ecologica del fiume e del suo bacino afferente, che è stato al centro della preparazione e dello svolgimento del congresso nazionale sul Po del novembre 2007, è stato ripreso e ripensato a fondo (Ferrari et al. 2009b): si è riscoperto il ruolo ecologico del fiume e, insieme, il suo ruolo di motore dello sviluppo economico; si è ripartiti dal fiume per ripensare il territorio e progettare il nostro futuro. Di forte stimolo, a questo riguardo, sono stati i contributi espressi dall'impegno scientifico, culturale e professionale del CIRF (Nardini e Sansoni 2006, Conte 2008). Questa prospettiva può aiutare la politica ad uscire dalle pratiche dei tempi stretti, promuovere e incentivare l'apporto dei saperi critici della ricerca, attivare interazioni innovative tra competenze professionali tradizionalmente separate ed autoreferenziali. E

sollecitare esperienze forti e vere, nella forma e nella sostanza, di partecipazione pubblica. In questo scenario rientra l'elaborazione di progetti di educazione alla sostenibilità e alla partecipazione, che contribuiscano ad innovare il nostro sistema formativo sul piano degli obiettivi, delle metodologie e della stessa organizzazione didattica. Ma questa proposizione può essere immediatamente rovesciata. La ricostruzione ecologica del nostro territorio attraverso l'adozione di nuovi modelli di sviluppo è un'operazione culturale ambiziosa, ardua, che si snoderà su percorsi complessi e su tempi lunghi con forme inedite di partecipazione. Non è immaginabile che possa avere successo se non è sorretta, fin da ora, dall'impulso di un sistema formativo capace di rinnovarsi e di proiettare sul futuro le sue risorse professionali e le sue potenzialità di ideazione e sperimentazione (che sono straordinariamente importanti). La scuola come luogo fondativo di un nuovo possibile approccio al futuro deve tornare al centro della nostra attenzione (Ferrari et al. 2009b).

L'analisi delle attività realizzate dal CIDIEP nei singoli istituti o da più scuole collegate in rete ha fatto emergere, com'era da attendersi, varie criticità, ma ha fornito indicazioni importanti sull'opportunità di potenziare linee di lavoro orientate su alcuni obiettivi di rilievo prioritario: unificazione dei progetti locali su blocchi tematici strategici mirati ad una valorizzazione delle risorse umane del territorio che si basi sul dispiegamento delle potenzialità socio-economiche incluse nei beni culturali, storici e ambientali del fiume; attivazione di una rete delle scuole del Po interconnessa con le istituzioni e con le strutture esperte che operano nel territorio e dotata di efficaci strumenti e servizi di

comunicazione; sperimentazione di metodi e modelli di valutazione dell'innovatività dei curricula e della loro conformità ad ambiti problematici di profilo ambientale e territoriale, delle competenze effettivamente acquisite dagli studenti, dell'operatività e funzionalità della rete, dell'intensità e significatività dei percorsi partecipativi...; attenzione critica agli assunti concettuali e metodologici dei modelli di più diffusa applicazione per le stime di valore ambientale e di valore economico finalizzate alla formulazione di bilanci di sostenibilità e alla definizione di scenari gestionali alternativi (Bodini e Gallani 2007, Bodini et al. 2007).

Rispetto al livello di queste sfide, alla complessità degli obiettivi che vi sono associati e all'asprezza dei percorsi possibili da intraprendere, è penoso dover constatare quante energie ci sono sottratte dall'esigenza di contrastare il repertorio dei luoghi comuni (per lo più intrecci confusi di disinformazione e malafede) che in materia di politiche ambientali hanno ancora vasta presa sull'opinione pubblica: seminati da chi nega la rilevanza delle questioni di scala globale della tutela ambientale e, per restare nell'ambito dei problemi della riqualificazione fluviale, da chi resta trincerato nelle ridotte di un'idraulica tutta protesa al rialzo degli argini e alla canalizzazione dei corsi d'acqua. Viene in mente quanto dice Laughlin (2005) sulla minaccia dei sistemi di pensiero dogmatico, le antiteorie, come lui li definisce: "Le antiteorie costituiscono un pericolo soprattutto perché produrle è molto più economico che in passato e distruggerle è sempre più costoso...".

## BIBLIOGRAFIA

Bodini A., Gallani P. 2007. Progetto "Un Po di sostenibilità". Sviluppo sostenibile e partecipato della valle del Po. Notiziario CIDIEP, 8, 1: 13 - 24.

Bodini A., Bondavalli C., Allesina S. 2007. L'ecosistema e le sue relazioni. Idee e strumenti per la valutazione di impatto ambientale e di incidenza. Franco Angeli, 159 pp.

Bologna G. 2005. Manuale della sostenibilità. Idee, concetti, nuove discipline capaci di futuro. Ed. Ambiente, 331 pp.

CIDIEP 2007. Atti del seminario "Partecipare il Po". Notiziario CIDIEP, 8, 1, 64 pp.

Conte G. 2008. Nuvole e sciacquoni. Come usare meglio l'acqua, in casa e in città. Ed. Ambiente, 207 pp.

Laughlin R. 2005. Un universo diverso. Reinventare la fisica da cima a fondo. Codice Ed., Torino, 257 pp.

Mussini B. (Ed.) 2008. Progetto "Un Po di partecipazione". CIDIEP, Autorità di bacino del fiume Po, Consulta delle Province Rivasche del Po, 81 pp.

Ferrari C., Gambi L. (Eds) 2000. Un Po di terra. Guida all'ambiente della bassa pianura padana e alla sua storia. Diabasis, Reggio Emilia, 546 pp.

Ferrari I., Antonietti R., Di Domenico D. 2009a. Appunti su temi di ambito naturalistico ed ecologico. In: L. Guerra, M. Petazzini, P. Tamburini (Eds). Educazione ambientale 10+. Cosa ne sanno e cosa sono disposte a fare le giovani generazioni: il caso Emilia-Romagna. Ed. Erickson, 107 - 114

Ferrari I., Gavioli G., Sacchi G. 2009b. Progetti di educazione alla sostenibilità e alla partecipazione. In: Atti del Congresso Nazionale "Il Po: una risorsa per l'Italia", Piacenza, 23 - 24 novembre 2007, in stampa.

Ferrari I., Pellegrini M. 2007 (Eds). *Un Po di Carte. La dinamica fluviale del Po nell'Ottocento e le tavole della Commissione Brioschi. Diabasis, Reggio Emilia, 197 pp. (Allegati Tavole cartografiche e CD Rom).*

Ferrari I., Vianello G. 2003 (Eds). *Un Po di acque. Insediamenti umani e sistemi acquatici del bacino padano. Diabasis, Reggio Emilia, 322 pp.*

Nardini A., Sansoni G. (Eds) 2006. *La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio. Collezione CIRF. Mozzanti Ed., Venezia, 832 pp.*

Zanichelli F., Ferrari I. (Eds) 2008. *Per non perdere l'acqua in un fiume di parole. Progetto INFEA 2005 - 2006 Il valore dei sistemi fluviali: ricerca e comunicazione. CIDIEP, Parco Fluviale dello Stirone, Parco Delta del Po Emilia - Romagna, Parco Fluviale del Taro, Ambiente & Lavoro, 86 pp.*

# DAL WAP ALL'UDP, PASSANDO PER IL PROGETTO MINCIO E IL LABTER-CREA, UNA STORIA LUNGA UN FIUME: TRENT'ANNI E OLTRE DI EDUCAZIONE, FORMAZIONE, INFORMAZIONE, COMUNICAZIONE E AZIONI AMBIENTALI NELLE TERRE DEL MINCIO

BRUNO BENASI<sup>(1)</sup>, CESARE MARTIGNONI<sup>(2)</sup>, FABIO SEVERI<sup>(3)</sup>, SANDRO SUTTI<sup>(4)</sup>

(1) proprietario, gestore delle Valli del Mincio

(2) zoologo, coordinatore scientifico di Labter-Crea

(3) medico pediatra, responsabile del Gruppo Amici del Mincio

(4) coordinatore nazionale di GLOBE, consulente di Labter-Crea



Figura 1 – Giornata Mondiale dell'Acqua 2003.

## LA STORIA FATTA A PEZZI

Per fortuna le storie non sono come gli scherzi, belli, a patto che durino poco. Per fortuna, diciamo noi, perché la storia che stiamo per raccontare è lunga, lunghissima, troppo lunga per poterla narrare d'un fiato e ricevere l'auspicata attenzione. Per questo la facciamo a pezzi.

## PRIMO PEZZO, 1976 - 1980:

### L'AUTARCHIA DEL CHIMICO

In un anno succedono moltissime cose nel mondo, alcune viaggiano su rotte lontane dalle nostre, altre ci sfiorano, altre impattano violentemente sulle nostre vite: in quel lontano 1976 tre avvenimenti senza nesso apparente tra loro determinano l'avvio della nostra storia:

- la sperimentazione metodologica e didattica nel Corso C di Chimica

- dell'ITIS "Fermi" di Mantova;
- l'approvazione della Legge Merli, la prima legge italiana che disciplina gli scarichi in acqua;
- il disastro di Seveso.

Ecco come i tre avvenimenti si combinano. La sperimentazione dell'ITIS intende fare Chimica in ambiente e per l'ambiente e mette le sue competenze a disposizione della comunità. Le Amministrazioni Comunali sono costrette dalla Legge Merli, la n. 319 del 10.5.96, la prima Legge Nazionale di Tutela delle Acque dall'Inquinamento, ad assumere funzioni di controllo sulla qualità delle acque. Il caso Seveso scuote la comunità nazionale, già provata dal terrorismo, la costringe ad interrogarsi anche sullo stato della propria salute ambientale e, di fatto, catalizza la stipula del Contratto tra la classe 5<sup>a</sup> C Chimici e il Comune di Bagnolo San Vito (MN) per una campagna di monitoraggio delle acque superficiali del territorio comunale; come contropartita il Comune offre informazioni, servizi e strutture, reagenti e l'impegno a divulgare i risultati dell'indagine con pubblicazioni e incontri aperti alla cittadinanza. L'indagine si svolge nella primavera del 1977.

La programmazione e l'esecuzione

dell'opera sono esemplari, l'iniziativa riscuote successo e viene replicata nei comuni di Borgoforte (1978) con due classi impegnate e Curtatone (1979) con tre classi impegnate.

## Una metodologia di successo

In due settimane studenti e docenti mettono a punto una metodologia di indagine articolata su stadi, molti dei quali implicano escursioni nel territorio comunale per contatti col personale comunale e con la cittadinanza, una metodologia ancora attuale, così strutturata:

1. raccolta delle informazioni in possesso dell'Amministrazione Comunale (incontri con tecnici, stradini, ecc.);
2. studio dell'Idrografia di Superficie del Territorio (incontro con il Consorzio di Bonifica e successiva escursione nel territorio comunale);
3. indagine territoriale per censire le unità inquinanti (escursioni plurime nel territorio, colloqui con tecnici e cittadini);
4. trasferimento sulla carta delle informazioni raccolte (geo-referenziazione delle informazioni);
5. selezione delle unità inquinanti e definizione del piano di



Figura 2 e 3 - Indagine sulle acque del Comune di Bagnolo San Vito, 1977.

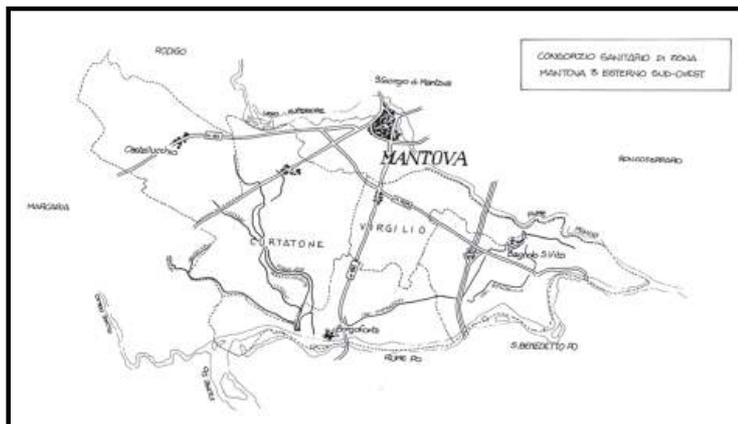


Figura 4 – WAP, territori indagati 1977/1979.

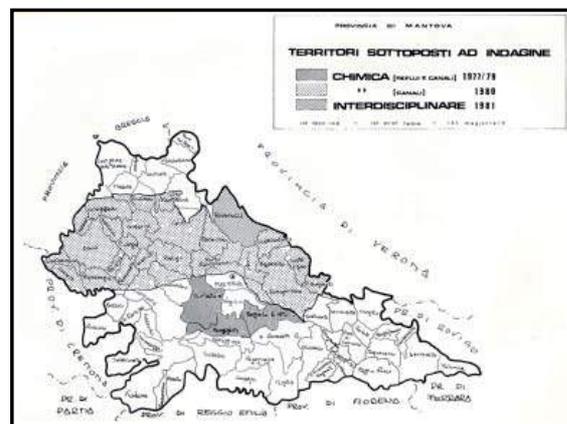


Figura 6 – WAP, territori indagati al 1980.

campionamento su effluenti e corsi d'acqua;

6. addestramento alle analisi;
7. allestimento del Laboratorio Esterno e del Centro Dati in ambienti del territorio comunale;
8. piano di campionamento e di analisi, articolato su quattro giornate distribuite su altrettante settimane;
9. rielaborazione dei dati;
10. presentazione dei risultati all'Amministrazione Comunale;
11. rapporto alla cittadinanza.

#### La prima pubblicazione

Il volume *Reperti vari e analisi delle acque*, pubblicato dall'Amministrazione Comunale di Bagnolo San Vito l'anno dopo, inaugura l'editoria del WAP (Water Analysis Project), l'acronimo scelto per il progetto in un periodo di evidente anglofilia.



Figura 5 – Reperti vari e analisi delle acque, 1978.

#### Una nuova committenza

E' un compito da far tremare i polsi la nuova committenza che arriva all'ITIS dall'Amministrazione Provinciale nel 1980: fare il monitoraggio di 120 corsi d'acqua del Medio Mantovano. Obiettivo dell'indagine: la realizzazione del catasto delle acque del Medio e Alto Mantovano. L'aggiornamento del Modello alle nuove esigenze imposte dalla committenza implica un grande sforzo organizzativo: il laboratorio esterno viene spostato di settimana in settimana in un comune diverso, al fine di collocarlo in una località prossima al reticolo indagato. Il Quadro Dati prodotto è impressionante. La pubblicazione della Provincia esce qualche mese dopo.

#### **SECONDO PEZZO, 1981-1984: FINE DELL'AUTARCHIA, LA PRIMA RETE DI SCUOLE**

Il bilancio dei primi quattro anni di attività è positivo, ma facciamo una scoperta dolorosa e salutare: per valutare la qualità dei corsi d'acqua, la Chimica non basta! Ci servono altre competenze e, poiché all'ITIS non ci sono, andiamo a cercarle altrove, all'Istituto Professionale Femminile "Mazzolari", all'Istituto Magistrale "D'Este", all'Istituto Tecnico Femminile "Mantegna", dove operano docenti motivati come noi, se non di più, ma competenti in discipline diverse dalle nostre: batteriologia,

biologia, botanica, ecc., proprio quello che ci serve. Pochi incontri sono sufficienti per definire obiettivi, mansioni e tempi e sancire la creazione del Gruppo di Ricerca Integrata WAP, che propone una formula inedita e una sfida affascinante sul piano della collaborazione tra scuole diverse, che operano sulla base di competenze complementari. Il primo intervento del gruppo si registra nel 1981 con l'indagine sulle acque superficiali e sotterranee del Comune di Roverbella (MN); successivamente, il team di ricerca si consolida nelle indagini del 1982



Figura 7 – WAP, Centro Dati.



Figura 8 – WAP, analisi batteriologiche all'I.P.F. Mazzolari MN.

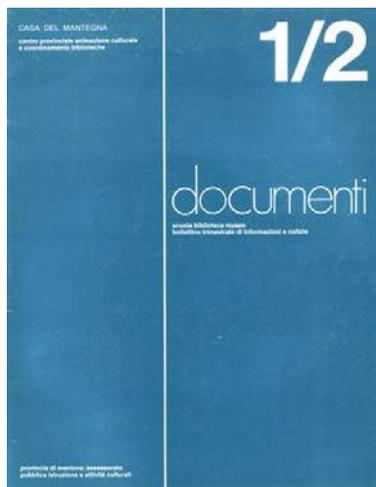


Figura 9 - WAP, la pubblicazione al macero, 1982.

(Comune di Castellucchio) e del 1983 (Comune di S. Giorgio), ampliandosi al contributo di un paio di classi seconde dell'ITIS, intervenute per affiancare l'ITF e il Magistrato nell'analisi del microplancton.

### Cosa scopriamo

Facciamo ulteriori scoperte:

- gli enti locali non hanno una documentazione attendibile sulle migliaia di pozzi privati che attingono acqua potabile dal sottosuolo;
- con la ricognizione casa per casa per censire i pozzi e le loro caratteristiche, la fase della indagine territoriale si espande nel tempo e richiede più risorse umane (e questo è un inconveniente), ma il contatto con la popolazione è capillare, a tutto vantaggio della raccolta di informazioni e della sensibilizzazione della popolazione (e questo è un doppio vantaggio);
- l'uso delle biciclette per le ricognizioni è vantaggioso;
- tra i cittadini ci sono quelli cordiali, quelli che addirittura offrono pane e salame e quelli, pochi per fortuna, che minacciano di spararci "se non ce ne andiamo subito!".

Poi scopriamo che l'uso sociale dei dati è un problema: infatti una Amministrazione Comunale si spaventa quando legge il *Rapporto sull'indagine*, troppo dettagliato, troppo preciso, con nomi e cognomi



Figura 10 - WAP, censimento pozzi a Roverbella, 1981.

delle aziende inquinanti e manda al macero le 500 copie già stampate dalla Provincia e destinate ai propri cittadini. Conserviamo gelosamente quella pubblicazione, quale primo esempio di "censura": purtroppo, all'epoca il gruppo di docenti ritiene che il proprio compito termini con la presentazione del Rapporto al Comune e che la divulgazione dei risultati sia compito dell'Amministrazione Comunale. In questo modo l'intervento censorio passa sotto silenzio!

Infine scopriamo che il coordinamento di docenti di scuole diverse e diverse discipline funziona! E ci arricchisce professionalmente.

### La mostra WAP alla Casa del Mantegna, 1984

L'esperienza merita adeguata divulgazione: se ne fa carico l'Amministrazione Provinciale di Mantova, sempre attenta ai lavori sull'ambiente, che nel settembre del 1982 commissiona all'Istituto d'Arte di Mantova una mostra sui primi cinque anni del WAP. La mostra richiede due anni di preparazione e, finalmente, nella primavera del 1984 viene installata nelle suggestive stanze della Casa del Mantegna di Mantova; l'operazione esalta gli aspetti portanti del progetto, ma soprattutto segna l'inizio della cooperazione con l'Istituto Statale d'Arte di Mantova, quinta scuola superiore del progetto, che ci fa capire la potenza dell'arte applicata e della comunicazione professionale.



Figura 11 - WAP, una tavola della mostra, 1984.

### **TERZO PEZZO, 1985-1990:**

#### **L'INDAGINE SUI LAGHI E L'INTERNAZIONALIZZAZIONE**

#### L'indagine sui laghi di Mantova e il Convegno finale

Nel settembre del 1984 il Comune di Mantova, che ha appena terminato la costruzione della rete fognaria di collettamento degli scarichi di 40.000 dei 60.000 abitanti della città, prima afferenti ai laghi, affida al WAP un'indagine biennale sulla qualità delle acque dell'ambiente lacustre, per verificare gli eventuali effetti benefici derivanti dall'eliminazione dei 2/3 del carico inquinante. Il piano di lavoro del WAP prevede l'esame chimico di 750 campioni d'acqua, l'esame batteriologico di 300 campioni d'acqua e l'esame del microplancton di 225 campioni d'acqua; sul piano analitico si prevede di introdurre l'analisi dei metalli pesanti e dei fenoli; sul piano organizzativo si prevede infine che, nelle giornate di analisi, tre squadre di allievi, ciascuna delle quali trasportata da una barca con conduttore, siano in azione simultaneamente per raccogliere campioni d'acqua sui tre laghi. Altre squadre di allievi recapitano i campioni di acqua ai diversi istituti.

L'indagine, che verrà protratta fino al 1989, porta ad altre scoperte. Scopriamo che:

- un lago non è un fiume, ci servono altre conoscenze e competenze;
- abbiamo bisogno di nuova strumentazione per campionamenti di



Figura 12 - WAP, campionamento sui laghi, 1985-89.



Figura 13 - WAP, Convegno al Teatro Bibiena di Mantova.

profondità e carotaggi dei sedimenti;

- con le competenze e le strutture di cui dispone, un Istituto Tecnico Industriale può fare i miracoli, dunque anche i nuovi campionatori;
- troppi dati possono essere tossici, confondono le idee, bisogna ricondurre a unità le informazioni di dettaglio;
- il rapporto con l'Università è difficile;
- un Convegno (1990) non è strumento efficace per comunicare alla cittadinanza i risultati dell'indagine.

**IL CEDE**

Il Centro Europeo dell'Educazione (CEDE) di Frascati scopre il WAP (1987), lo inserisce nell'esperienza ENSI (Environment and School Initiatives Project) dell'OCSE, lo manda all'evento finale di Linz (Austria, 1988), dove la delegazione mantovana di 7 docenti e 6 ragazzi raccoglie un lusinghiero successo e qualche critica da "fuoco amico". Un successo internazionale per materiali, progetti e processi, qualche critica da colleghi italiani inerente alcuni discussi valori su cui la nostra esperienza si fonda (rispetto dei tempi, rigore, precisione, affidabilità, ecc.), considerati da "organizzazione industriale" più che da esperienza educativa.

**L'internazionalizzazione del WAP**

La performance austriaca ci cambia la vita: da questo momento dobbiamo confrontarci con il mondo. E il mondo ci arriva addosso nella forma di ricercatori stranieri in visita a Mantova, incuriositi da ciò che hanno sentito del WAP, e di proposte di collaborazione. La più intrigante: diffondere e rappresentare in Italia il GREEN, il Global Rivers Environmental Education Network, il progetto per una rete mondiale di scuole e istituzioni impegnate nel monitoraggio e nella difesa dei fiumi, ideato da Bill Stapp nel 1984 presso l'Università del Michigan. Le peculiarità di alcune esperienze internazionali che intercettiamo ci costringono a riflettere:

- la scala planetaria o internazionale ci fa riflettere sulla dimensione provinciale della nostra; pensavamo

di essere grandi, ci scopriamo piccoli piccoli;

- il dominio delle nuove tecnologie, che accorciano i tempi e cambiano i modi delle relazioni e delle comunicazioni, ci convince della necessità di incorporare nella nostra esperienza l'uso delle reti informatiche, di internet, del web, per essere più efficaci, per coinvolgere strati sempre più ampi della comunità;
- il livello di approfondimento teorico e di sintonia con le tematiche dello sviluppo sostenibile ci costringe a rimodulare la nostra esperienza quanto a obiettivi, strategie e metodologie.

**QUARTO PEZZO, 1990-1995: PROGETTO MINCIO, I PROGETTI INTERNAZIONALI**

**Progetto Mincio**

Preparato da un workshop internazionale nel maggio '90 e da un corso di aggiornamento nell'autunno dello stesso anno, decolla il Progetto Mincio (PM): vi aderiscono 13 scuole medie insediate nel Parco del Mincio e le 4 scuole superiori del WAP.

In pratica il WAP si dissolve nel PM, si costituisce una rete dinamica di scuole superiori e inferiori, viene ridefinito il Modello di indagine che, mentre conserva alcuni elementi



Figura 14 - WAP, articolo sul WAP a Linz, Gazzetta di Mantova, 1988.

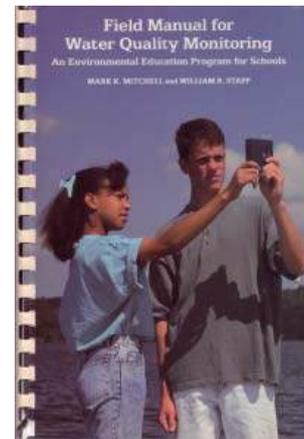


Figura 15 - Il manuale da campo del GREEN, 1990.



Figura 16 - PM, addestramento all'ITIS Fermi MN.



Figura 17 - PM, giornata di monitoraggio sul campo.



Figura 18 - PM, giornata di monitoraggio sul campo..



Figura 19 - PM, presentazione del Rapporto sulle acque.

sul Mincio; questo appuntamento anno dopo anno rinsalda l'intesa e l'azione tra Labter-Crea e il volontariato rivatele: la Pro Loco, il Gruppo Amici del Mincio e il Gruppo Canoistico Rivatele.

Un grande evento si lega ai primi anni di vita del progetto: si tratta della grande manifestazione organizzata dal PM il 6 Giugno 1992 in Piazza Broletto, nel centro storico di Mantova per collegarsi idealmente all'Heart Summit di Rio, in programma in quei giorni in Brasile: tre cortei di ragazzi e insegnanti del progetto, provenienti da altrettanti punti di raccolta, riempiono la piazza, che offre un colpo d'occhio magico. Vi partecipano tutte le scuole del progetto e ognuna di esse presenta una performance teatrale, musicale, poetica, scientifica, naturalmente basata sui temi dell'ambiente e della sua difesa. L'evento si segnala come la prima grande testimonianza collettiva della scuola mantovana a favore dell'ambiente.

### I progetti TEMPUS

Sulla scia del GREEN arriva il COBES, un programma supportato dalla Comunità Economica Europea, che si propone di sviluppare gli studi ambientali basati sull'uso del computer nei paesi dell'Est Europeo (Bulgaria, Lituania e più tardi Repubblica Ceca), sotto la guida di un gruppo di università occidentali



Figura 20 - Il Centro Parco di Rivalta sul Mincio e uno scorcio delle Valli, visti dalla torretta dell'Ostello di Corte Mincio

distintivi dell'esperienza da cui trae origine, porta forti elementi di innovazione metodologica:

- un protocollo internazionale di determinazione della qualità dell'acqua
- la funzione di servizio e consulenza delle scuole superiori nei confronti dei colleghi delle scuole medie
- il tutoraggio attuato dagli studenti delle superiori nei confronti di quelli delle medie
- la cooperazione e la solidarietà tra scuole di indirizzo e livello diversi sulla base di problemi reali differenti e di obiettivi comuni
- il monitoraggio simultaneo di un corso d'acqua da monte a valle
- un coordinamento sofisticato.

A giudicare dagli effetti, il progetto deve aver raggiunto la sua massa critica, se è vero che mobilita gli enti locali, attira l'interesse dei media, dei centri di ricerca e dei progetti internazionali. Ma soprattutto cresce il livello di interazione con le comunità locali, in particolare con i genitori dei ragazzi delle Scuole Medie. Il Rapporto finale presentato al termine della

campagna di monitoraggio nei mesi di maggio o giugno rappresenta un evento seguito con attenzione da giornali e TV locali, capace in qualche caso di innescare dibattiti politici. Nel tempo tra i docenti cresce la consapevolezza del peso del progetto nella comunità mantovana e dell'insufficienza di una iniziativa dai mille risvolti meritevoli ed esemplari: non basta radiografare il Mincio, anche se in modo originale, non basta fare della buona educazione in ambiente e per l'ambiente, non basta fornire strumenti tecnico-scientifici per una valutazione autonoma della sostenibilità di un ambiente, in qualche caso occorre difendere il fiume in prima persona, assumersi delle responsabilità. Dalla dimensione pedagogica occorre passare alla dimensione politica. Gli esposti presentati da alcuni docenti del progetto alla Procura di Mantova in due casi di inquinamento grave provocati dal depuratore del Garda rispondono a questa esigenza.

Un particolare: i Rapporti vengono presentati al Centro Parco di Rivalta

tra cui l'Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften di Kiel (Germania) e il King's College di Londra. Il PM viene invitato a far parte del progetto con funzioni di consulenza, ma finisce per esserne coinvolto e influenzato profondamente. Il COBES ci spedisce in giro per l'Europa per convegni, seminari, campi di educazione ambientale e ci induce a fare altrettanto a Mantova, per mettere esperienze a confronto al fine di riflettere e a discutere degli aspetti teorici e pratici del PM e forzare i tempi perché il nostro progetto esca dalla precarietà e diventi una "istituzione di diritto", oltre che "di fatto". Insomma il COBES si rivela sempre di più una straordinaria palestra di scambio culturale e un formidabile propellente per la trasformazione del Progetto Mincio.

#### QUINTO PEZZO, 1995-2000:

LABTER-CREA, ALTRE RETI DI SCUOLE, IL PROGETTO UN PO DI CULTURA E LA GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA, I MANUALI PER IL PO, IL PROGETTO GLOBE

Il processo evolutivo genera nel 1996 il Labter-Crea, il Laboratorio Territoriale Centro Regionale per l'Educazione ambientale di Mantova. L'avvento di Labter-Crea segna la transizione del fenomeno dal volontariato alla struttura istituzionalizzata, senza



Figura 21 - Il logo del Labter-Crea.

la rinuncia alle peculiarità che ne hanno garantito l'affermazione: affidabilità, puntualità, rigore, trasparenza, condivisione delle risorse, dei problemi e della ricerca di soluzioni, una buona dose di coraggio e incoscienza.

Il laboratorio nasce nel 1996 da un accordo tra enti locali mantovani e scuole: Provincia e Comune di Mantova, Ufficio Scolastico Provinciale, ITIS "Fermi". Successivamente una Convenzione regola il rapporto con Regione Lombardia. Attualmente anche l'ITA "Strozzi" di Palidano di Gonzaga fa parte di Labter-Crea, curandone gli aspetti amministrativi.

#### Punti di forza di Labter-Crea:

- è governato da un Comitato Organizzativo costituito dai rappresentanti degli enti istitutivi e presieduto dal Dirigente Scolastico Provinciale;
- gli enti istitutivi non si limitano a finanziare la struttura, ma ne guidano e ne controllano l'evoluzione in senso democratico e partecipato;
- la natura del Presidente, legato al mondo della scuola, spegne o inibisce il sorgere di eventuali mire di annessione della struttura da parte di Comune e Provincia o eventuali conflitti inerenti il suo controllo; in qualche misura ne preserva l'autonomia;
- agisce a scala comunale e provinciale;
- dispone di un docente a tempo pieno, nominato coordinatore scientifico dall'Ufficio Scolastico Regionale su proposta del Dirigente Provinciale;
- nasce da 18 anni di attività di educazione ambientale, condivise dagli enti locali, dunque con un rilevante bagaglio di esperienze;
- fa parte della rete dei centri di riferimento regionali per l'educazione ambientale (CREA) coordinati da Regione Lombardia;

- non ha bisogno di legittimarsi, è storicamente legittimato.

#### Punti di debolezza di Labter-Crea:

- non ha natura giuridica, nasce da un accordo tra enti;
- non dispone di autonomia finanziaria e di bilancio;
- l'amministrazione è affidata ad una scuola, cosa che abbatte i costi di gestione e garantisce un ottimo livello di controllo, ma che genera appesantimenti burocratici.

Labter-Crea catalizza la nascita di altre reti di scuole votate allo studio, al monitoraggio, alla difesa dei comparti ambientali (acqua, aria, suolo), all'approfondimento e al miglioramento delle modalità di formazione, informazione e comunicazione ambientale fino a quel tempo adottate.

#### Alcune peculiarità delle reti:

- i progetti sono realizzati da reti di scuole;
- le reti sono dinamiche, non gerarchiche, inclusive, non esclusive e attraversano gli ordini di scuola (essenzialmente scuole medie e scuole superiori, in qualche caso anche scuole elementari);
- ogni rete ha un coordinatore scientifico, *che non è di nomina "divina"*; si tratta di un docente a cui i colleghi riconoscono competenza, rigore, passione, dedizione;
- le reti agiscono in stretta collaborazione con enti locali, parchi, associazioni, cittadini;
- le reti sono collegate con università o altre istituzioni di ricerca;
- le reti sono supportate da enti locali e, in minore misura, da Labter-Crea.

#### Gli elementi portanti dei progetti:

- fanno parte dei piani di offerta formativa (POF) delle singole scuole;
- entrano nei curricoli scolastici;
- sono realizzati da classi e non da gruppi di interesse;

- prevedono attività in classe, in laboratorio, ma soprattutto in ambiente, nonché incontri con rappresentanti di enti locali, di agenzie per la protezione dell'ambiente, dell'industria e delle associazioni;

- vertono su compiti di realtà;
- mobilitano centinaia di persone;
- promuovono ed attuano azioni in difesa dell'ambiente; tra le azioni anche esposti alla Procura di Mantova;

- producono un Rapporto annuale finale sullo stato del comparto ambientale indagato (produzione di conoscenza originale);

- presentano il Rapporto in un incontro aperto alle scuole, ma soprattutto alla comunità;

- distribuiscono tale rapporto agli enti locali, alle associazioni o ai cittadini che ne fanno richiesta (diffusione della conoscenza prodotta).

La presenza di Labter-Crea dà nuovo impulso ai processi formativi, alle relazioni, alle intese con università e agenzie di protezione ambientale e alla produzione di Manuali originali di lavoro sul campo. E' del 1996 il MENS, il manuale da campo per il monitoraggio dei fiumi, edito dal Parco del Mincio.

#### Il Progetto Un Po di cultura e la Giornata Mondiale dell'Acqua

Nel 1997 l'interazione con altri Labter (LEA "Conti" di Milano, CIDIEP di Colorno, CEA di Reggio Emilia) è alla base della nascita del Progetto *Un Po di cultura*, che nel giro di qualche anno;

- realizza e distribuisce materiali didattici, tra cui una riedizione del MENS (1999);

- edita la Newsletter "Per un bel Po";

- costruisce il più bel sito italiano; al servizio della cultura dei fiumi
- gestisce Forum sulle iniziative di sostenibilità ambientale;

- promuove e coordina, insieme con



Figura 22 - Giornata Mondiale dell'Acqua, 2002.



Figura 23 - Giornata Mondiale dell'Acqua, 2009.

i Poli del progetto e con i CREA, iniziative di educazione scientifica applicata all'indagine ambientale (RING TEST) e azioni di grande impatto comunicativo.

Nell'anno scolastico 2000/2001 partecipano al Progetto 275 scuole insediate nel bacino del Po.

Dal 2000 al 2003 il Progetto mette a segno una serie di iniziative sempre più coinvolgenti, tra le quali primeggiano le manifestazioni per celebrare la Giornata Mondiale dell'Acqua.

La prima (22 Marzo 2000, Boschi di Maria Luigia, Sissa di Parma) vede 700 tra studenti e docenti provenienti da tutta la Valle Padana. L'anno dopo la manifestazione si sdoppia e registra 1.500 partecipanti a San Benedetto Po (Mantova) e 1.000 a Pavia. Nel 2002 viene organizzata una grandissima manifestazione a Torre d'Oglio (MN) con più di 4.000 persone....Un evento che trova ampio risalto sui quotidiani Corriere della Sera, Giorno, ecc.. Nel Mantovano dal 2003 al 2006 la manifestazione prende il nome *Fiumi di Primavera* e si sdoppia: viene realizzata nello stesso giorno nella golena del Po di Viadana e sulle rive dei Laghi a Mantova e mobilita complessivamente 6.500 tra bambini, studenti, insegnanti e cittadini. La celebrazione della Giornata Mondiale dell'Acqua è un lascito importante del Progetto *Un Po di cultura*; attualmente se ne

fa una sola, sui Laghi di Mantova; vi partecipano 3.500 persone circa. All'evento concorrono tutti gli enti locali mantovani, le associazioni, alcune aziende e una miriade di classi provenienti da Mantova e provincia, da Milano, Verona e Cervignano del Friuli. Per il numero di partecipanti e per la continuità dimostrata, *Fiumi di primavera* può considerarsi come la maggiore manifestazione europea organizzata per celebrare la Giornata Mondiale dell'Acqua.

Nel biennio 2004-2005 il Progetto *Un Po di cultura* perde il sostegno finanziario di Regione Lombardia, conosce una breve agonia e chiude i battenti. Il rammarico è grande per più di una ragione: perché era l'unico progetto italiano che potesse dialogare e cooperare con i grandi progetti europei attivi sull'Elba e su altri fiumi europei, perché ci ha costretto a confrontarci con la dimensione di bacino idrografico, perché ha attivato relazioni e collaborazioni che durano tuttora.

#### I Manuali per il Po

Nel 1999 il Progetto *Un Po di cultura* riedita il MENS, integrando la versione originale con un capitolo sull'utilizzo dei macroinvertebrati bentonici per la determinazione della qualità delle acque superficiali correnti. Nel 2003, grazie ad un finanziamento del Ministero dell'Ambiente, il LEA Conti, a nome del progetto, dà alle stampe una collana di 3 manuali per le indagini

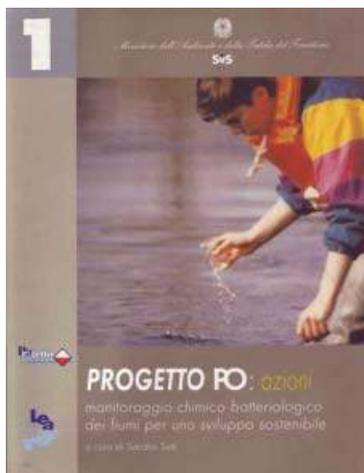


Figura 24 - Il primo dei manuali della collana del Progetto Po.

ambientali e l'educazione allo sviluppo sostenibile:

1. *Progetto PO: azioni. Monitoraggio chimico-batteriologico dei fiumi per uno sviluppo sostenibile;*
2. *Progetto Po: storie. Riti e miti vecchi e nuovi per uno sviluppo sostenibile;*
3. *Progetto Po: mappe. Letture del territorio per uno sviluppo sostenibile.*

I manuali diventano subito strumenti base utilizzati nei corsi di formazione docenti e nelle esperienze con le classi.

### Il Progetto GLOBE

Nel 1997 il coordinatore scientifico di Labter-Crea viene invitato dal Ministero della Pubblica Istruzione ad attivare il Progetto GLOBE ITALIA, in altri termini la sezione italiana del Progetto Global Learning and Observations to Benefit the Environment (GLOBE), il progetto lanciato da Al Gore nel 1994, che propone una alleanza tra il mondo della ricerca e il mondo della scuola per lo studio e la difesa del pianeta. L'ITIS "Fermi" di Mantova, con altre 27 scuole italiane, viene invitato a far parte della rete di Globe Italia e Labter-Crea, tramite il suo rappresentante, ne assume il coordinamento nazionale. Nuovi orizzonti dunque e nuove prospettive per la nostra struttura.

### **SESTO E ULTIMO PEZZO, 2001 - 2009: ESA, LE AGENDE 21 LOCALI, IL PROGETTO DA AGENDA 21 LOCALE AD AZIONE 21 PER IL MINCIO, SOS VALLI, I PROGETTI SARCA-GARDA-MINCIO E VERDE MINCIO, LA COMUNITÀ RIVALTESE**

In questo decennio il raggio di azione del laboratorio si espande a settori che esulano dalla presente trattazione, mentre i Progetti Mincio e Macroinvertebrati co-generano altri progetti.

#### ESA

E' una creazione dell'Università della California l'Environment School Academy (ESA) che si concretizza nell'estate del 2001 in uno stage estivo Mantova-California di 30 giorni, vissuto da 8 studenti americani e 10 studenti dell'ITIS "Fermi" di Mantova, articolato su monitoraggi di acqua, aria e suolo, visite e incontri gestiti da specialisti di settore. Nella versione mantovana l'accademia ambientale, svoltasi in ambito GLOBE, fruisce dello straordinario supporto della Pro Loco di Rivalta sul Mincio, oltre che di numerosi enti tra i quali Parco del Mincio, Comune di Rodigo, Comune e Provincia di Mantova, Università di Mantova.

#### Le Agende 21 Locali

A fronte di un impegno rilevante in termini di risorse professionali e mentali, la qualità delle acque del Mincio e dei suoi affluenti non sembra dare segni di miglioramento apprezzabili. E questa è la critica più pesante e che più fa riflettere i protagonisti delle attività sui fiumi. In mancanza di riscontri ambientali positivi, il Progetto Mincio e il Progetto Macroinvertebrati in particolare possono logorarsi, ma tutta l'azione del Labter può risentirne per demotivazione dei protagonisti.

Per scongiurare questo pericolo dal 2001 Labter-Crea entra nelle

Agende 21 Locali promosse da Comune e Provincia di Mantova con più ruoli: come produttore di conoscenza ambientale (porta in dote anche dati originali); come rappresentante delle scuole impegnate nelle tematiche dello sviluppo sostenibile; come facilitatore aggiunto, dotato di esperienza consolidata nella gestione di progetti, processi e reti.

#### SOS Valli del Mincio

L'allarme lanciato dalla Pro Loco di Rivalta sul peggioramento della qualità della Riserva Naturale Valli del Mincio viene raccolto da Labter-Crea, che nell'autunno 2005 organizza una campagna di monitoraggio e comunicazione ambientale in collaborazione con il Comune di Rodigo, la Provincia e il Comune di Mantova, il Parco del Mincio, l'Università di Parma e la Pro Loco di Rivalta sul Mincio.

#### Progetto Sarca Garda Mincio (SA.GA.MI.) e Progetto Ver.De. Mincio

L'invito a superare i confini provinciali e a unire esperienze di studio, monitoraggio e comunicazione ambientale aventi come teatro il bacino idrografico del Garda arriva dal Centro di Rilevamento Ambientale (CRA) di Sirmione. Il Progetto SA.GA.MI. è ormai una realtà di cui fanno parte CRA e sezione del CNR-IREA di Sirmione, APSS e APPA di Trento, ARPA di Verona, ASL di Brescia e Comunità del Garda, nonché Labter-Crea.



Figura 25 - ESA, attività nello Yosemite Park, California, 2001.



Figura 26 - Il logo del Progetto SA.GA.MI.

Nello stesso periodo l'Università di Mantova, in collaborazione con Labter-Crea e con 4 Istituti Superiori mantovani (ITA "Strozzi", IPSIA "Vinci", ITASS "Mantegna" e ITIS "Fermi"), attiva il progetto VERDE MINCIO, incentrato su determinazioni sperimentali atte a verificare il funzionamento degli impianti di depurazione civili del mantovano, ai fini della loro ottimizzazione.

#### Il Progetto "Da Agenda 21 ad Azione 21 per il Mincio"

Il lungo percorso del Labter matura nuove consapevolezze e porta nuove competenze e nuove responsabilità; in breve, la struttura è pronta per un ulteriore salto di qualità, vale a dire per l'inserimento in organismi progettuali e decisionali inerenti la vita del fiume. Nel 2004 Labter-Crea entra a far parte dell'Unità del Progetto "Da agenda 21 ad azione 21", cioè del ristretto gruppo di enti e agenzie (Provincia di Mantova, Comune di Mantova, Consorzio del Mincio e Parco del Mincio) che elaborano processi e attivano azioni pilota per la

riqualificazione del Mincio con le modalità delle agende 21, col Parco del Mincio come capofila.

#### La comunità rivalentese

Come detto, negli anni è andato consolidandosi il rapporto con la comunità di Rivalta sul Mincio, enclave speciale di umanità pulsante con la vita del fiume. Unica tra le popolazioni rivierasche del Mincio conserva la cultura del fiume come un bene prezioso:

- gestisce per conto del Parco del Mincio il locale Centro Parco, che provvede ad arricchire con raccolte di materiali storici inerenti il fiume e la sua vita;
- collabora attivamente alla pulizia e alla manutenzione delle Valli del Mincio, straordinario ambiente naturalistico a nord di Mantova;
- si batte per garantire al Mincio maggiori portate idriche e migliore qualità delle sue acque;
- gestisce il Centro Canoe con interventi quotidiani ed eventi di ampia risonanza (Il Mincio in canoa, Pagaiando con la luna piena);
- anima due siti web, ma soprattutto
- sa come gestire le Valli, per le quali propone la valorizzazione mediante processi di fito-depurazione, nuovi sbocchi economici per la produzione delle canne palustri e nuovi percorsi per un turismo sostenibile.

Tutto questo in nome di un volontariato indomabile, che ha molte espressioni (Gruppo Amici del Mincio, Gruppo Canoistico Rivalentese, ecc.), ma un'unica rappresentanza nella Pro Loco Rivalta.

Gente come questa, che intreccia il proprio futuro, la propria qualità di

vita con quella delle acque e delle valli, è una risorsa impagabile per ogni comunità e non può restare ai margini dei processi decisionali inerenti il fiume. Ed è proprio questo l'ultimo atto della nostra storia: l'ingresso, catalizzato da Labter-Crea, di un cittadino rivalentese, in qualità di consulente, nel team di progettazione degli interventi pilota di gestione delle Valli deliberati a suo tempo dal Forum del Mincio. Questo atto chiude una storia, ma ne apre un'altra, tutta da scrivere, di cui per ora conosciamo solo il titolo: *La gestione democratica e partecipata del Mincio e delle sue Valli*.



Figura 28 - Le Valli del Mincio da satellite, con confine SIC (fonte: Parco del Mincio).



Figura 29 - Ispezione ai sostegni per l'allagamento delle Valli con finalità fitodepurative.



Figura 30 - Un'attività economica nelle valli: la produzione delle canne.



Figura 27 - Il banner della home page del Forum del Mincio.

# Sessione D: interventi e progetti di riqualficazione fluviale in Italia

## RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE IN ALTO ADIGE: GLI INTERVENTI SUL BASSO CORSO DEL TORRENTE AURINO (BZ)

CATERINA GHIRALDO

*Provincia autonoma di Bolzano- Alto Adige, Ripartizione Opere Idrauliche, Ufficio Sistemazione bacini montani est  
e-mail: caterina.ghiraldo@provinz.bz.it*

### SUNTO

Già da alcuni anni la Ripartizione Opere idrauliche della provincia autonoma di Bolzano si dedica ad una serie di progetti ed iniziative allo scopo di riqualficare habitat fluviali e ripristinare originari ambienti umidi, d'elevato valore ecologico-paesaggistico, che contrariamente andrebbero definitivamente perduti. Uno degli esempi più riusciti in

questo senso è rappresentato dagli interventi realizzati, dal 2003 ad oggi, lungo il corso del torrente Aurino secondo le indicazioni e le priorità stabilite nel "Piano di gestione del basso corso dell'Aurino". I risultati dimostrano la volontà, da parte della Ripartizione, di realizzare, accanto agli interventi tecnici tipici di difesa del territorio, un ramo di attività, non secondario, volta alla riqualficazione fluviale.

### IL PIANO DI GESTIONE DEL BASSO CORSO DEL TORRENTE AURINO (PGA)

Nel gennaio 1999 la Ripartizione opere idrauliche della Provincia autonoma di Bolzano ha avviato un progetto pilota sul torrente Aurino. L'area di progetto ha riguardato i primi 15 km del suo corso inferiore, ovvero dalla confluenza dell'Aurino nella Rienza a Brunico fino poco a monte dello sbocco del rio Selva dei Molini, nel comune di Campo Tures. In questo tratto l'Aurino conserva ancora oggi un andamento tipico meandriforme, prestandosi quindi particolarmente per interventi di riqualficazione e valorizzazione ecologico-paesaggistica.

L'obiettivo di questo studio interdi-

sciplinare è stato quello di definire in questo tratto compreso tra Campo Tures e Brunico una serie d'interventi organici, non nati dalla necessità del momento ed inquadrati in una moderna gestione delle acque e dell'erosione. La struttura e lo sviluppo di questo nuovo strumento di progettazione seguono il metodo del "Gewässerbetreuungskonzept" (GBK) - Piano di Gestione delle Acque (PGA), che in Austria è stato applicato con successo ad una serie di corsi d'acqua quali Drava, Isel, Gail, Schwarzach, etc.

Il PGA non comprende solo interventi volti alla protezione dei centri abitati, delle zone artigianali, delle infrastrutture presenti lungo il tratto in esame ma anche interventi specifici mirati a migliorare il corso d'acqua dal punto di vista ecologico-naturalistico.

Lo studio interdisciplinare "Basso Aurino" e le esperienze pratiche maturate sono confluite nel 2003 nel progetto "River Basin Agenda", inserito nel programma Interegge III B, promosso dall'Unione Europea, che si propone di coordinare le attività di pianificazione rilevanti per le aree fluviali dei fondovalle alpini. La sua realizzazione vede coinvolti 11 fiumi e 6 Stati alpini e costituisce un'esemplare esperienza di cooperazione.

### L'AURINO

Con un bacino imbrifero di ca. 630 km<sup>2</sup>, l'Aurino rappresenta il più grande affluente della Rienza in Val Pusteria. Esso nasce al confine con il Salisburghese a ca. 2.450 m s.l.m. sotto la Forcella del Picco nel comune di Predoi in fondo alla Valle Aurina e si immette dopo un percorso di 53 km nella Rienza nel comune di Brunico a 813 m s.l.m. Attraversa interamente i comuni di Valle Aurina, di Campo Tures e Gais in direzione sud-ovest. Dopo la confluenza con il rio di Riva e quello di Selva dei Molini, il corso del torrente Aurino cambia radi-



Figura 1 - Tratto meandriforme dell'Aurino tra Molini e Villa Ottone.



Figura 2 - Deperiente bosco ripariale.

calmente. Persi i tipici tratti di un torrente alpino, nella piana fertile di Campo Tures inizia ad assumere un andamento meandriforme, con una sezione di deflusso mediamente larga anche se incisa, rappresentando senza dubbio uno dei tratti fluviali meglio conservati in tutto l'Alto Adige (Figura 1).

La portata registrate all'idrometro di San Giorgio variano da un valore minimo di ca.  $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$  ad un valore massimo di  $260 \text{ m}^3/\text{s}$  (Portata massima  $380 \text{ m}^3/\text{s}$  per  $Tr=150$ ). La portata media nel periodo estivo varia tra i  $30$  e i  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### DEFICIT ECOLOGICO DEL BASSO AURINO

Benchè il corso attuale dell'Aurino sia nel tratto inferiore molto simile a quello del 1858, negli ultimi 150 anni la superficie da esso occupata si è ridotta drasticamente. Nel 1858 il corso d'acqua nell'area progettuale copriva 95 ha, mentre attualmente ne rimangono solo 47. Alla fine del IX secolo l'Aurino formava, in corrispondenza dei meandri, estese ramificazioni occupate da boschi rivaschi.

Nella sfera d'influenza delle piene annuali si sviluppavano boscaglie di

salici alternate a canneti e formazioni annuali di piante erbacee pioniere; nelle zone più rilevate ma comunque sottoposte ad inondazioni periodiche dominava invece l'ontano bianco. Dal 1858 ad oggi l'Aurino ha subito un progressivo restringimento ed approfondimento dell'alveo che ha comportato l'abbassamento della falda freatica. I suoli sono diventati sempre più asciutti consentendo la realizzazione e l'estensione verso l'alveo del torrente di attività agricole mentre le zone originariamente dedite all'agricoltura si sono trasformate in zone residenziali o artigianali. Gran parte di quelle che erano superfici occupate da ontaneti sono oggi utilizzate per scopi agricoli. Le poche aree non interessate direttamente dall'agricoltura sono solamente vecchi meandri in particelle demaniali dove l'ontaneto ha potuto conservarsi.

L'abbassamento della falda e del fondo dell'alveo, in certi tratti anche tra i 2-4 m, impediscono tuttavia il verificarsi di fenomeni d'inondazione periodica e l'innescarsi dei quei processi ecologici fondamentali per la sopravvivenza dell'ontaneto stesso (Figura 2). L'attuale approfondimento dell'alveo dell'Aurino è

riconducibile a due cause:

1. le sistemazioni idrauliche;
2. le attività estrattive lungo tutto il corso inferiore.

Le sistemazioni idrauliche hanno interessato solo pochi tratti dell'Aurino. Dall'analisi del catasto delle opere del torrente si evince che esso presenta solo opere di tipo longitudinale pari al 60 % della sua lunghezza, percentuale di sponde non sistemate relativamente alta se confrontata a quella di altri corsi d'acqua dell'Alto Adige. Mancano invece opere trasversali se si escludono pennelli e soglie in massi ciclopici. L'attività di sistemazione in tutta la Valle Aurina si è invece concentrata soprattutto negli affluenti dell'Aurino. Intorno agli anni '70, tutti gli immissari del torrente furono regolati e sistemati tramite briglie in calcestruzzo per mettere in sicurezza i centri abitati dopo le disastrose inondazioni del 1966, privando tuttavia l'Aurino di un apporto di materiale solido fondamentale per il mantenimento delle sue dinamiche ecologiche.

L'intensa attività d'escavazione condotta negli stessi anni nelle località Gatzau, Molini di Tures e San Giorgio di Brunico, per citare i siti più noti ma non unici, contribuirono in maniera decisiva al lento deperimento del fiume.

#### IL PRIMO "ALLARGAMENTO-PILOTA" - MOLINI DI TURES 2003

Il primo intervento d'allargamento del fiume è stato realizzato in località Molini di Tures, appena a valle dell'abitato di Campo Tures (Figura 3). Tale sito si prestava allo scopo non solo per la sua ubicazione a monte dell'abitato di Villa Ottone, ma anche perché le particelle fondiarie interessate erano tutte di proprietà demaniale.

Infatti, nonostante l'intensa campagna d'informazione condotta presso la popolazione, si è deciso di cominciare i primi interventi in tali aree



Figura 3 - Allargamento di Molini di Tures subito dopo la conclusione dei lavori (sinistra) e nel 2008 (a destra).

poiché immediatamente disponibili. Per contrastare efficacemente l'abbassamento del fondo, su un tratto di circa 390 m l'alveo dell'Aurino è stato raddoppiato passando da 30 m agli attuali quasi 60 m.

Il deperiente bosco ripariale che ricopriva l'area compresa tra l'originaria sponda in destra orografica e l'argine a protezione della strada statale della Val Aurina, è stato in gran parte tagliato, il materiale asportato per una profondità media di ca. 2 m e le nuove sponde modellate in forma curvilinea, ad imitazione di strutture naturali.

Lungo l'esistente argine è stata lasciata solamente una fascia di ca. 10-15 m di vegetazione e, a difesa dello stesso argine, è stata realizzata una massicciata in massi ciclopici ricoperta successivamente di materiale sciolto. Solo una sottile isola longitudinale, volutamente lasciata, indica la posizione dell'originaria sponda orografica destra dell'Aurino.

Tale isola, sommergibile durante eventi di piena, delimita una zona di corrente lenta quasi a costituire un braccio laterale del corso d'acqua principale. Per ragioni di sicurezza idraulica tutte le piante con diametro superiore ai 5 cm sono state ta-

gliate mantenendo solamente arbusti flessibili alla corrente. La nuova area così creata può essere invasa dalle acque durante il disgelo primaverile o comunque in caso di eventi di piena con bassi tempi di ritorno (Tr 10 e 30 anni).

L'intervento a Molini di Tures è stato realizzato in due lotti, rispettivamente a dicembre 2002 e a maggio 2003. Lo scavo ha interessato complessivamente 9.500 m<sup>3</sup> di materiale di cui una parte, lo strato più superficiale ricco di humus, è stato depositato in sito ed utilizzato nella fase finale di ricoprimento delle nuove sponde.

L'intervento inoltre può essere a posteriori considerato un intervento di bonifica in quanto durante l'esecuzione dei lavori di scavo per il secondo lotto è stata rinvenuta una discarica abusiva (circa 3.000 m<sup>3</sup>) per la quale è stato necessario lo smaltimento a norma di legge.

#### GATZAU 2005 E 2009 - I E II LOTTO

Incoraggiati dai risultati positivi ottenuti con il primo allargamento, si è proceduto nel 2005 con la realizzazione del secondo intervento

in località Gatzau, qualche chilometro più a valle. In questa zona l'Aurino scorre in un'ampia ansa e comprende una superficie di boschi golenali di circa 5 ha (Figura 4). Come nel caso precedente si è operato, sempre in destra orografica, su particelle in parte demaniali ed in parte di proprietà della frazione del comune di Gais.

L'intervento ha interessato una superficie più estesa rispetto il primo intervento-pilota, circa 12.000 m<sup>2</sup>, con una larghezza media d'allargamento di 35 m ed un volume movimentato di circa 25.000 m<sup>3</sup> di materiale, venduto tramite gara d'appalto. Le sponde sono state realizzate in maniera naturaliforme ed irregolare alternando scarpate ripide a zone più pianeggianti. L'insierimento di singoli massi in alveo e lungo le sponde, alternate a ceppaie e legname ancorato, ha contribuito alla creazione di nuove nicchie per la fauna acquatica. L'originaria sponda orografica destra dell'Aurino forma oggi il limite esterno di un'isola di ghiaia di forma allungata, periodicamente sommergibile durante eventi di piena. Anche in questo caso sono state realizzate zone a differente velocità di corrente e creati habitat diversificati.

L'intervento del 2005 è proseguito quest'anno, sempre in destra orografica, con un ulteriore lotto appena a monte del primo. I lavori, iniziati alla fine di febbraio sono terminati la prima settimana di maggio.

La superficie interessata è di ca. 1 ha, sulla quale è stato tagliato, così come negli altri interventi, tutto il sovrastante ontaneto (Figura 5). Il primo metro di terreno, ricco di humus, come pure gran parte delle ceppaie, è stato temporaneamente depositato al margine dell'area d'intervento ed utilizzato successivamente per ricoprire e plasmare le nuove superfici ottenute. Tutta l'area è stata sottoposta ad abbassamenti variabili da 1,60m a 3,20m a seconda della quota di partenza,

ottenendo ambienti comunque sommersibili dalle acque per bassi tempi di ritorno. Prima dell'intervento solo il 25% della superficie di progetto risultava, infatti, sommersibile per tempi di ritorno di 150 anni.

Per una superficie complessiva di ca. 5.600 m<sup>2</sup> è stato così creato un ramo laterale dell'Aurino, con profondità variabile da 0,50 m a 1,5 m, separato dal corso principale da un'isola di forma allungata di ca. 1.300 m<sup>2</sup> e larghezza massima di 8-10 m, l'originaria sponda destra dell'Aurino. L'immissione dell'acqua dal ramo principale viene garantita da una sorta di soglia in massi ciclopici. Inoltre la presenza di massi ciclopici alla testa dell'isola impedisce il naturale processo d'erosione della struttura creata. Le sponde in destra orografica del ramo laterale presentano l'alternanza d'insenature a scarsa pendenza, prevalentemente ghiaiose-ciottolose a zone a pareti quasi verticali, più ricche di materiale organico e sabbia, che rappresentano siti ideali per la nidificazione del martin pescatore. Sia il fondo del ramo laterale che l'alveo originario dell'Aurino sono stati strutturati tramite la posa irregolare di alberi abbattuti e massi ciclopici. Uno degli scopi principali del progetto è stato quello di ottenere un innalzamento del livello del fondo del torrente. Tale misura è certamente una delle più discusse dagli agricoltori locali che temono che un eccessivo innalzamento della falda freatica, e quindi un maggior contenuto d'acqua nel terreno, impedisca loro la coltivazione delle aree agricole. Per tranquillizzare la popolazione sono stati predisposti, già agli inizi del 2000, una serie di piezometri per il controllo periodico del livello della falda, garantendo comunque ai proprietari un margine di sicurezza da non oltrepassare.

L'innalzamento del livello del fondo dell'Aurino in località Gatzau è avvenuto in due modi. Nel primo lotto del 2005 è stata realizzata una strut-



Figura 4 - Gatzau nel 2002 (situazione prima dell'intervento).



Figura 5 - Gatzau nel 2009 (fasi conclusive dei lavori del II lotto).



Figura 6 - Particolare del ramo laterale in destra orografica (Gatzau II, 2009).

tura fissa in massi ciclopici, creando una rampa a secco a valle dell'allargamento, 100 m di lunghezza e 30 di larghezza, con lo scopo di ottenere un innalzamento al massimo di 1 m. Nel II lotto si è invece realizzata una sorta di rampa dinamica. Tutto il materiale ghiaioso-ciottoloso di scavo, ca. 13.000m<sup>3</sup>, è stato, infatti, gettato in alveo a monte e distribuito grossolanamente con gli escavatori su una lunghezza di ca. 250-300 m sempre con lo scopo di innalzare al massimo di 1 m il fondo del torrente. Qualora le misure dei piezometri rivelassero nel tempo un eccessivo innalzamento della falda si potrebbe rapidamente intervenire con gli escavatori e sgomberare il materiale o favorirne il trasporto verso valle. Pur ritenendo, dalle misurazioni ottenute, l'ipotesi poco probabile, si è dovuto necessariamente scendere a compromessi con i proprietari locali. Parte del materiale di scavo è stata anche depositata in sinistra orografica per renderne la sponda più irregolare.

#### SAN GIORGIO DI BRUNICO - 2008

Nella primavera 2008 è stato realizzato, alle porte di Brunico, un ulte-



Figura 7 - Allargamento di San Giorgio nel 2008 a lavori conclusi.

riore intervento d'allargamento allo scopo di valorizzare complessivamente circa 700 m di tratto fluviale. Il tratto, fin da subito, si è presentato non di facile soluzione. In primo luogo si tratta di una zona molto frequentata, data la sua ubicazione ai margini del paese di Brunico, e densamente popolata, sia a valle sia a monte. In questa zona l'innalzamento del fondo dell'alveo, e di conseguenza della falda, è stato a lungo oggetto d'accese discussioni. La preoccupazione principale della popolazione dell'abitato di San Giorgio, 1 km ca. a monte, era costituita dalla possibilità che, quale conseguenza di quest'intervento, potessero verificarsi infiltrazioni in abitazioni e cantine. Per rassicurare la popolazione è stato quindi eseguito uno studio idraulico e simulazioni ad hoc. Sia i risultati dello studio quanto il progetto stesso sono stati discussi in assemblee pubbliche prima dell'approvazione definitiva dell'intervento. La zona inoltre è particolarmente ricca in infrastrutture pubbliche quali la tubazione del metanodotto, l'acquedotto, la fognatura ed è inoltre caratterizzata da alcuni pozzi d'estrazione dell'acqua potabile. Infine tutta l'area in destra orografica è sottoposta a tutela come biotopo.

Il progetto originario prevedeva un massiccio intervento d'allargamento in sinistra orografica attivando contemporaneamente un vecchio ramo dell'Aurino di cui era ancora riconoscibile l'originale percorso sinusoidale all'interno di un deperiente ontaneto (Figura 7). Nonostante fosse riconosciuta da parte di tutti gli addetti ai lavori dei vari uffici provinciali coinvolti nel progetto l'irreversibilità della situazione del bosco rivierasco, si decise tuttavia che il taglio di ben 1/3 della superficie (ca. 0,5 ha), in una zona così sensibile ed antropizzata, avrebbe rappresentato un intervento troppo pesante e di difficile accettazione. Per questo il previsto ramo laterale

è stato ridotto nel progetto definitivo ad un "ramo morto" di soli 100 m di lunghezza.

Tutto il tratto interessato dall'intervento è stato sottoposto a massicce attività estrattive durante gli anni '70, che hanno approfondito il fondo dell'alveo (in alcune sezioni anche di 3-4 m), facendo assumere al torrente l'aspetto di un canale, nonostante le anse meandriche. Da un punto di vista operativo l'intervento si è svolto con criteri analoghi agli altri precedentemente descritti. Separata la parte superficiale più fina e ricca di humus, il rimanente materiale di scavo, ciottoloso-ghiaioso, ca. 20.000 m<sup>3</sup>, è stato prima depositato lateralmente poi, tramite due escavatori, distribuito su una larghezza di 20 m su un tratto di 600 m di lunghezza d'alveo (mediamente 30 m<sup>3</sup>/ml).

Contemporaneamente è stata avviata la rinaturalizzazione delle sponde tramite terrazze e isole di ghiaia. Al termine, soprattutto in destra orografica, è stato effettuato lo scoronamento dei cigli di sponda con la creazione di superfici grezze, favorevoli alla nidificazione del martin pescatore, e si è proceduto alla demolizione della vecchia strada "trattorabile" lungo la sponda del torrente. Quest'ultimo intervento ha contribuito ad isolare la zona del biotopo ed a creare così nuovi ambienti di vita soprattutto per l'avifauna.

La costruzione di una piattaforma in legno nella sponda opposta al biotopo, per il birdwatching o semplicemente per ammirare il paesaggio, completa egregiamente l'intervento.

Tutti gli interventi sopra brevemente descritti sono stati realizzati in economia diretta dall'Azienda speciale per la sistemazione idraulica e la difesa del suolo. In particolare sono stati sostenuti i seguenti costi: Molini (2003) € 100.000; Gatzau I (2005) € 100.000; San Giorgio



Figura 8 - Festa con le scuole per l'inaugurazione dell'intervento a San Giorgio (2008).

(2008) € 132.000; Gatzau II (2009) € 95.000. Altri due interventi simili sono già stati previsti per il 2010 e 2011.

#### COMUNICAZIONE, ESPERIENZE E CONFLITTI

La comunicazione con tutti i soggetti a vario titolo coinvolti negli interventi sopra descritti è stata fin da subito ritenuta essenziale per il raggiungimento del necessario consenso. In quest'ottica, tutti gli interventi concretamente realizzati fino ad oggi nel basso corso dell'Aurino, sono stati con largo anticipo presentati e discussi con tutti i soggetti interessati, ovvero le amministrazioni comunali, gli agricoltori, le associazioni dei pescatori, la cittadinanza, ecc. Nelle scuole locali è stata avviata una campagna di sensibilizzazione coinvolgendo gli scolari nei vari progetti attraverso la realizzazione di cartelloni e disegni, con l'organizzazione di lezioni sul posto o la realizzazione di "Feste degli alberi" con la collaborazione della forestale a conclusione degli interventi (Figura 8).

Certamente il coinvolgimento attivo della popolazione residente non sempre è di facile gestione ed im-

pone, spesso, compromessi come nel caso dell'intervento alle porte di Brunico. Dal punto di vista tecnico, per quanto riguarda l'effetto d'innalzamento del fondo dell'alveo nel corso di quest'anno verrà condotta la misurazione di alcune sezioni tipo in tutti gli allargamenti fino ad oggi eseguiti. L'innalzamento dei livelli della falda, misurato dai piezometri installati in aree limitrofe agli interventi, mostra fino ad ora di mantenersi entro i margini di sicurezza che sono stati a priori garantiti agli agricoltori. Risultati molto positivi sono inoltre stati evidenziati dall'uf-

ficio caccia e pesca della provincia, sulla base dei periodici rilievi sulla consistenza dell'ittiofauna. Il miglioramento della struttura dell'alveo, la creazione di habitat differenziati, l'alternanza di zone a differente velocità della corrente contribuiscono infatti nettamente ad un miglioramento della consistenza dell'ittiofauna e del rapporto tra le principali specie quali trota comune, marmorata, temolo e scazzone. Risultati particolarmente positivi sono stati soprattutto registrati nel primo allargamento di Molini di Tures.

Dal punto di vista vegetazionale, non sono stati eseguiti interventi di piantagione, se non localizzati in piccole superfici a beneficio delle scuole per le succitate "Feste degli alberi". Attualmente negli interventi del 2003 e del 2005 (Molini e Gatzau I) nelle superficie sottoposte ad abbassamento si stanno sviluppando formazioni pioniere a salici misti e, direttamente sulle sponde, formazioni di canneto e rivierasche (Figura 9). Predominano ancora rovi e altre specie nitrofile nelle aree di più recente realizzazione (San Giorgio e Gatzau II).

Bisogna inoltre precisare che gli interventi d'allargamento d'alveo sopradescritti, pur contribuendo sen-



Figura 9 -Particolare zona umida in Gatzau I (2008).

sibilmente ad un abbassamento dei picchi di piena, non possono essere considerati sufficienti a garantire la sicurezza idraulica per i sottostanti centri abitati. Una problematica è senza dubbio rappresentata dai numerosi ponti, di fatto tutti sottodimensionati, che costituiscono pericolose strozzature per portate centennali ma anche inferiori. Inoltre, in caso di evento di piena con tempo di ritorno di 100 anni risulterebbe particolarmente sensibile la zona densamente popolata di San Giorgio, che sarebbe interamente invasa dalle acque come peraltro già accaduto recentemente nel 1987. Per il futuro la realizzazione d'opere tecniche (casse d'espansione?) è ancora un argomento in agenda.

Una serie d'interventi simili, anche se in scala ridotta e con problematiche diverse, sono stati condotti con soddisfazione negli ultimi quattro anni lungo il corso del rio Sesto nei comuni di Sesto e di San Candido. Tuttavia l'impegno della Ripartizione Opere idrauliche in interventi di riqualficazione fluviale non si concentra solo in progetti "dedicati" ma, sia in fase di progettazione che di realizzazione, vengono applicati, ove possibile, specifici interventi

e/o piccoli accorgimenti nel migliorare l'inserimento di una struttura tecnica nell'ambiente, tuttavia a condizione che non si pregiudichi in alcun modo la sua funzione protettiva.

Le sponde, ad esempio, non vengono più realizzate come in passato lisce ed uniformi ma a ridotta pendenza ed irregolari, spesso alternando ai massi ciclopici anche materiale organico (ceppaie, alberi morti) e piantumandole successivamente. Nei corsi d'acqua più interessanti per quanto riguarda la consistenza dell'ittiofauna, su indicazione anche dell'ufficio caccia e pesca della provincia, vengono eliminati sbarramenti attraverso la costruzione di scale per pesci o l'adattamento di opere trasversali preesistenti (rio d'Anterselva, rio Vila, rio Pudio...). Inoltre qualsiasi lavoro in alveo con escavatore si conclude sempre con un miglioramento della struttura tramite la disposizione ad hoc di qualche masso ciclopico. Piccoli "accorgimenti" ma che possono fare una grande differenza rispetto le tecniche costruttive del passato! Condizioni analoghe vengono imposte anche a progetti presentati da soggetti esterni (enti pubblici o privati), in particolare a quelli in-

renti la costruzione di centraline idroelettriche. A tal proposito sempre in Val Aurina sul rio di Riva di Tures, laterale in sinistra orografica dell'Aurino, è stato realizzato nel 2008 un intervento di riqualficazione, adottando le modalità degli interventi prima descritti per l'Aurino. Il torrente, ridotto in passato ad un canale per gran parte del suo corso, è stato allargato in due zone, ricostituendo strutture e nuove nicchie sia in alveo sia sulle sponde. L'intervento è oltremodo interessante perché rappresenta il primo esempio in Alto Adige di misura di compensazione legata alla costruzione di una centrale per la produzione dell'energia idroelettrica.



Figura 10 - Allargamento di un tratto del rio di Riva di Tures (2008).

## LA RINATURAZIONE DEL FIUME PO: STRATEGIE E PROGETTI

CHRISTIAN FARIOLI

*Autorità di bacino del Fiume Po, Servizio Valorizzazione del territorio e delle fasce fluviali*

*E-mail: christian.farioli@adbpo.it*

### LO STATO DEL FIUME PO

I termini rinaturazione dei corsi d'acqua<sup>1</sup> e riqualficazione fluviale sono utilizzati con accezioni non sempre uguali o standardizzate, accomunati però dall'oggetto a cui sono rivolte: l'ecosistema fluviale, a sua volta costituito da un complesso di ecosistemi tipici dei corsi d'acqua, fortemente interagenti tra di loro. Il fiume Po, ad esempio, comprende gli ecosistemi ad acque lotiche e anche quelli ad acque lentiche (come le lanche disconesse, o, nei periodi di magra, anche quelle connesse, i bodri, le zone umide poste ai margini dell'alveo inciso), nonché gli ecosistemi delle fasce ripariali e retroripariali..

Gli elementi che maggiormente condizionano l'ecosistema fluviale del Po sono, tra quelli abiotici, la morfologia dell'alveo, l'idrologia, la qualità delle acque, il bilancio idrico, e, tra quelli biotici, le specie alloctone con comportamento invasivo, sia della flora che della fauna, la biodiversità, le coperture e gli usi del suolo delle fasce fluviali, la struttura e la composizione delle biocenosi. Gli elementi abiotici e

biotici nell'insieme determinano e condizionano la funzionalità ecologica del sistema fluviale. Risulta quindi utile accennare a questi elementi condizionanti, sintetizzando lo stato del fiume Po, per meglio comprendere gli impatti in atto e di conseguenza le strategie e i progetti quali possibili risposte, rimandando ai documenti specifici per gli approfondimenti.

Il Fiume Po si sviluppa per 652 km dal Monviso (Alpi Cozie), dove sorge, in località Pian del Re (a quota 2020 m), fino al Mare Adriatico, dove sfocia a delta, attraversando diversi contesti fisici e amministrativi (5 regioni, 13 province, 182 comuni). Nello spazio del suo percorso e nel tempo ha subito molteplici interventi di artificializzazione che ne hanno modificato l'assetto morfologico e idraulico, soprattutto a valle dello sbarramento di Isola Serafini, con le opere di canalizzazione per la navigazione. Per i dettagli circa gli alveotipi, le opere idrauliche e le altre interferenze di origine antropica e i loro effetti, si rimanda alle "Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico" del *Piano di Assetto Idrogeologico* (PAI) dell'Autorità di bacino del fiume Po (di seguito AdB Po).

La tendenza evolutiva del fondo alveo è sintetizzabile, per il tratto confluente Tanaro-Delta, in due periodi di osservazione: nel primo (1954-1991) si ha ovunque un abbassamento significativo, che

raggiunge i suoi massimi valori (4,30-5,30 m) nei tratti Isola Serafini-foce Taro, Casalmaggiore-foce Oglio, Ostiglia-Felonica, con abbassamenti più significativi fino al '79 ed una successiva tendenza all'attenuazione del trend e, in alcuni casi, all'inversione con l'instaurarsi di modesti fenomeni di recupero di quota di fondo alveo; nel secondo (1991-2005), si può osservare che la dinamica di erosione del fondo alveo è proseguita, seppur con minore intensità rispetto al periodo 1954-1979, con valori di abbassamento massimi delle quote di fondo medio pari a circa 2 m.

Le principali cause individuate che hanno influito sul processo di abbassamento dell'alveo del Po sono la costruzione dello sbarramento di Isola Serafini, la realizzazione delle opere di navigazione, le escavazioni in alveo (molto intense soprattutto negli anni '60-'70).

Le variazioni morfologiche planimetriche ed altimetriche avvenute a carico dell'alveo inciso nel tempo hanno agito anche sugli aspetti idrologici, provocando una disconnessione trasversale sempre più rilevante tra parte incisa dell'alveo e golene o terrazzi fluviali dell'alveo di piena, assimilando questi ultimi sempre più ai circostanti piani campagna della Pianura Padana 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.) con la mutazione degli habitat. Inoltre, le variazioni morfologiche altimetriche hanno contribuito all'abbassamento dei livelli delle falde freatiche, con accentuazione delle caratteristiche di xericità degli habitat golenali. Infine, le opere idrauliche, specialmente quelle trasversali, anche se in complesso non frequenti,

<sup>1</sup> Per rinaturazione si intende 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)



Figura 1 - Il Po a Martiniana, agosto 2006: effetti di prelievi e derivazioni (in particolare la centrale idroelettrica di Calcinere).

hanno generato importanti discontinuità che condizionano il continuum fluviale.

Per quanto riguarda l'idrologia e il bilancio idrico, il deflusso medio annuo, considerato come risorsa superficiale naturale, corrisponde, nel periodo d'osservazione dal 1918 ad oggi, a 664 mm, pari a circa  $46,5 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{anno}$ , che rappresenta il 60% dell'afflusso medio annuo ed equivale a un deflusso medio di  $1.470 \text{ m}^3/\text{s}$ . Il ricettore del deflusso superficiale è rappresentato dal reticolo idrografico principale, costituito dal Po e dai suoi 141 affluenti, con un'estensione pari a circa 6.750 km. La dimensione complessiva del reticolo ( $55.811 \text{ km}$ ), comprensiva della componente artificiale, in pianura particolarmente estesa ( $16.745 \text{ km}$ ), esprime in sintesi la notevolissima estensione e complessità del sistema idrico costituito dalle acque correnti superficiali.

Gli invasi dei grandi laghi prealpini (Maggiore, Como, Iseo, Idro e Garda) funzionano da serbatoi idroregolatori dei flussi delle acque alpine verso la pianura,

per un volume di circa  $1,3 \times 10^9 \text{ m}^3$ . La restante parte del bilancio idrico, corrispondente alla quota di evapotraspirazione e d'infiltrazione profonda, risulta pari a  $31,2 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{anno}$ .

Le portate del fiume Po sono molto variabili stagionalmente. Con riferimento al periodo in cui si dispone di serie storiche sistematiche (dal 1918 ad oggi), si sono registrate, nelle magre, portate al disotto dei  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  più volte negli ultimi anni (dal 2003), fino a  $168 \text{ m}^3/\text{s}$  come minimo storico assoluto nel 2006 alla sezione di Pontelagoscuro (si tenga presente che la portata funzionale per gli usi idrici e per contenere la risalita del cuneo salino si attese attorno ai  $350\text{-}400 \text{ m}^3/\text{s}$ ), a fronte di portate di piena al colmo superiori ai  $12.000 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $13.500 \text{ m}^3/\text{s}$  nel 1951, sezione di Cremona;  $12.240 \text{ m}^3/\text{s}$  nel 2000, sezione di Piacenza). Le fluttuazioni di portata di un corso d'acqua sono eventi naturali che condizionano l'ecosistema fluviale, ma nel caso del Po sono molto accentuate e, specialmente le portate di magra più rilevanti, esercitano un forte

condizionamento sulle comunità biologiche acquatiche e anche su quelle delle fasce ripariali. Queste portate di magra estrema hanno un'origine non propriamente naturale, ma in gran parte dipendente dalla regimazione delle acque stoccate nei grandi laghi ed invasi alpini e dai prelievi, la cui domanda nel periodo estivo spesso supera la disponibilità della risorsa, con forte condizionamento di attività economiche riguardanti soprattutto il comparto agricolo e quello energetico. A ciò si aggiunga, inoltre, come conseguenza, la risalita del cuneo salino dal Delta, che arriva fino a circa 20 km con le portate di magra minime sopra accennate, provocando varie ripercussioni, tra cui l'alterazione della fertilità dei terreni.

Con riferimento alla qualità delle acque, nel 1997 l'AdBPo, nell'ambito dei lavori per la redazione del *Piano Stralcio Eutrofizzazione*, redasse un rapporto secondo il quale le acque del fiume Po potevano definirsi di qualità sufficiente per il 58% del suo corso, scadente per il 23% e pessima nella stazione posta a valle dell'immissione dei fiumi Olona e Lambro (Senna Lodigiana), dove si raggiungeva un valore massimo del  $\text{BOD}_5$  di  $13,5 \text{ mg/l}$  (70%ile pari a  $12,89 \text{ mg/l}$ ;  $13,50 \text{ mg/l}$  pari al 90%ile e non classificabile per il 17,5%). Per il fosforo ortofosfato il valore massimo era  $0,42 \text{ mg/l}$  e il valore corrispondente al 70%ile era  $0,26 \text{ mg/l}$ . La qualità delle acque migliorava a partire dalle stazioni di Cremona e di Boretto fino ad arrivare a quella di Pontelagoscuro, probabilmente per il potere autodepurativo del fiume. Le concentrazioni medie dei coliformi fecali, ad esempio, raggiungevano valori di  $15.000 \text{ n}^\circ/100\text{ml}$  nella stazione di Senna Lodigiana, con concentrazioni massime di  $90.000 \text{ n}^\circ/100\text{ml}$ , e diminuivano, fino a concentrazioni medie di

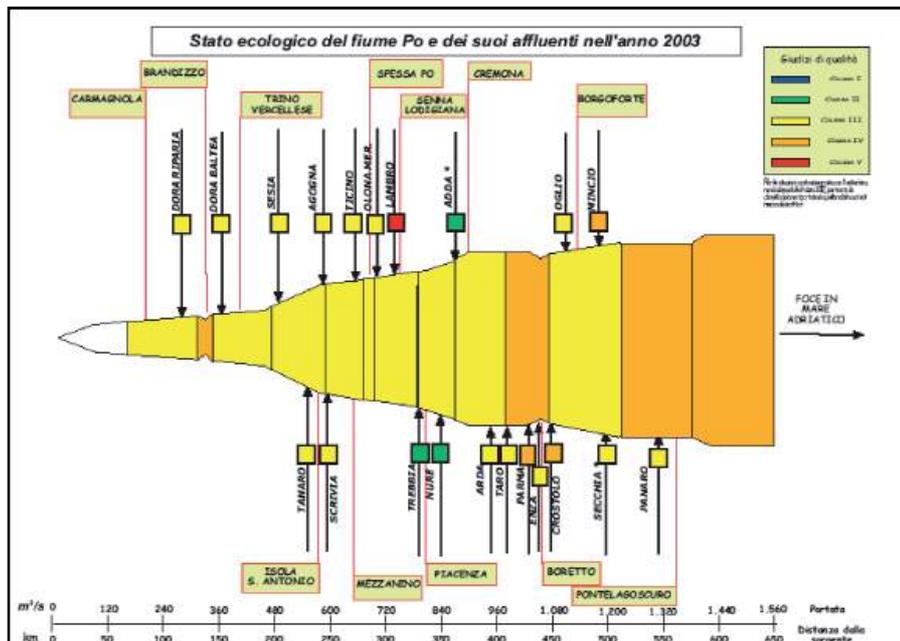


Figura 2 - SECA di Fiume Po e affluenti nel 2003.

circa 600 n°/100ml da Boretto a Pontelagoscuro.

Dal 1997 al 2006 le cose non sono molto cambiate sebbene ci sia stato un miglioramento della qualità delle acque del fiume Po in corrispondenza della stazioni di Senna Lodigiana e di Brandizzo, che rappresentano le stazioni poste a valle delle due grandi aree metropolitane di Milano e Torino rispettivamente, dovuto al miglioramento dell'infrastrutturazione depurativa che si è avuto negli ultimi anni.

Per quanto riguarda gli elementi biotici, probabilmente le conoscenze sono minori e più frammentate, eterogenee e di carattere più locale ed emerge inoltre la necessità di approfondimenti nella raccolta dei dati e nello studio dell'ecosistema

fluviale Po, incluso il suo funzionamento. Non si intende in questo articolo fornire un panorama completo di queste conoscenze, ma limitarsi ad accennare i risultati di due studi riferiti all'asta fluviale del Po e condotti dall'AdB Po.

Il primo di questi studi, svolto nel periodo 2005-2006, contenuto nel *Progetto di rinaturazione e riqualficazione ambientale delle fasce fluviali del fiume Po*, che ha riguardato l'area delimitata dalle fasce fluviali A e B del Fiume Po, da Torino al Delta, comprendente 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.

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 punto 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 (Tabella 1). 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; anche la biodiversità è apparsa minacciata.

È stata quindi condotta anche un'analisi per evidenziare concretamente le perdite di biodiversità lungo l'ambiente ripariale alle due soglie temporali (1955 e 2000) e differenziarle localmente, attraverso l'uso di una metodologia unitaria su tutta l'asta fluviale, facilmente trasferibile ai decisori locali e in grado di agire in modo differenziato e proporzionale alle perdite di biodiversità.

	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
<b>totale</b>		<b>6.813</b>	<b>9.172</b>		<b>97.338</b>	<b>97.329</b>	

Tabella 1 - Usi e coperture del suolo delle fasce fluviali del Po.

Per questa analisi si è fatto

ricorso all'uso di un indice chiave, *Landscape Biodiversity Index (LBI)*, messo a punto e già utilizzato da Pileri P. e Sartori F. (*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 riportato in Figura 3 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. Inoltre, nello studio sono state individuate le principali specie floristiche alloctone invasive, che risultano essere 37 accertate lungo il Po, più altre 7 accertate lungo affluenti del Po e che potrebbero diffondersi anche lungo il Po stesso, più altre 4 presenti in ambienti agricoli, ruderali e/o marginali planiziali al di fuori delle fasce fluviali, ma potenzialmente diffondibili lungo le stesse.

L'altro studio, condotto nel periodo 2007-2008, riguarda il *Monitoraggio dell'ittiofauna e la redazione della carta ittica*, dal quale emerge che la presenza delle specie esotiche e la loro affermazione nella comunità ittica, il degrado ambientale, una politica gestionale della pesca, della fauna ittica e dell'ecosistema fluviale condotta a lungo, in tempi passati, in maniera poco oculata e secondo principi del tutto avulsi dalle necessità dell'ecosistema fluviale e della fauna ittica in particolare, hanno provocato rapidissime modificazioni a carico dell'ittiofauna del Fiume Po:

1. la composizione specifica profondamente alterata dell'ittiofauna

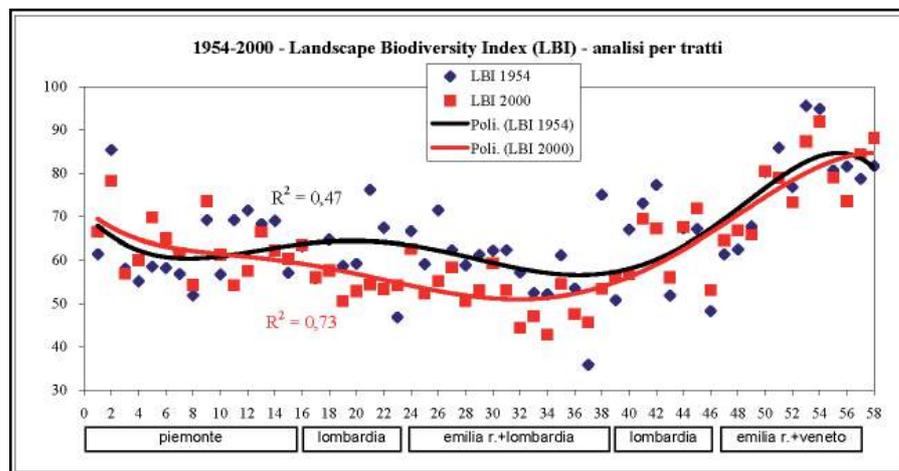


Figura 3 - Andamento di LBI lungo le fasce fluviali del Po.

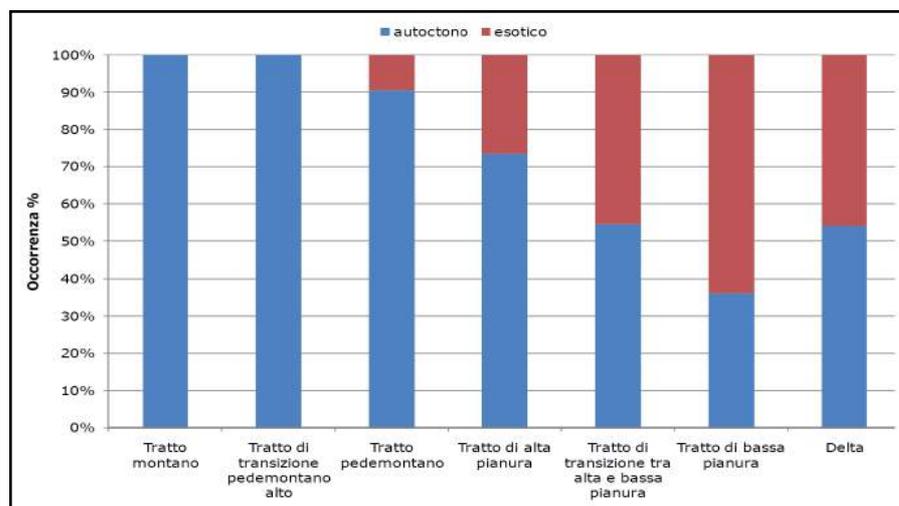


Figura 4 - Percentuale di specie ittiche autoctone ed esotiche nei singoli tratti del Fiume Po.

del Po;

2. la profonda alterazione dell'assetto distributivo delle specie autoctone;

3. il generale depauperamento del popolamento ittico;

4. la netta separazione tra il popolamento ittico a monte della Diga di Isola Serafini e quello a valle della diga stessa.

Per quanto riguarda la composizione specifica attuale del popolamento ittico, ad esempio, dalle 35 specie dulcicole native accertate, si è passati ad un assetto completamente diverso, che, secondo una ricostruzione basata sugli ultimi 6 anni di monitoraggio, comprenderebbe almeno 51 specie ittiche dulcicole, di cui però circa 30 specie dulcicole native, 19 specie

esotiche accertate e 2 specie para-autoctone (carpa e trota fario, più la forma "ibrida" di quest'ultima, derivante dall'incrocio con la trota marmorata).

#### LE STRATEGIE E LE AZIONI DI SISTEMA

Nonostante le pressioni e lo stato accennato, il fiume Po conserva ancora interessanti elementi di naturalità, la possibilità di recupero e una posizione strategica, quale unico sistema territoriale naturale che attraversa tutta la Pianura Padana, dunque potenziale struttura primaria di una rete ecologica di scala interregionale, capace di collegare i vari settori alpini e appenninici, il delta e il mare.

La strategia di rinaturazione del

Fiume Po, a partire dallo stato sopra descritto, prevede alcune azioni dirette (i successivi punti 1 e 2) integrate con altre azioni che, pur avendo altri obiettivi prioritari, offrono ugualmente consistenti contributi alla rinaturazione del fiume, formando così le azioni di sistema, strutturali o non strutturali, che incidono sulle pressioni e sullo stato, quale risposta agli impatti:

1) la *Direttiva per la gestione dei sedimenti* ed il *Programma generale di gestione dei sedimenti alluvionali dell'alveo del fiume Po*, che, oltre ad avere obiettivi di mitigazione del rischio idraulico, contribuiscono al recupero morfologico del fiume, tramite, ad esempio, la dismissione di opere di difesa non più strategiche e l'adeguamento di altre opere di difesa o di canalizzazione per la navigazione, onde favorire il ripristino dei processi fluviali e la riattivazione di canali secondari, ponendosi anche l'obiettivo di riequilibrare il bilancio di trasporto solido;

2) la *Direttiva per la definizione degli interventi di rinaturazione di cui all'art. 36 delle norme del PAI* (Linee guida tecnico-procedurali per la progettazione e valutazione degli interventi di rinaturazione) ed il *Progetto di rinaturazione e riqualificazione ambientale delle fasce fluviali del Fiume Po*;

3) le azioni più direttamente afferenti alla *Direttiva 2000/60/CE*, come i *Piani di Tutela delle Acque*, elaborati dalle Regioni, il *Progetto di fattibilità per la gestione conservativa integrata del Fiume Po e la valutazione dell'assetto ecologico* e il *Progetto di monitoraggio dell'ittiofauna e redazione della carta ittica del fiume Po* e le altre azioni rivolte alla risorsa idrica nei suoi aspetti qualitativi (il *Progetto*

*di Piano stralcio per il controllo dell'eutrofizzazione*, il *Progetto fasce tampone*) o quantitativi (il *Progetto di Piano stralcio per il bilancio idrico*), oltre all'apparato normativo nazionale e comunitario. A ciò si aggiunga il *Piano di gestione del distretto idrografico*, in corso di elaborazione ed il *Progetto Strategico Speciale "Valle del fiume Po"*.

In coerenza al tema della sessione D del Convegno Italiano sulla Riqualificazione Fluviale verranno qui sviluppate considerazioni relative solo alle azioni di cui al punto 2), mentre le azioni di cui al punto 1) sono sviluppate nella sessione A (*"Il recupero morfologico del fiume Po"* - Colombo A. - Autorità di bacino del fiume Po).

Della *Direttiva per la definizione degli interventi di rinaturazione di cui all'art. 36 delle norme del PAI* si evidenzia che questo strumento tecnico-amministrativo è finalizzato a definire, in via transitoria, le prescrizioni procedurali ed operative per la verifica e la valutazione degli interventi di rinaturazione a carattere locale, in attesa che sia predisposto uno specifico strumento di pianificazione dell'assetto ecologico dell'intera asta fluviale riguardante in sintesi: l'aggiornamento del quadro conoscitivo dell'attuale assetto ecologico dell'intera regione fluviale; la definizione degli obiettivi connessi all'assetto di progetto potenzialmente raggiungibile, compatibilmente alle attività e presenze antropiche; l'individuazione di fattibilità degli interventi più rilevanti a scala di asta fluviale; le procedure di monitoraggio nel tempo dell'assetto ecologico e del raggiungimento degli obiettivi fissati.

Questo specifico strumento deve essere in grado di soddisfare

l'esigenza di poter meglio indirizzare e coordinare gli interventi locali, individuare gli interventi prioritari e più rilevanti a scala di asta fluviale e verificare l'efficacia e l'efficienza degli interventi attuati, nonché il raggiungimento degli obiettivi fissati.

Nell'ambito del *Progetto di rinaturazione e riqualificazione ambientale delle fasce fluviali del fiume Po*, l'analisi della biodiversità alla scala paesistica, già accennata, ha indirizzato la definizione di una proposta di strutturazione della rete ecologica a scala di asta fluviale, 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

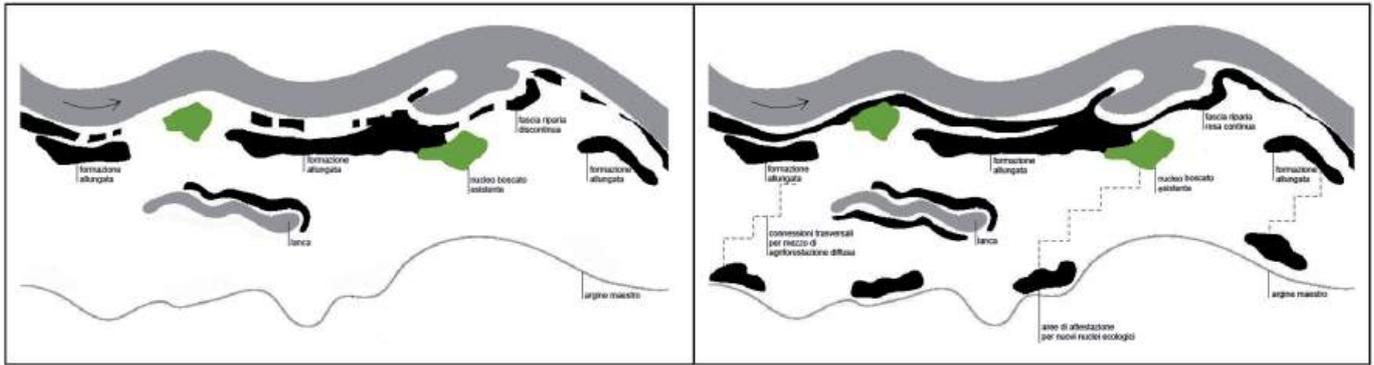


Figura 5 - A sinistra la configurazione della rete ecologica nel suo stato attuale; a destra il progetto di rete ecologica da realizzare lungo il Po.

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.

Le azioni previste per l'innalzamento della biodiversità attraverso la strutturazione di una rete ecologica fluviale, rappresentate in Figura 5, 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 risultano isolate da componenti ecologiche esistenti. I nuovi nuclei potranno consistere in nuovi soprassuoli boschivi e/o in zone umide, o altri ecosistemi con alto

- valore di biodiversità potenziale o con alto valore funzionale ecologico.
- ripristino di fasce vegetate di transizione con la matrice agricola (ecotoni) attorno alle lanche e altre zone umide, a prevalenza arboreo-arbustiva, della profondità di 30-50 metri.
- formazione di connessioni trasversali tramite sistemi verdi lineari: principalmente 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 (Figura 6) in aree occupate dalla rete ecologica. Di queste, circa 3.600 ettari in fasce di vegetazione ripariale.

Un'altra linea di azione del progetto riguarda l'incremento delle superfici forestali, motivata dal ruolo multifunzionale strategico di questi ecosistemi: "sono una fonte di energia rinnovabile, forniscono protezione dalle catastrofi naturali, agiscono come serbatoi di carbonio, fungono da tampone contro i cambiamenti ambientali, sono fra i fattori determinanti dell'equilibrio del ciclo dell'acqua, sono una fonte di materia prima per importanti settori produttivi e

Rete Ecologica PO (interventi mirati)				
	Aree di Attestazione per nuovi nuclei	Rinaturazione lanche isolate	Nuove fasce boscate riparie	Nuovi corridoi boscati mirati alla connettività ecologica
<b>0-7 anni</b>	n. 14 ettari: 684 (da agricolo a...)	ettari: 419 (da agricolo a bosco)	(buffer 30 m.) ettari: 1990 (da agricolo a bosco)	ettari: 20 (11 nuovi corridoi per 3915m x 50 m)
<b>8-14 anni</b>	n. 78 ettari: 2389 (da agricolo a...)		(buffer 50 m.) ettari: 1809 (da agricolo a bosco)	
<b>0-14 anni</b>	ettari: 3073	ettari: 419	ettari: 3599	ettari: 20
	<b>ettari: 7111 (7091 + 20)</b>			

Figura 6 - Strutturazione della rete ecologica del Po.

CLASSE	CODICE	1954	2000	00-54
zone boscate	N01	9.728	5.177	-4.551
aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	N02	4.038	3.161	-877
formazioni arbustive	N03	347	198	-149
<b>totale ha</b>		<b>14.113</b>	<b>8.536</b>	<b>-5.577</b>

Tabella 2 - Superfici occupate dalle risorse forestali (e assimilate) nell'area del progetto.

svolgono un'importante funzione didattica e ricreativa", come bene riassumono le "Linee guida per la programmazione forestale" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Decreto del 16/06/2005). Inoltre, come si può osservare dalla tabella (Tabella 2), si registra nel tempo una forte contrazione di questi ecosistemi per gli ambiti perfluviali del Po, soprattutto nei tratti emiliano e lombardo.

I tipi forestali più diffusi allo stato attuale sono i boschi ripariali e di greto (saliceti, pioppeto-saliceti, ecc.), che spesso sono invasi da specie alloctone invasive, come si vede in Figura 7, e i boschi ruderali o sinantropici (con robinie, ailanti, amorfa, ecc.); sono anche presenti rari e modesti boschi planiziali (querco-ulmeti e querco-carpineti). La linea di azione si propone l'obiettivo specifico di incrementare

o migliorare le superfici forestali su 4.500 ettari complessivi, oltre a quanto previsto per la rete ecologica, attraverso le seguenti tipologie di intervento:

- rimboschimenti naturalistici;
- rimboschimenti multifunzionali;
- sistemi vegetali lineari;
- manutenzione e ripristino dei boschi planiziali;
- arboricoltura plurispecifica da legno a ciclo lungo o medio.

Il progetto comprende inoltre altre linee di azione: promozione di un'agricoltura sostenibile e compatibile nelle fasce fluviali del Po; promozione di interventi pilota finalizzati a conservazione, ripristino e ricostituzione di zone umide e sistemi naturali caratteristici; valorizzazione della fruizione tramite il Cammino del Po e le ciclovie del Po.

Un altro aspetto importante

nella rinaturazione del fiume Po riguarda il demanio fluviale (con particolare riferimento alle Pertinenze Idrauliche Demaniali, di seguito PID), che, per natura giuridica, è vocato a svolgere funzioni di pubblica utilità. Se la rinaturazione del fiume Po viene concepita e condivisa come azione di pubblica utilità, le aree demaniali localizzate all'interno delle fasce fluviali potrebbero essere quelle su cui risulta più immediato e meno dispendioso intervenire, fatti salvi gli eventuali criteri di zonazione degli interventi. L'AdB Po è coinvolta nella gestione del demanio, assieme ad altre amministrazioni pubbliche (Regioni, AIPO, Comuni, ecc.), a vari livelli: il primo è una competenza derivata dalle Norme di attuazione del PAI in base alla quale rilascia un parere vincolante di compatibilità agli indirizzi del PAI stesso, previa valutazione del progetto di gestione delle PID, che il concessionario è tenuto a presentare a corredo dell'istanza di rilascio di concessione. Il secondo è una competenza derivata dalla Legge 37/1994 che attribuisce ai piani di bacino il compito di indicare le direttive per determinare le modalità di uso e le forme di destinazione delle pertinenze idrauliche demaniali dei corsi d'acqua, compatibili con la tutela naturale e ambientale dei beni considerati. Il terzo infine, è un'azione di promozione delle attività di pianificazione dell'uso delle PID, direttamente e sottoforma di supporto ad altre amministrazioni, per es. ai Comuni, che dovrebbero, ai sensi della L. 37/1994, approvare programmi di gestione del territorio riguardanti anche le PID.

Ciò detto, per comprendere quale possa essere l'incidenza concreta delle azioni sulle PID occorre conoscere la loro estensione nelle fasce fluviali del Po. Per varie

Figura 7 - Saliceto del Po invaso dal *Sicyos angulatus*.

ragioni, questo è un dato ancora non pienamente disponibile; esistono dati frammentati, di varia provenienza e non sempre validati. Sulla base di lavori svolti dall'AdB per il tratto piemontese del Po (Studi di fattibilità della sistemazione idraulica) e sulla base di altri dati, anche se non validati, ritenuti attendibili, si ha la situazione espressa in tabella (Tabella 3).

Se estendiamo la percentuale di PID (15%) presente sui 64.569 ha delle fasce fluviali del Po (2/3 del totale) con dati noti alla parte restante, che sono altri 32.747 ha, otteniamo una stima dell'estensione delle PID lungo le fasce del Po di circa 14.600 ha, oltre al demanio acque, che possiamo approssimare all'alveo inciso (circa 16.000 ha).

#### IL RAPPORTO DI SUSSIDIARIETÀ CON I PROGETTI LOCALI

Molti sono i progetti predisposti e gli interventi attuati che partecipano alla rinaturazione o riqualificazione delle golene del Po e, in una logica di sussidiarietà e di coerenza all'attuazione del *Progetto di rinaturazione e riqualificazione ambientale delle fasce fluviali del fiume Po* e della direttiva sopra presentati, conseguendo spesso anche altri obiettivi, nel solco della multifunzionalità. Tra questi, procedendo dalla sorgente verso la foce del Fiume Po, si possono citare i seguenti, tra gli esempi più significativi.

Gli interventi di forestazione ad opera del Parco fluviale del Po e dell'Orba (Regione Piemonte), che, a partire dal 1996, hanno riguardato circa 120 ha di terreni golenali (di cui circa 10 demaniali e il resto patrimonio di enti pubblici) con impianti di boschi permanenti, nel tempo perfezionati tenendo conto di svariate esigenze. A ciò

demanio presente nelle fasce del Po (ettari)						
	fonte dato	sup. tot.	sup. dem. acque	%	PID	%
tratto Stura di L.-Dora B	AdB Po	4.125	908	22,0	343	8,3
tratto Dora B.-Tanaro	AdB Po	17.762	3.675	20,7	2716	15,3
tratto pavese da confluenza Tanaro	Provincia PV	14.882	-	-	2.158	14,5
tratto cremonese	Consorzio For.	12.427	-	-	1.000	8,0
tratto mantovano	Provincia MN	15.373	-	-	3.500	22,8
<b>totale aree con dati</b>		<b>64.569</b>			<b>9.717</b>	<b>15,0</b>
totale aree fasciate Fiume Po		97.316				
totale aree senza dati		32.747				

Tabella 3 - Demanio presente nelle fasce fluviali del Fiume Po.

si aggiungano altri 50 ha circa di boschi impiantati attraverso le operazioni di rinaturalizzazione delle aree di cava, in prevalenza igrofilo, assieme ad ulteriori 50 ha circa di zone umide con specchi d'acqua e formazioni vegetazionali acquatiche (soprattutto fragmiteti e tifeti).

Il *Programma di gestione dell'area fluviale del fiume Po tra la confluenza Sesia e Rotaldo volto alla ricostituzione e valorizzazione dell'ambiente fluviale tradizionale (Cielo P. e Bertolotto S., 2005)*, che interessa circa 760 ha di terreni privati e demaniali gestiti dalle Aziende Agricole Visconti e Torre d'Isola, siti nelle province di Alessandria e Pavia. La finalità è la *ricostituzione di un ambiente con un buon grado di stabilità ecologica, in cui la componente naturale della fascia limitrofa al corso d'acqua separi l'ecosistema fiume dall'ambiente agricolo tradizionale secondo fasce a grado di naturalità*

*decescente e sia per esso fonte di biodiversità e miglioramento del paesaggio.* Gli interventi sono stati avviati nel 2000 e ad oggi sono stati realizzati per il 30% circa, anche con finanziamenti afferenti ai Piani di Sviluppo Rurale regionali (PSR 2000-2006, misure f, h, i) e al Reg. CEE 2080/92.

L'intervento di rinaturazione denominato *Una grande foresta tra i due fiumi*, localizzato alla confluenza del Ticino in Po (Comune di Travacò Siccomario, Pavia), realizzato nel marzo 2006 su terreni privati per una superficie complessiva di circa 53 ettari, con forestazioni in ambito golenale (una foresta meso-xerofila e una foresta igrofila), modellamento morfologico e creazione di zone umide, orientato anche alla fruizione didattico-ricreativa. In questo caso è stato utilizzato il contributo afferente all'iniziativa *Dieci grandi foreste per la pianura della Regione Lombardia (DG agricoltura)*.



Figura 8 - Una grande foresta tra i due fiumi.

Gli impianti forestali realizzati dal Consorzio Forestale Padano su terreni demaniali nelle golene del Po cremonesi e mantovane, che interessano complessivamente una superficie di quasi 1000 ha. Nel periodo 1998-99 sono stati realizzati interventi di *forestazione produttiva* con arboricoltura da legno plurispecifica, tramite i contributi afferenti al Reg. CEE 2080/92, per una superficie complessiva di circa 169 ha (tutti in provincia di Cremona). Nel periodo 2001-2006 sono stati realizzati interventi di *forestazione naturalistico-ambientale* con imboschimenti plurispecifici finalizzati alla protezione del suolo ed al miglioramento delle condizioni ambientali e paesaggistiche, tramite i contributi afferenti al Piano di Sviluppo Rurale della Regione Lombardia (PSR 2000-2006, misura h), per una superficie complessiva di circa 154 ha (93 ha in provincia di Cremona, 61 ha in provincia di Mantova). Nel periodo 2002-2010 sono stati inoltre realizzati (o in corso di realizzazione) interventi di *forestazione naturalistico-ambientale* e di *nuovi boschi permanenti* con forestazione plurispecifica golenale, tramite i contributi afferenti all'iniziativa *10.000 ha di nuovi boschi e sistemi verdi multifunzionali* della Regione Lombardia, per una superficie complessiva di circa 583 ha (263 ha in provincia di Cremona, 320 ha in provincia di Mantova).

Alcuni degli interventi del Consorzio Forestale Padano rientrano nell'iniziativa della Provincia di Mantova che si pone l'obiettivo di eseguire interventi di forestazione per una superficie complessiva di 1.000 ha sui 3.500 circa di PID presenti nelle golene mantovane del Po, facendo ricorso alla L.37/1994. In questa prima fase del progetto la Provincia ha dato corso ad interventi su circa 300 ha di territorio, per i

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 - 2008-2009
Spesa lavori	3.280.000 €
Spesa acquisto terreni	749.000 €
Totale spesa	4.029.000 €
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

Tabella 4 - interventi attuati nel PLIS di San Colombano (Goldoni M. e Davoglio G., 2009).

dettagli dei quali si rimanda alla pubblicazione *La sfida di Mantova: 1000 ettari di nuovi boschi lungo il Po* (Andreoli L. et al., 2009).

Nell'ambito del progetto della Provincia di Mantova, un cenno particolare merita il Parco Locale di Interesse Sovracomunale (PLIS) di San Colombano, situato interamente nel Comune di Suzzara. Esso comprende circa 723 ettari di terreno golenale del fiume Po sia in sponda destra che sinistra, di cui circa 255 sono demaniali (Goldoni M. e Davoglio G., 2009). Il Comune di Suzzara, attraverso la Legge Cutrera, ne ha ottenuto la concessione e 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 sovrastemici, primo livello della rete ecologica provinciale. Il parco è in fregio a percorsi di fruizione paesistica e ambientale, in particolare all'Eurovelo 8. 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 ex cave di argilla e il cariceto del Crostolo (Tabella 4). Gli interventi

hanno poi riguardato la creazione di una zona di ingresso fruibile, la predisposizione di cartellonistica storica ambientale e la relativa creazione di un percorso di fruizione.

Gli esempi visti dimostrano come siano rilevanti per la rinaturazione e riqualificazione delle golene le sinergie ed integrazioni tra le diverse scale di azione e le scelte e gli indirizzi che le pubbliche amministrazioni territoriali (Regioni, Province, Comuni, Parchi) e i privati cittadini assumono.

Si riportano infine due esempi di interventi a carattere sperimentale di rilevante interesse per la riqualificazione delle aree golenali del Po.

Il primo riguarda gli interventi di ripristino ambientale e tutela della biodiversità nella Riserva naturale Isola Boscone (Comune di Carbonara di Po, MN), realizzati nel periodo 2006-2008:

- ripristino di 34 ettari di ambienti forestali previa sostituzione del saliceto senescente con sistemi macchia-radura riconducibili al Quercio-ulmeto, tramite sgombero della necromassa e preparazione terreno, impianto nuovo soprassuolo e cure colturali;
- rinaturalizzazione di una lanca previa risagomatura spondale, creazione di isolotti artificiali e impianto di frange di vegetazione igrofila (superficie complessiva di intervento 3 ettari);
- diversificazione degli habitat ter-



Figura 9 - Foto aerea dell'Isola Boscone nel 1999 (Cuizzi D.).

restri attraverso: l'ottimizzazione del rapporto bosco-radure, il rilascio di frange di bosco stramatturo nelle porzioni perimetrali e di singoli individui senescenti negli appezzamenti di neo-impianto, la rinaturalizzazione della lanca interna con creazione di nuovi ambienti idonei alla sosta e all'alimentazione dei limicoli;

- attività di ricerca in campo in convenzione con l'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo (ISS-CRA). Risultati della ricerca: 1) analisi storica dell'evoluzione delle cenosi forestali ripariali dell'Isola Boscone con specifica attenzione alla definizione delle driving forces e dei fattori limitanti la successione tra Saliceto e cenosi mesoigrofile del Querculumeto; 2) indagine bibliografica finalizzata alla redazione dello stato dell'arte delle conoscenze sulle formazioni ripariali arboreo-arbustive della Pianura Padana e alle problematiche gestionali ad esse connesse (in corso).

Il secondo riguarda gli impianti di arboricoltura da legno policiclici misti multifunzionali a termine o permanenti (Buresti Lattes E. e Mori P., 2009), sperimentati soprattutto nelle golene del fiume Oglio (circa 60 ha). Si rimanda

per approfondimenti ai lavori di Buresti Lattes E. (Centro di Ricerca per la Selvicoltura - CRA), ideatore e coordinatore di queste sperimentazioni.

In attesa dei dati di produttività dalle sperimentazioni in atto, si può comunque ritenere che gli impianti di arboricoltura da legno policiclici misti multifunzionali (specialmente quelli permanenti) siano la forma di arboricoltura da legno ad oggi più evoluta e più idonea alle golene del Po, meritevole di essere promossa in sostituzione di forme di agricoltura fortemente impattanti (mais ad esempio) o anche di altri tipi di arboricoltura, come la pioppicoltura monospecifica (e monoclonale) a ciclo breve, così diffusa nelle golene del Po, a partire dalla prima metà del '900.

#### BIBLIOGRAFIA

- Alessandrini C., Pecora S., Casicci L. (2008): *La risalita del cuneo salino nel delta del Po, impatto e monitoraggio*, "ARPA Rivista", Bologna, n. 3/2008, pp. 42-43
- Andreoli L., Goldoni M., Sarzi Sartori F. (2009), *La sfida di Mantova: 1000 ettari di nuovi boschi*, "Riqualificazione fluviale", Mestre (VE), n. 1/2009, pp. 48-51
- Autorità di bacino del Fiume Po (2008): *Monitoraggio dell'ittiofauna e redazione*

- della Carta ittica del Fiume Po, Parma*
- Autorità di bacino del Fiume Po (2006): *Caratteristiche del bacino del fiume Po e primo esame dell'impatto ambientale delle attività umane sulle risorse idriche, Parma*
- Autorità di bacino del Fiume Po (2006): *Progetto di rinaturazione e riqualificazione ambientale delle fasce fluviali del Fiume Po, 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*
- Autorità di bacino del Fiume Po (1999): *Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico, Parma*
- Buresti Lattes E. e Mori P. (2009): *Impianti policiclici permanenti. L'arboricoltura da legno si avvicina al bosco, "Sherwood", Arezzo, n. 150/2009, pp. 5-8*
- Cielo P., Bertolotto S. (2005): *Dall'agricoltura servizi ambientali per la gestione delle aree fluviali, "L'informatore agrario", Verona, n. 15/2005, pp. 35-37*
- CIRF (2006): *La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio. Nardini A., Sansoni G. (curatori) e collaboratori, Venezia*
- Cuizzi D. (2009): *Interventi di ripristino ambientale e tutela della biodiversità nella Riserva naturale Isola Boscone (ID6199), non pubblicato*
- 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*
- Farioli C. (2009): *I progetti dell'Autorità di bacino del Fiume Po, in Debrando V., Cacciabue G., Castellana G.: Il ruolo della vegetazione ripariale e la riqualificazione dei corsi d'acqua, Regione Piemonte, Torino, 2009, pp. 28-39*
- Goldoni M., Davoglio G. (2009): *Il Parco di san Colombano e il suo ruolo nella tutela degli ecosistemi fluviali, in Debrando V., Cacciabue G., Castellana G.: Il ruolo della vegetazione ripariale e la riqualificazione dei corsi d'acqua, Regione Piemonte, Torino, 2009, pp. 17-27.*

# REALIZZAZIONE DI UN PASSAGGIO ARTIFICIALE PER PESCI PRESSO LO SBARRAMENTO D'INCILE TRA IL LAGO DI LUGANO E IL FIUME TRESA E MONITORAGGIO IN CONTINUO MEDIANTE TELECAMERA

CESARE MARIO PUZZI<sup>(1)</sup>, GAETANO GENTILI<sup>(1)</sup>, MASSIMO SARTORELLI<sup>(1)</sup>, TIZIANO PUTELLI<sup>(2)</sup>, ROBERTO BENDOTTI<sup>(1)</sup>

(1) G.R.A.I.A. (Gestione e Ricerca Ambientale Ittica Acque) S.r.l.

(2) Repubblica Canton Ticino – Ufficio della Caccia e della Pesca

E-mail relatore: cesare.puzzi@graia.eu

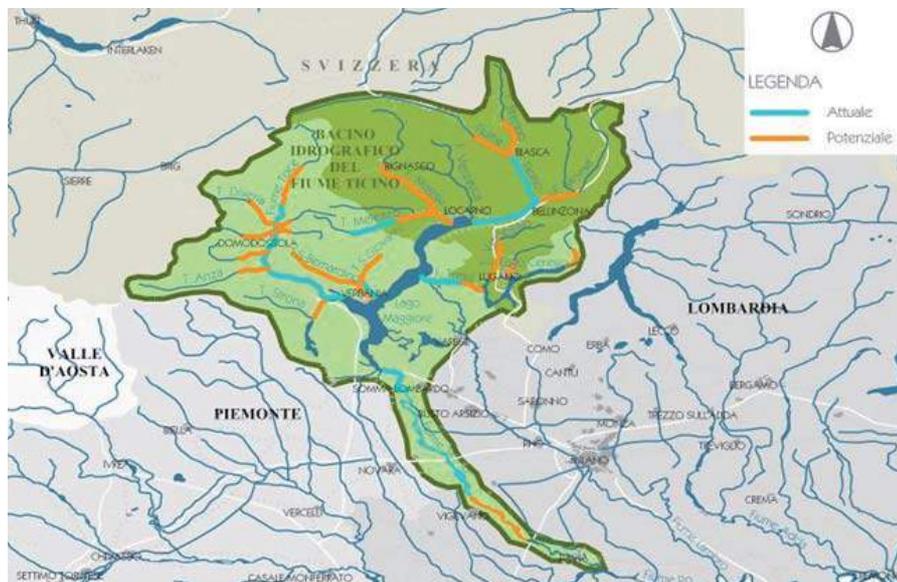


Figura 1 - Aree attuale e potenziale di colonizzazione della Trota Marmorata per il bacino imbrifero del Fiume Ticino.

## INTRODUZIONE

La trota marmorata (*Salmo (trutta) marmoratus*) ha subito, negli ultimi decenni, un forte calo demografico nel suo intero areale di distribuzione. Le cause di tale declino sono numerose: l'artificializzazione dell'alveo e delle sponde dei corsi d'acqua; la frammentazione dei corridoi fluviali con opere di sbarramento sprovviste di passaggi per pesci; lo scadimento qualitativo delle acque di fondovalle; l'impoverimento delle portate idriche e la messa in asciutta di tratti fluviali in cui non è applicato un Deflusso Minimo Vitale alle opere di presa; i ripopolamenti con trota fario che hanno portato

alla frequente comparsa di soggetti ibridi con conseguente diluizione del patrimonio genetico; l'eccessivo sfruttamento della pesca.

Negli ultimi anni, la consapevolezza dell'importanza della specie dal punto di vista sia strettamente faunistico (specie inserita nell'Allegato B della Direttiva Habitat, quindi di interesse comunitario), sia della pesca sportiva e professionale, ha portato all'avvio di iniziative di conservazione e reintroduzione di questa specie ittica, grazie anche alla progressiva mitigazione degli impatti antropici sugli ambienti acquatici da essa popolati.

Nel bacino del Fiume Ticino, vi è

da ritenere che originariamente la trota marmorata popolasse un vastissimo reticolo idrico di acque superficiali che oggi si è fortemente ridotto divenendo riconducibile al Fiume Toce (e al tratto terminale di alcuni suoi tributari), alla porzione centrale del Ticino sublacuale e grazie alla presenza di alcuni suoi ibridi, ai fiumi Tresa, Giona e Brenno (Figura 1).

## IL PROGETTO

A fronte della situazione sopra descritta, è stato realizzato un progetto nell'ambito del Programma INTERREG III A Italia-Svizzera, finalizzato alla conservazione ed alla reintroduzione della trota marmorata e che ha avuto come obiettivo la ricostituzione di una popolazione ittica quanto più stabile e consistente di tale specie nell'intero reticolo idrico potenzialmente vocazionale compreso nel bacino del Fiume Ticino. Il progetto, nel suo complesso, ha visto coinvolti, con il cofinanziamento delle Regioni Lombardia e Piemonte, i seguenti Enti territoriali: la Provincia di Varese, la Provincia di Novara, la Provincia del Verbano Cusio Ossola, la Provincia di Como, il Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino Lombardo, il Parco Piemontese del Ticino, i Parchi del Lago Maggiore, la Repubblica del Canton Ticino, la Repubblica del Canton Grigioni.

Lo stato dell'arte e gli obiettivi del progetto sono stati perseguiti secondo due principali linee di intervento:

1. il graduale superamento della frammentazione che pesantemente limita la percorribilità del reticolo fluvio/lacustre;
2. la produzione di novellame da ripopolamento di trota marmorata con caratteristiche di elevata rusticità in quantità commisurata - in prospettiva - alle necessità degli

ambienti acquatici in questione, fra cui spiccano per estensione quelli lacustri.

#### LE AZIONI

Il quadro complessivo delle azioni promosse dal progetto è riportato in figura 2.

L'AZIONE 3 "Avvio delle opere di deframmentazione del corridoio acquatico di collegamento fra il Verbano ed il Ceresio" del progetto è stata una prima risposta alle problematiche corrispondenti alla prima delle due linee di intervento richiamate. Tale azione ha previsto la progettazione, la realizzazione ed il monitoraggio funzionale di un passaggio artificiale per pesci a mitigazione della discontinuità idraulica generata dallo sbarramento di regolazione del Lago di Lugano sul confine italo-svizzero. Un progetto pilota che è stato affiancato da altre 4 azioni nella stessa direzione e che, nel complesso, hanno generato ambiziosi risultati:

**AZIONE 1:** completamento del censimento degli sbarramenti invalicabili per i pesci sull'intero reticolo idrografico vocazionale, con redazione di una scala di priorità ad essi relativa;

**AZIONE 2:** esecuzione degli studi di fattibilità nonché dei progetti preliminari concernenti i 5 passaggi per pesci prioritari;

**AZIONE 4:** interventi di diversificazione fluviale del Torrente Margorabbia

#### IL PASSAGGIO PER PESCİ

La progettazione e realizzazione del passaggio per pesci per la deframmentazione del corridoio acquatico Fiume Tresa - Lago di Lugano, è risultato in forte sinergia con altre importanti iniziative realizzate, o in corso di realizzazione in tutto il bacino imbrifero del Fiume Ticino. Si tratta in particolare sia di interventi

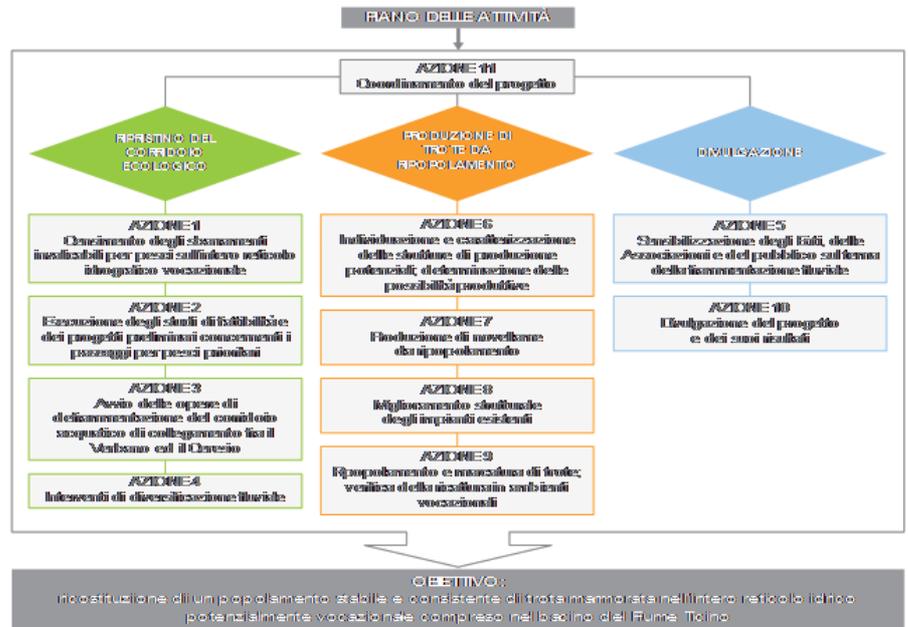


Figura 2 - Piano complessivo delle attività del Progetto INTERREG III "Conservazione e ripopolamento della Trota Marmorata nel bacino idrografico del Fiume Ticino".

finalizzati a riaprire il corridoio ecologico tra il Lago Maggiore ed il Mare Adriatico (Fiume Po e Ticino postlacuale), sia di interventi sugli immissari del Lago Maggiore (Fiume Ticino prelacuale, Toce, ecc..), sia di interventi sugli immissari del Lago di Lugano. Gli interventi ed i progetti per il ripristino della continuità ecologica, dislocati su un'area molto estesa, sono proposti e seguiti da vari enti pubblici e privati sia in territorio italiano, sia nel Canton Ticino.

Il progetto prevede la realizzazione di un passaggio artificiale per il passaggio dei pesci appunto in corrispondenza dello sbarramento artificiale che separa il Lago di Lugano dal Fiume Tresa (Figura 3),

in un tratto in cui il fiume segna il confine tra la Provincia di Varese italiana e il Canton Ticino svizzero.

Lo sbarramento esistente ha la funzione di regolare il livello del Lago di Lugano. Il passaggio dell'acqua avviene per tracimazione dello sbarramento, impedendo quindi qualsiasi superamento dello stesso da parte della fauna ittica in risalita. Il dislivello medio del battente idrico tra monte e valle è di poco superiore ai 2 metri, mentre la larghezza complessiva dell'opera è di circa 45 m. La regolazione dei livelli avviene per mezzo di tre paratoie a libro attraverso le quali è possibile regolare la quantità di acqua che defluisce verso

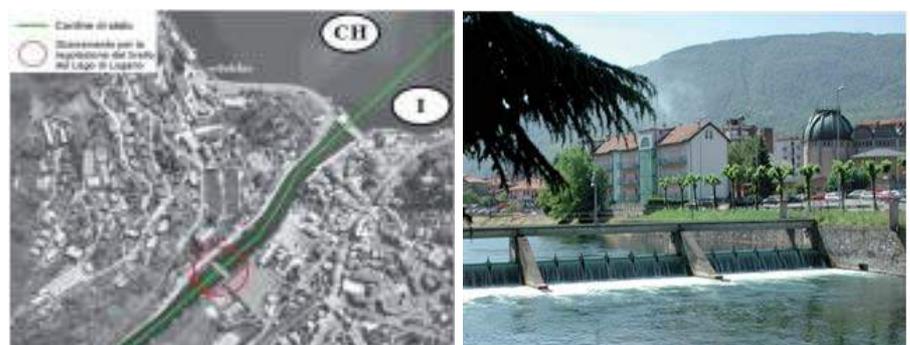


Figura 3 - Lo sbarramento che divide il Lago di Lugano dal Fiume Tresa.

valle. In generale l'ente gestore (Dipartimento del Territorio del Canton Ticino - Ufficio dei corsi d'acqua - Bellinzona) tende a mantenere il livello del lago stabile, all'interno di un range compreso tra 270,4 m s.l.m. e 270,5 m s.l.m. Nella gestione dello sbarramento si tiene chiaramente conto anche della portata minima da rilasciare a valle nel Fiume Tresa (4 m<sup>3</sup>/s). L'alveo fluviale, sia a valle che a monte dell'area di intervento, è contenuto da opere murarie che rendono il corso d'acqua omogeneo dal lago fino ad un centinaio di metri a valle della traversa. L'opera prevista dal progetto è realizzata in corrispondenza della suddetta traversa, in sponda sinistra idrografica, in territorio italiano e immediatamente all'esterno del muro esistente (Figura 4).

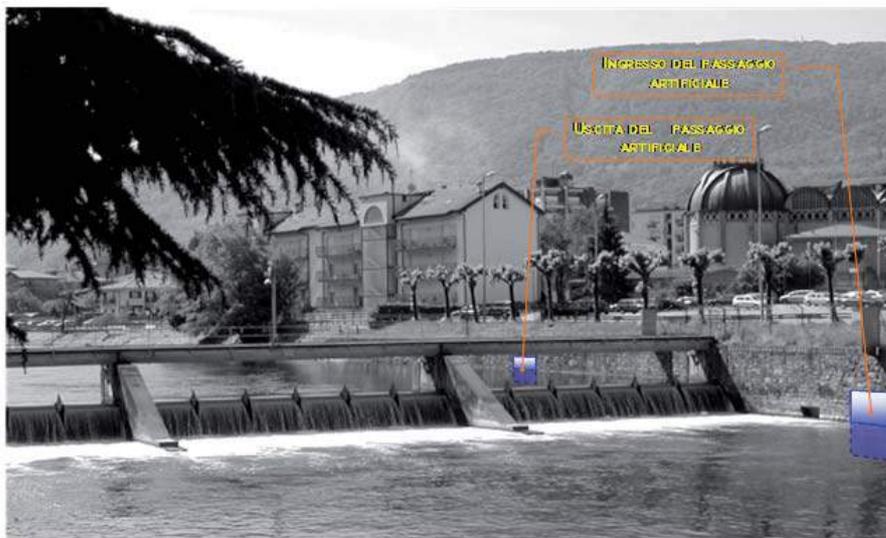


Figura 4 - Gli imbocchi di monte e valle di raccordo tra Lago di Lugano e Fiume Tresa del passaggio artificiale per pesci realizzato all'esterno dei muri arginali esistenti.



Figura 5 - Il passaggio artificiale per pesci ultimato con in primo piano la scala di accesso alla camera sotterranea di monitoraggio.

Il passaggio artificiale per pesci è costituito da una serie di bacini in cascata che raccordano l'alveo fluviale a monte ed a valle della diga. L'ingombro dell'opera è pari a circa 33 metri di lunghezza; la larghezza è variabile in funzione della forma del muro di sponda esistente ed è compresa comunque tra i 2,5 e i 3 metri circa.

Per realizzare il passaggio artificiale è stato necessario effettuare uno scavo in trincea di una profondità variabile tra 4 metri (a monte) e 6 metri (a valle). In particolare, la quota del piano campagna nell'area di intervento è pari a 272,50 m s.l.m. e la base della soletta del passaggio per pesci è variabile tra 268,55 m s.l.m. e 266,55 m s.l.m. Il fondo dell'alveo si trova a - 4,15÷4,30 m dal piano della banchina nella parte a monte della traversa e a - 5,50 m dal piano della banchina nella parte a valle della traversa.

Il collegamento idraulico tra le opere di progetto e i vettori idraulici è stato realizzato mediante taglio di parte dei muri esistenti e i deflussi sono regolati mediante una paratoia

meccanica in testa al passaggio artificiale.

Al termine della realizzazione è stato posato, alla quota del piano campagna (272,5 m s.l.m.), un grigliato in metallo zincato calpestabile per coprire e proteggere il manufatto ed evitare che la gente possa accedere ai bacini. All'interno del passaggio è invece stato realizzato un camminamento da utilizzare per le operazioni di pulizia e manutenzione dei bacini. Il camminamento poggia sulla sommità dei setti ed ha una

larghezza di 0,60 metri ed è dotato di parapetti di protezione. L'accesso al camminamento è collocato in corrispondenza della paratoia di regolazione in testa all'opera, attraverso una scala infissa sul muro a cui si accede sollevando il grigliato pedonale.

Le caratteristiche dimensionali ed i parametri di progetto delle opere sono riassunti nella tabella seguente.

Nelle raccolte iconografiche

PARAMETRI DI DIMENSIONAMENTO		
Parametro	Valore	Motivazioni
Dislivello massimo tra due bacini	0,23 m	L'abbondanza nel fiume di pesci aventi capacità natatorie contenute impone l'assunzione di dislivelli tra due bacini contigui ridotti.
Livello idrico di monte	270,45 m s.l.m.	Condizioni al contorno definite a priori.
Livello idrico di valle	268,40 m s.l.m.	
Tipologia di comunicazione tra bacini	fessura laterale + orifizio di fondo	L'abbondanza nel fiume di pesci che si spostano senza effettuare salti richiede la presenza dell'orifizio di fondo. Nei bacini di valle la fessura è più profonda e sopperisce alla mancanza del foro di fondo.
Larghezza fessura laterale	0,30 m	Garantire il passaggio anche a pesci di grossa taglia.
Dimensioni foro di fondo	0,3 m x 0,3 m	
Lunghezza dei bacini	3,05 <sup>1</sup> m	Garantire il passaggio di pesci di dimensioni che possono superare i 70-80 cm (trota marmorata, luccio).
Larghezza dei bacini	1,80 m	

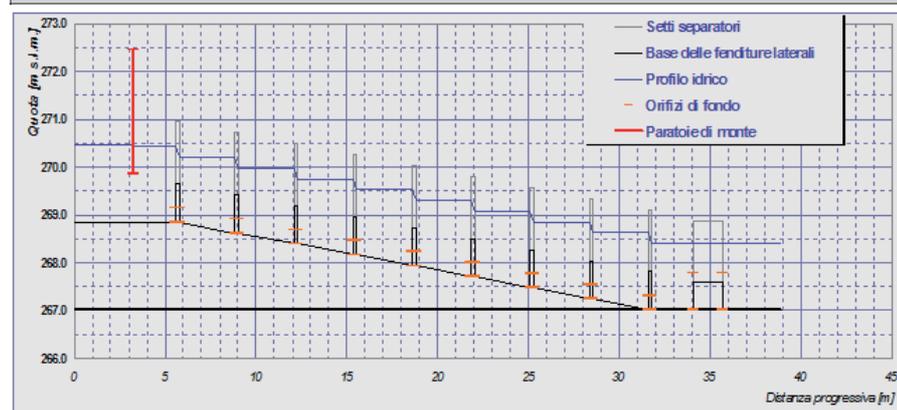
#### DIMENSIONI DEL PASSAGGIO

Parametro	Valore
Portata defluente di progetto corrispondente ad un livello idrico di monte di 140,64 m s.l.m.	circa 360 l/s
Numero di bacini	9 + bacino 0 di monte
Lunghezza complessiva del passaggio	circa 32 m
Pendenza media	6,3%

#### PARAMETRI DI DIMENSIONAMENTO

Parametro	Valore	Range di valori consigliati
Potenza specifica dissipata in condizioni di progetto [W/m <sup>3</sup> ]	Inferiore a 100 <sup>2</sup>	minore di 150 per ciprinidi minore di 200 per salmonidi
Rapporto lunghezza/larghezza bacini	1,7 <sup>3</sup>	compreso tra 1,6 e 1,8
Rapporto lunghezza bacino/larghezza fessura laterale	10 <sup>4</sup>	compreso tra 7 e 12
Rapporto larghezza bacino/larghezza fessura laterale	6	compreso tra 4 e 6
Rapporto battente sullo stramazzo/dislivello tra bacini	Compreso tra 3,4 e 3,8	maggiore di 2

#### FUNZIONAMENTO IDRAULICO



- <sup>1</sup> Ad eccezione del bacino di monte (bacino 0) e del bacino di valle (bacino 9), che hanno una lunghezza di 2,90 metri  
<sup>2</sup> Ad eccezione del bacino di valle (bacino 9), dove è pari a 138 W/m<sup>3</sup>  
<sup>3</sup> Ad eccezione del bacino di monte (bacino 0) e del bacino di valle (bacino 9), dove è pari a 1,3  
<sup>4</sup> Ad eccezione del bacino di monte (bacino 0), dove è pari a 7,7

Tabella 1 - I principali parametri progettuali adottati per il passaggio artificiale per pesci presso lo sbarramento di regolazione del Lago di Lugano.

seguenti alcuni particolari progettuali studiati per la realizzazione dell'opera in oggetto.

Al fine di verificare la funzionalità del passaggio per pesci, e raccogliere informazioni e dati relativi alle

migrazioni ittiche, nell'ambito del progetto è stato anche realizzato un innovativo sistema di osservazione, nato per la volontà di tutti gli enti territoriali coinvolti di realizzare un punto privilegiato di studio, a disposizione degli enti gestori,

degli studiosi, delle scuole e della comunità locale nel suo complesso. Il sistema di monitoraggio permette di visitare la struttura e di sviluppare temi didattici e di educazione ambientale sugli aspetti di conservazione degli ambienti acquatici, del ripristino di corridoi ecologici, della salvaguardia della fauna ittica e della biodiversità.

Il sistema adottato per il descritto passaggio per pesci in Comune di Lavena Ponte Tresa (VA), primo in Italia, si compone di una cabina sotterranea posta in corrispondenza del primo bacino di monte. La struttura è realizzata completamente in cemento armato adottando particolari tecniche di impermeabilizzazione, necessarie considerando la sua costante permanenza al di sotto del livello di falda. La camera di osservazione, delle dimensioni interne di 400 cm X 250 cm, ha una scala di accesso che collega l'opera all'attuale pista ciclopeditone del lungo lago ed è dotata di una apertura a vetro (dimensioni 80 cm X 150 cm) per la visione dei pesci in movimento all'interno del passaggio. Le dimensioni interne della cabina permettono di ospitare in visita guidata circa 10 persone.

L'avanguardia impiantistica installata all'interno delle strutture di monitoraggio è il vero fiore all'occhiello di questa struttura. Direttamente nella camera sono infatti installate le seguenti attrezzature (Figura 7) che permettono la registrazione e l'archiviazione video dei passaggi all'interno del passaggio per pesci in continuo 24 ore su 24: telecamera digitale, computer, video terminale LCD, software specifico (sviluppato per il monitoraggio dei passaggi per pesci, permette di registrare su file esclusivamente le fasi in cui il pesce è in movimento, permettendo di fornire all'operatore solo i filmati di interesse), sistema di illuminazione notturna con sensore crepuscolare,

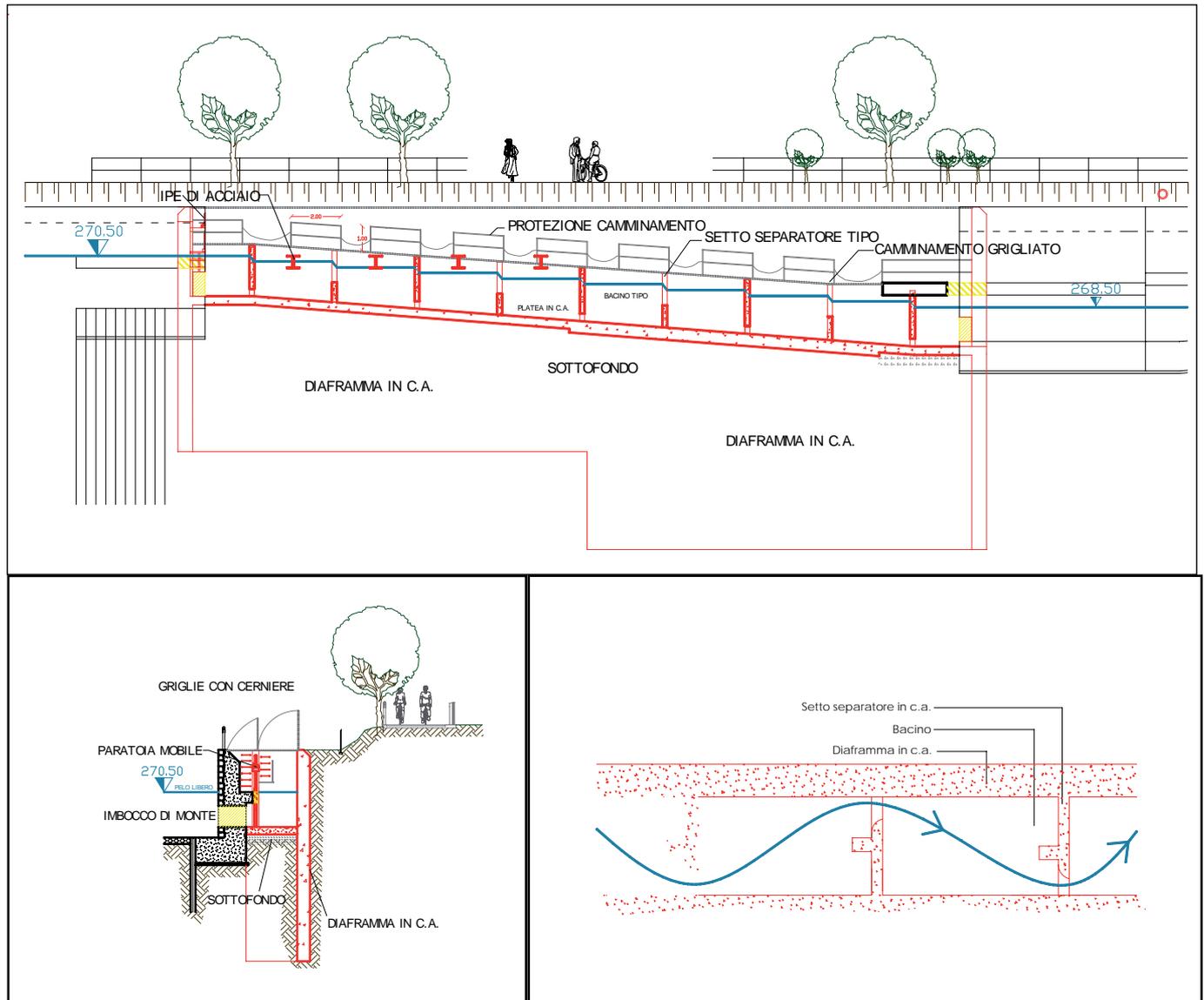


Figura 6 - Alcuni stralci progettuali del passaggio per pesci presso lo sbarramento di regolazione del Lago di Lugano.

ampio schermo LCD per visione pubblica del materiale video registrato.

Le attività di monitoraggio sono realizzate dai tecnici della GRAIA srl, nell'ambito del progetto di ricerca della Regione Lombardia, Direzione Agricoltura, "Definizione di metodologie per la progettazione, la realizzazione e la gestione di opere ed interventi idraulici ittiocompatibili" (PRO.ITTIO), attualmente in fase di svolgimento. Dopo una prima messa a punto del sistema durante il 2007 (la messa in funzione del monitoraggio è avvenuta nell'estate del 2007),

il primo anno di registrazione quasi completo è stato il 2008, più precisamente ca. 240 giorni di registrazione. Nei 2/3 dei giorni del 2008 sono stati rilevati (Figura 8) circa 15.000 passaggi di pesci in risalita o in discesa. I pesci filmati appartengono a 19 specie ittiche diverse, e rappresentano la quasi totalità della comunità ittica del Fiume Tresa. Tra di essi si rilevano anche specie di particolare interesse conservazionistico, elencate in Allegato B della Direttiva Habitat, come pigo (*Rutilus pigus*) e barbo comune (*Barbus plebejus*). Le specie con più conteggio sono il gardon (*Rutilus rutilus*) e il barbo comune,

con rispettivamente 10.000 e 3.200 esemplari contati. Il gardon è una specie esotica comparsa nel Ceresio intorno al 1990 e divenuta rapidamente la specie dominante, in rapida affermazione anche nel Fiume Tresa e nel Lago Maggiore. La sua abbondanza è anche legata al comportamento gregario della specie che la fa muovere in branchi numerosi. Ha sorpreso positivamente la grande mobilità del barbo comune, che era considerato in regresso nel Lago Ceresio. Il ritrovamento nei filmati di un numero elevato di specie osservate in rimonta, tra le quali diverse con ridotte capacità natatorie come il

persico sole (*Lepomis gibbosus*), il gardon, la carpa (*Cyprinus carpio*) la tinca (*Tinca tinca*), e per le altre specie esemplari di taglia ridotta, consente di valutare positivamente la realizzazione dell'opera e il rispetto dei parametri idraulici di progetto. L'elevato numero di passaggi in risalita e in discesa è l'ulteriore conferma che il passaggio è facilmente individuato dai pesci e che esso è davvero percorribile da qualsiasi specie ittica.

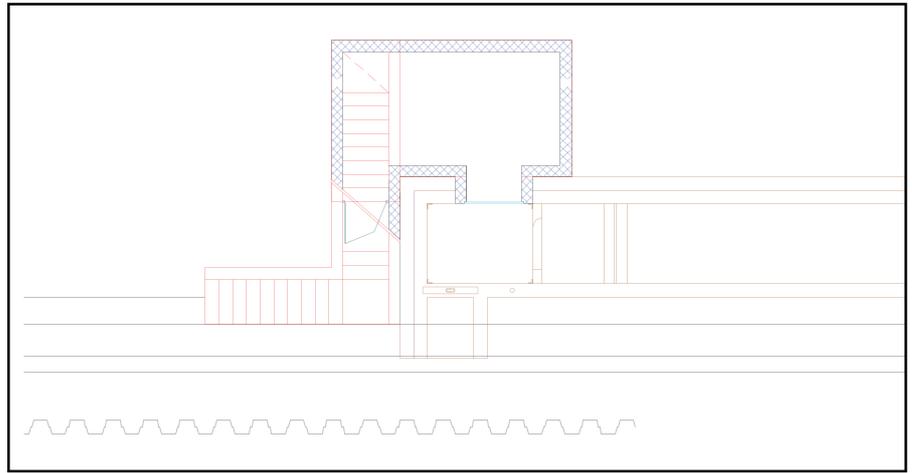


Figura 7 - La cabina di monitoraggio ed alcuni particolari delle attrezzature di videoripresa installate.

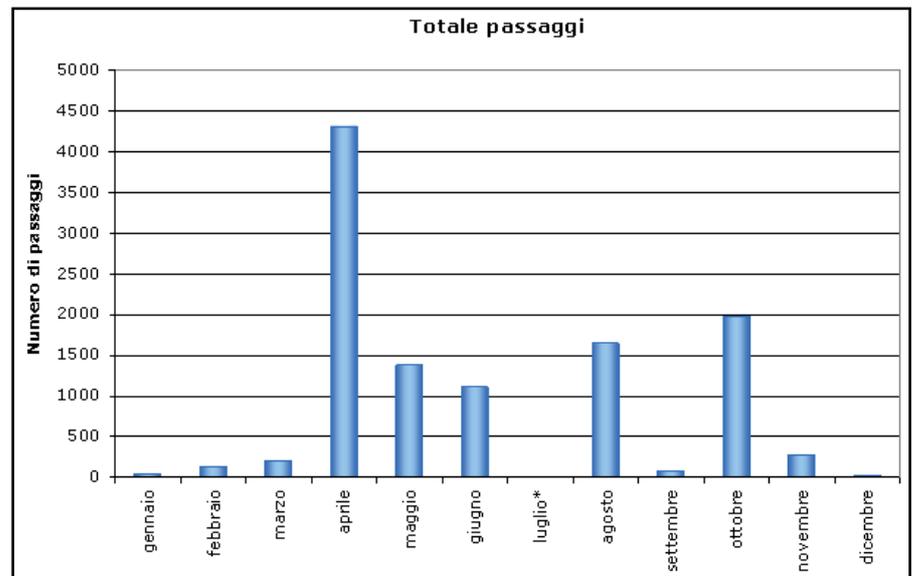


Figura 8 -Distribuzione mensile dei movimenti registrati presso il passaggio per pesci (\*il dato di luglio risulta mancante causa guasto tecnico).

# GESTIONE INTEGRATA E RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE NEL CANTONE TICINO: INTERVENTI SUL FIUME TICINO DA BELLINZONA ALLA FOCE NEL LAGO MAGGIORE

SANDRO PEDUZZI<sup>(1)</sup>, NICOLA PATOCCHI<sup>(3)</sup>, MASSIMILIANO FOGLIA<sup>(2)</sup> E LAURENT FILIPPINI<sup>(1)</sup>

(1) Ufficio dei corsi d'acqua, Dipartimento del territorio, Cantone Ticino, V. S. Franscini 17, CH-6501 Bellinzona, [www.ti.ch/corsi-acqua](http://www.ti.ch/corsi-acqua);

(2) Ufficio Natura e Paesaggio, Dipartimento del territorio, Cantone Ticino;

(3) Fondazione Bolle di Magadino, Via Cantonale, CH-6573 Magadino, [www.bolledimagadino.com](http://www.bolledimagadino.com).

E-mail: [sandro.peduzzi@ti.ch](mailto:sandro.peduzzi@ti.ch), [fbm@bluewin.ch](mailto:fbm@bluewin.ch), [massimiliano.foglia@ti.ch](mailto:massimiliano.foglia@ti.ch), [laurent.filippini@ti.ch](mailto:laurent.filippini@ti.ch)

In Svizzera ed in seguito nel Cantone Ticino il quadro legale in materia di corsi d'acqua è stato adeguato ai principi per un approccio integrato al tema dell'acqua. Per opere di prevenzione contro le piene e riqualificazione di ecosistemi fluviali vengono promossi interventi integrati, a scala di bacino imbrifero. Dal 2006 il Cantone Ticino

si è dotato di una legge a sostegno di iniziative volte al recupero di ecosistemi acquatici compromessi. Il programma comprende interventi su corsi d'acqua e sulle rive dei laghi. Come esempio di interventi sviluppati associando aspetti di sicurezza idraulica a quelli della valorizzazione ambientale e sociale del territorio, si descrive

il programma di interventi di riqualificazione del fiume Ticino sulla tratta da Bellinzona al Lago Maggiore. Il progetto include in particolare l'intervento (in corso di attuazione) di rivitalizzazione alla foce del Ticino, funzionale a favorire la formazione di un delta naturale.

## QUADRO LEGALE DI RIFERIMENTO IN MATERIA DI CORSI D'ACQUA E IMPORTANZA DELL'APPROCCIO INTEGRATO

**Confederazione elvetica** - In Svizzera a partire dalla fine degli anni ottanta del secolo scorso abbiamo assistito all'affermarsi di un nuovo tipo di approccio in fatto di protezione contro le piene. L'analisi degli eventi di piena del 1987, particolarmente devastanti, diede avvio a prese di coscienza determinanti che si sono in seguito riflesse sulle basi giuridiche del settore. Con l'entrata in vigore della Legge sulla sistemazione dei corsi d'acqua (LSCA) nel 1991, dell'Ordinanza sulla sistemazione dei corsi d'acqua (OSCA) nel dicembre 1994 e della riveduta Ordinanza (rispettivamente Legge) sulla protezione delle acque (OPAc, risp. LPaC) nel gennaio 1999 la Confederazione ha attualizzato le basi legali per una più ampia protezione delle acque<sup>1</sup>.

La direttiva *Protezione contro le piene dei corsi d'acqua* elaborata

1. L'OPAc prevede che "l'idrodinamica (materiale trasportato, regime dei livelli e dei deflussi) e la morfologia, delle acque superficiali, devono presentare condizioni prossime allo stato naturale." (OPAc, Annesso 1, Art. 1.2). L'OSCA prescrive che i Cantoni "fissino lo spazio riservato alle acque in modo da garantire la protezione contro le piene e il mantenimento delle funzioni naturali delle acque" (OSCA, Art. 21) e "rilevino lo stato delle acque e la loro evoluzione" (OSCA, Art. 27.1.d), mentre la LPaC delega (in parte) ai Cantoni la competenza di "informare il pubblico sulla protezione delle acque e sullo stato di queste" (LPaC, Art. 50.1) come pure di "raccomandare misure atte a prevenire o a diminuire gli effetti pregiudizievoli alle acque" (LPaC, Art. 50.3), per la consultazione vedi raccolta sistematica Leggi [www.admin.ch/ch/i/rs/](http://www.admin.ch/ch/i/rs/).



Figura 1 - Determinazione dello spazio ripario necessario secondo la direttiva Protezione contro le piene dei corsi d'acqua e le Linee guida della Confederazione elvetica. Le due curve permettono di determinare la larghezza riparia necessaria in funzione della larghezza dell'alveo bagnato dalle portate medie per garantire le funzioni minime di un corso d'acqua e quelle della biodiversità (Grafico da: Linee guida per la gestione dei corsi d'acqua svizzeri, 2003). La larghezza della fascia riparia va da un minimo di 5 metri fino ad un massimo di 15 metri lineari da misurare dal piede di sponda. Per i corsi d'acqua di grosse dimensioni 15 metri lineari sono da considerare una fascia minima, i Cantoni possono fissare delle fasce di maggiore ampiezza.

dall'ex Ufficio federale dell'acqua e della geologia UFAEG, ora Ufficio federale dell'ambiente UFAM, illustra il citato approccio e sviluppa le linee guida per una gestione dei corsi d'acqua imperniata sul principio dello sviluppo sostenibile (Ufficio federale delle acque e della geologia, 2001; UFAFP/UFEAG, 2003)<sup>2</sup>. La Confederazione svizzera promuove un approccio integrato al tema della gestione delle risorse idriche e della sistemazione fluviale, invitando i cantoni a privilegiare una visione ed una strategia di gestione dei corsi d'acqua su scala di bacino idrografico. Secondo la recente Strategia per uno sviluppo sostenibile, espressa nelle linee guida e piano d'azione 2008-2011<sup>3</sup> del Consiglio federale, *l'acqua è risorsa e spazio vitale*.

Da queste nuove visioni emerge la necessità di poter assicurare ai corsi d'acqua uno spazio sufficiente in modo da creare le premesse affinché questi ultimi possano espletare le proprie funzioni. La disponibilità di spazio costituisce un prerequisito per la realizzazione di interventi che ottemperino contemporaneamente gli obiettivi di sicurezza contro le piene e di riqualificazione ecologica dell'ambiente fluviale. La messa a disposizione di più spazio permette inoltre di adottare misure di protezione meno rigide, più flessibili e spesso anche più efficaci.

Non da ultimo un approccio integrato permette, di principio, di assumere una visione più ampia e completa della realtà, rispettosa di un maggior numero di esigenze ed interessi; tale condizione

2. Il documento citato così come altre fonti che illustrano la politica della Confederazione in materia di gestione integrata delle acque sono liberamente disponibili sul sito dell'UFAM, [www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz](http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz) sotto: Temi: Acque e Protezione delle Acque

3. Rapporto del 16 aprile 2008, Ufficio federale dello sviluppo territoriale (ARE), Sezione sviluppo sostenibile: [www.are.admin.ch/svilupposostenibile](http://www.are.admin.ch/svilupposostenibile)

diventa premessa per l'attivazione di interessanti sinergie e per l'attuazione di soluzioni altrimenti non individuabili e quindi non realizzabili.

In questo solco si inserisce pure l'esigenza di promuovere sistemazioni e riqualificazioni fluviali attraverso dei processi partecipati funzionali ad aumentarne il grado di accettazione da parte della comunità e da parte dei diversi portatori di interesse. Questo dovrebbe incrementare la probabilità di vedere realizzati i progetti di riqualificazione fluviale (Hostmann *et al.*, 2005)

In Svizzera e nel Cantone Ticino, come in altre regioni alpine e prealpine, lo spazio da destinare alle diverse funzioni antropiche è limitato essenzialmente a pianure e fondovalli. In questi territori, per loro natura esigui, trovano posto zone residenziali, infrastrutture di produzione e servizi, nonché vie di comunicazione e attività agricole. Lo spazio necessario ai corsi d'acqua è quindi spesso già compromesso; garantire più spazio ai corsi d'acqua risulta molto difficile e di conseguenza garantire condizioni sicure e adatte all'ambiente risulta spesso impresa ardua. Tuttavia sono in fase di attuazione misure per "ancorare" i principi e la definizione dello spazio necessario ai corsi d'acqua a livello di pianificazione del territorio attraverso il Piano direttore cantonale ed i piani regolatori comunali. Allo stato attuale le misure di polizia delle acque, attraverso la Legge in materia edilizia, sono le più efficaci per garantire il rispetto dello spazio necessario ai corsi d'acqua previsto dalla Confederazione (Figura 1).

**Cantone Ticino** - Il Cantone Ticino promuove sul suo territorio, attraverso l'Ufficio dei corsi d'acqua ed altri Uffici cantonali interessati e con il sostegno della Confederazione

una politica di gestione integrata dei corsi d'acqua. L'obiettivo principale della sistemazione dei corsi d'acqua resta la sicurezza idrogeologica; temuti sono infatti i fenomeni di inondazione, erosione e deposito di sedimenti. Tuttavia, numerosi sono gli esempi di progetti di prevenzione integrata nei quali, accanto alla sicurezza del territorio, particolare attenzione è stata data agli aspetti di riqualificazione ecologica dei corsi d'acqua. La sistemazione del torrente Magliasina (Dipartimento del territorio, 2004; Hostmann, 2002) e la sistemazione del fiume Vedeggio da Camignolo alla foce ne sono un esempio. Inoltre, a partire dal 2006 il Cantone Ticino dispone di una legge specifica a sostegno di iniziative volte al recupero di ecosistemi acquatici compromessi. Un gruppo di lavoro *ad hoc*<sup>4</sup> si occupa della promozione del programma, già avviato nel 2002, che comprende progetti di miglioramento della qualità ecologica e morfologica di corsi d'acqua e di rive dei laghi, considerando in particolare la libera migrazione ittica, la fruibilità per la popolazione e senza evidentemente trascurare la sicurezza del territorio.

Le misure messe in atto sono oggetto di verifica. La loro efficacia viene quantificata in base a parametri misurabili. Tra questi, la lunghezza dei tratti rivitalizzati o riportati a cielo aperto e l'aumento della connettività dei corsi d'acqua.

Il quadro generale degli interventi

4. Il Gruppo Recupero Ecosistemi Acquatici Compromessi (GREAC), coordinato dall'Ufficio dei corsi d'acqua, è composto dalla Sezione forestale, dall'Ufficio caccia e pesca e dall'Ufficio natura e paesaggio e dall'Ufficio protezione e depurazione delle acque del Dipartimento del territorio del Cantone Ticino. Il Gruppo di lavoro ha tra i suoi compiti l'allestimento di un programma per il recupero degli ecosistemi acquatici compromessi - compresi l'esame dei progetti di rivitalizzazione e le proposte di attribuzione degli adeguati contributi finanziari - la promozione e l'informazione verso il pubblico e gli enti locali. È stato istituito dal Consiglio di Stato nel novembre 2002.

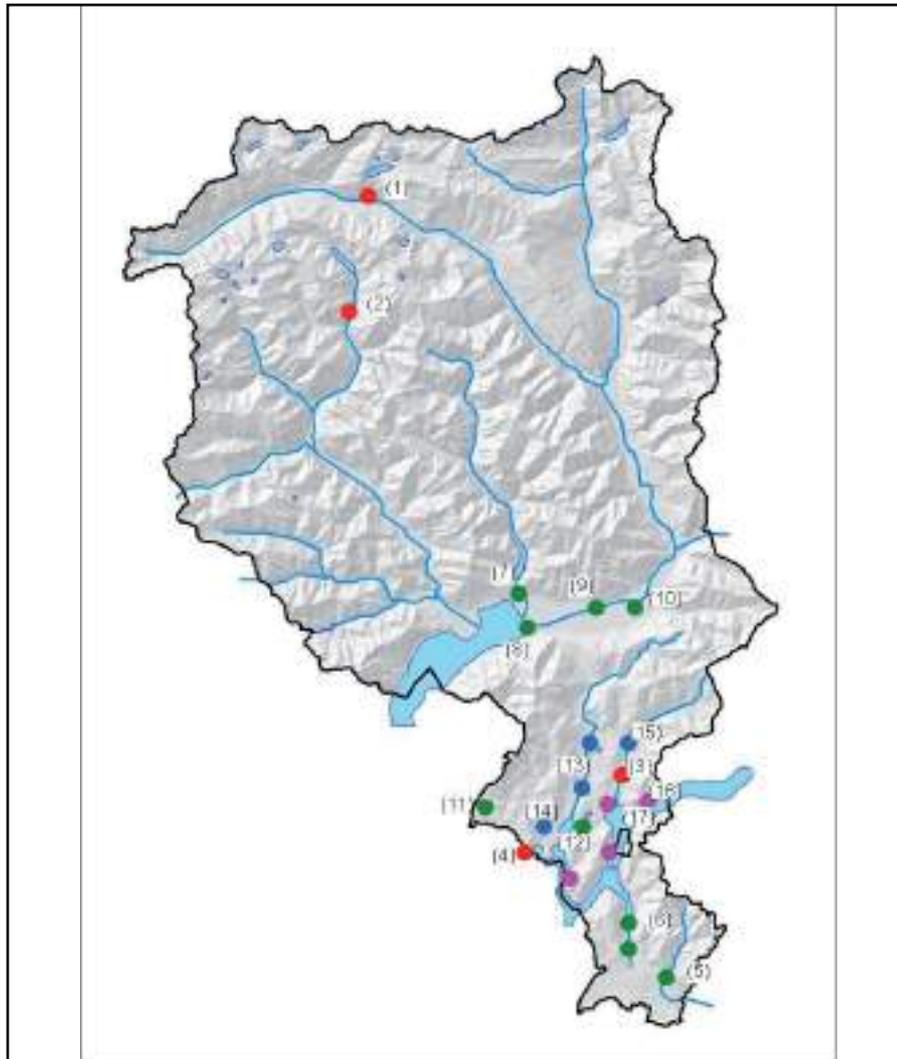


Figura 2 – Quadro generale di interventi di riqualficazione fluviale e delle rive di laghi. I progetti sono suddivisi in quattro categorie: progetti integrati di prevenzione contro le piene (blu) rivitalizzazioni e rimesse a cielo aperto (verde); interventi a favore della libera migrazione della fauna ittica, passaggi per pesci, rampe in blocchi (rosso); interventi su rive di laghi, riqualficazione e formazione di canneti (rosa). Rampa in blocchi sul fiume Ticino (1); progetto di passaggio per pesci sul fiume Maggia (2); by-pass, rampe in blocchi sul fiume Cassarte (3); passaggio per pesci sul fiume Tresa (4); ripristino ansa del Ghitello Breggia (5); rinaturazione e migrazione ittica Laveggio (6); riqualficazione delle sponde sul fiume Verzasca (7); rivitalizzazione della foce del Ticino (8); strutturazione alveo Ticino a Gudo (9); rimessa a cielo aperto del canale Comelina (10); progetto di rimessa a cielo aperto del canale Laghetto di Astano (11); affluenti laghetto di Muzzano: rimessa a cielo aperto e collegamenti ecologici (12); progetto integrato di prevenzione idraulica sul fiume Vedeggio (13); progetto integrato di prevenzione idraulica sul Magliasina (14); progetto integrato di prevenzione idraulica e riqualficazione in ambito urbano sul fiume Cassarate (15); formazione di canneti sul Lago di Lugano (16); riqualficazione del fondale sul golfo di Lugano (17).

realizzati a partire dal 2002 o in fase di realizzazione è presentato nella Figura2.

#### Stato ecomorfologico dei corsi d'acqua

Nel quadro della politica promossa a livello svizzero possiamo citare l'attuazione nel Cantone Ticino del programma per la valutazione dello stato ecomorfologico dei corsi d'acqua, effettuato tra i mesi di agosto 2003 e dicembre 2004. I rilievi sono stati effettuati

secondo il metodo a moduli per la valutazione dello stato dei corsi d'acqua proposto al livello svizzero ([www.modul-stufen-konzept.ch](http://www.modul-stufen-konzept.ch)) allo scopo di definire il grado di vicinanza di un singolo corso d'acqua allo stato naturale e si sono concentrati nelle zone del Cantone a marcata pressione antropica.

Sono stati analizzati complessivamente 987 km di corsi d'acqua su un totale di 5.760 km definiti sulla base delle Carte Nazionali a scala 1:25.000. Il rilievo ha interessato

quindi il 17% della rete idrica cantonale. Il perimetro delle aree investigate risulta pertanto essere circoscritto al Luganese, Mendrisioto, Piano di Magadino, sponde del Lago Maggiore e fondovalle del Sopracceneri. I risultati sono stati analizzati nel rapporto interno *Stato ecomorfologico dei corsi d'acqua nel Cantone* (GREAC, 2006), dal quale rileviamo che nelle aree a marcata pressione antropica solo il 23% dei corsi d'acqua ha mantenuto la classe ecomorfologica *naturale*, il restante 77 % si suddivide nelle classi *poco compromesso* (21%), *fortemente compromesso* (24%), *artificiale* (20%) e *coperto* (12%), Figure 3 e 4. Un primo bilancio a livello svizzero effettuato in base ai rilevamenti in 18 cantoni, conferma la tendenza riscontrata nel Cantone Ticino: oltre il 40% dei corsi d'acqua dell'altipiano presenta un stato ecomorfologico insufficiente.

Sulla base dei rilievi ecomorfologici è stato possibile acquisire una vista d'insieme sullo stato dei corsi d'acqua in Ticino e questo allo scopo di disporre di una base conoscitiva sulla quale fondare una strategia d'azione per la promozione di opere a favore del recupero di ambienti acquatici compromessi e definire in questo contesto delle priorità di intervento.

#### RIQUALIFICAZIONE DEL FIUME TICINO DA BELLINZONA AL LAGO MAGGIORE

A titolo d'esempio si presenta di seguito il programma di riqualficazione del fiume Ticino sulla tratta da Bellinzona al Lago Maggiore. Il programma riprende le proposte scaturite nello studio di fattibilità, promosso dalla Fondazione Bolle di Magadino in accordo con i servizi cantonali preposti, in vista della possibile realizzazione di misure di rivitalizzazione in un tratto lungo circa 10 km, tra Bellinzona e il Lago

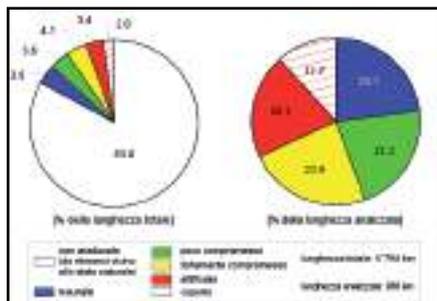


Figura 3 – Distribuzione percentuale dello stato ecomorfologico dei corsi d'acqua nel Cantone Ticino. Nelle zone a forte pressione antropica, diagramma di destra, il 55.6% della lunghezza dei corsi d'acqua è in uno stato fortemente compromesso, artificiale o coperto (GREAC, 2006).

Maggiore, ed effettuato nel 2004 dal Laboratorio di idraulica, idrologia e glaciologia del Politecnico federale di Zurigo (VAW, 2004).

Dalla fine del 1800, il fiume Ticino è stato oggetto di interventi di artificializzazione (arginatura, risezionamenti, rettificazione...), premessa necessaria alla bonifica del Piano di Magadino. La *correzione* del fiume e la bonifica del Piano furono opere collettive che durarono, dal loro concepimento alla loro realizzazione, più di un secolo. Le prime proposte di arginatura del fiume Ticino risalgono al 1810, il primo incarico pubblico per la progettazione di un'opera di bonifica è del 1830, il progetto di massima è del 1881 e il progetto definitivo, nel quale si prevede una sezione composta a doppio trapezio caratterizzata da un canale principale e due canali secondari, è del 1885 (Filippini e Pellandini, 2004). La fase di realizzazione del progetto si estese, per le opere principali, sull'arco di circa 50 anni dal 1888 al 1939, Figura 4b.

Il corso d'acqua fu dunque canalizzato in un alveo principale della larghezza di 50-60 m costeggiato da due golene artificiali, poste tra due argini *insommergibili* che a partire dalla confluenza con il torrente Morobbia, a valle di Bellinzona, hanno una larghezza massima compresa tra 235

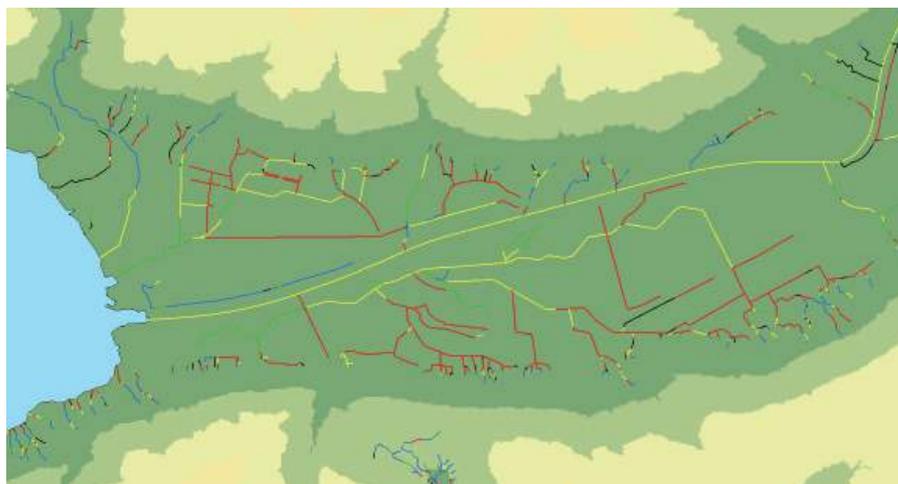


Figura 4 – In figura è rappresentato lo stato ecomorfologico per i tratti analizzati dei corsi d'acqua sul Piano di Magadino: i tratti in uno stato fortemente compromesso, artificiale o coperto (colore nero) sono dominanti. Il tratto centrale in giallo (fortemente compromesso) è costituita dal fiume Ticino.



Figura 4b – Andamento del canale centrale (in blu) e degli argini insommergibili (in rosso) del fiume Ticino a seguito del progetto di rettificazione fluviale sovrapposto alla Carta Dufour del 1853. Sul documento del 1853 è ben leggibile il tracciato del fiume Ticino prima della rettificazione (Adattato da VAW, 2004).

metri e 375 metri. La riduzione della larghezza disponibile e della sinuosità hanno prodotto un incremento della pendenza longitudinale che a sua volta ha aumentato la forza di trascinamento del fiume ed innescato un processo di incisione ed erosione dell'alveo, fenomeno conosciuto e comune a molti corsi d'acqua oggetto di analoghi interventi di rettificazione. Sul fiume Ticino il processo di incisione dell'alveo è inoltre favorito dal deficit di trasporto solido dovuto ad opere di accumulo di materiale, quali camere di raccolta e sbarramenti idroelettrici. Nel passato, estrazioni di materiali

inerti dall'alveo hanno aggravato il fenomeno. Da circa una decina di anni, nel Canton Ticino le estrazioni di materiale inerte da alvei di fiumi non sono più autorizzate se non motivate da ragioni di ordine idraulico.

Il confronto della quota media dell'alveo del fiume Ticino, tra la foce nel Lago Maggiore, km 0 e il km 14 a Bellinzona, effettuato con i rilievi del 1904 e del 2002, rileva un abbassamento del fondo di oltre un metro che può raggiungere su alcune tratte 1,5 - 2 metri. Il processo di incisione, in continua progressione, ha già provocato il collasso di ampi tratti delle opere di difesa spondale

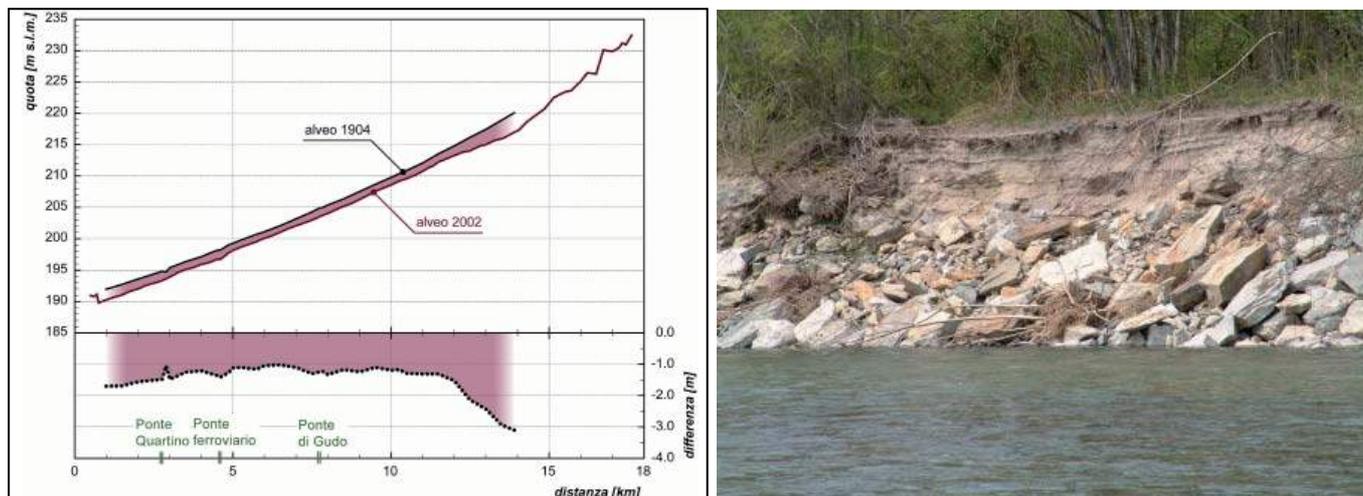


Figura 5 – Confronto della quota media dell'alveo del fiume Ticino, tra la foce nel Lago Maggiore (km 0) ed il km 14 a Bellinzona misurata nel 1904 e nel 2002. Sotto: differenza tra le due misurazioni. In un secolo l'alveo si è abbassato di oltre 1 metro (Da: VAW, 2004). Nella foto: collasso di un tratto di difesa spondale (scogliera in massi ciclopici).

(Figura 5).

È fuor di dubbio che la *Correzione del fiume Ticino* abbia costituito un fattore di progresso e costituisca tuttora uno dei prerequisiti necessari allo sviluppo del Cantone Ticino ed al suo attuale grado di benessere. Tuttavia essa ha anche prodotto effetti negativi: separazione funzionale tra il corso d'acqua e le superfici alluvionabili inizialmente disponibili, accompagnata dalla perdita di ecosistemi tipici delle zone fluviali. Per compensare i deficit ecologici e la tendenza all'erosione del fiume è stato quindi promosso il citato studio di fattibilità, nel quale sono state identificate tre tratte sulle quali è possibile intervenire con progetti di sistemazione fluviale integrata, coniugando aspetti di sicurezza idraulica ad una riqualificazione ambientale e sociale del territorio. Si tratta in sintesi di allargamenti puntuali dell'alveo di magra all'interno dello spazio tra i due argini *insommergibili*; tale principio di intervento è volto a creare le premesse per una stabilizzazione della quota del fondo.

A monte dell'immissione nel lago Maggiore attraverso l'analisi di tre tipologie di intervento sono stati

identificati dei settori nei quali è possibile intervenire (Figura 6). Un primo settore di intervento nel quale è possibile la riattivazione di vecchie lanche grazie ad un canale di raccordo è localizzabile in zona Boschetti a Sementina (Figura 7, sinistra). Un secondo settore è localizzato sulla porzione fluviale tra Gudo e Cugnasco, dove è possibile intervenire attraverso allargamenti dell'alveo all'interno degli argini *insommergibili* (Figura 7, destra). Un terza zona di intervento è costituita dalla tratta immediatamente a monte della foce nel Lago Maggiore, all'interno del perimetro della riserva naturale Bolle di Magadino.

Per gli effetti sulla sicurezza idraulica, l'evoluzione del fiume, resa possibile con le realizzazioni delle singole varianti di rivitalizzazione, è stata confrontata rispetto all'evoluzione prevista mantenendo la situazione esistente. Sulla base dell'evoluzione del letto del Ticino osservata tra il 1972 ed il 2001 è stato costruito un modello numerico che simula le variazioni del letto del fiume al variare delle sollecitazioni idrauliche. Il modello è stato calibrato e quindi impiegato per pronosticare l'evoluzione nei prossimi 30 anni, sia ammettendo di non intervenire sia simulando

la realizzazione delle misure descritte. In una seconda fase è stato esaminato anche l'effetto della combinazione delle due varianti (Figura 8).

Tra le proposte scaturite dallo studio di fattibilità possiamo annoverare anche una progressiva dismissione delle opere spondali presenti sul canale minore a difesa delle golene e/o adeguamento delle opere idrauliche in alveo non più efficaci.

Nell'ambito di una visione integrata di una riqualificazione fluviale del fiume Ticino non possiamo tralasciare, o dobbiamo comunque considerare: la profonda alterazione del regime idrologico che subisce il fiume a causa dell'intenso sfruttamento idroelettrico<sup>5</sup> ed il deficit di apporto di materiale solido da monte<sup>6</sup>.

5. *Effetti della regimazione artificiale-* La variazione artificiale delle portate appare come uno dei temi emergenti da considerare nel quadro di una gestione sostenibile dei corsi d'acqua alpini e prealpini (Meile, 2006; Robinson, 2009). A questo scopo è in corso uno studio promosso dal Dipartimento del territorio e coordinato dall'Ufficio caccia e pesca per quantificare gli effetti ecologici della variazione spesso importante, repentina e frequente delle portate ed individuare proposte atte a mitigare il fenomeno.



Figura 6 – Vista d'insieme della tratta interessata dal programma di riqualificazione del fiume Ticino, in rosso è visibile il perimetro interessato dalla rivitalizzazione della foce del Ticino nel Lago Maggiore (Adattato da VAW, 2004).

Attualmente è in fase di realizzazione la rivitalizzazione alla foce del Ticino nel Lago Maggiore (Figura 9) condotta sotto la committenza e direzione scientifica della Fondazione Bolle di Magadino, ente gestore della riserva naturale ([www.bolledimagadino.com](http://www.bolledimagadino.com)), sulla base del progetto esecutivo del 2007 (Fondazione Bolle di Magadino e Andreotti & Partners, 2007) che riprende la variante D dello studio

6. Riattivazione del trasporto solido - In una regione alpina come il canton Ticino le opere realizzate appositamente per intercettare il trasporto solido al fondo e proteggere le zone edificabili dagli effetti dannosi contro le piene nelle fasce pedemontane sono numerose anche su corsi d'acqua minori. Come previsto in altri Cantoni svizzeri o già attuato ad esempio in Francia (Rinaldi, 2008), è in discussione la proposta di riattivare il trasporto solido attraverso reimmissioni del materiale inerte accumulato dalle opere idrauliche. Benchè questo principio sia unanimemente accettato, proposte di questo tipo sono state fino ad ora accolte con cautela soprattutto per timore di possibili immissioni di materiale di origine non fluviale. La preoccupazione risiede nel disporre di adeguate misure di controllo atte ad evitare delle rialimentazioni incontrollate, considerate un pretesto per smaltire materiale alloctono "sporco".

di fattibilità VAW (2004).

Con l'allontanamento delle attività di lavorazione di materiali inerti dal perimetro della riserva naturale delle Bolle di Magadino (Figura 10) si sono create le premesse per un intervento di rivitalizzazione della sponda destra del tratto finale del fiume prima dell'immissione nel lago Maggiore. Gli scopi dell'intervento alla foce sono il recupero di una dinamica deltizia attiva con la formazione di strutture emergenti. L'intervento si prefigge di recuperare la dinamicità spazio-temporale propria ad un ambiente fluviale-deltizio la quale risulta di principio correlata al grado di diversità biologica presente nella riserva naturale. Attualmente gli ecosistemi palustri censiti alle Bolle di Magadino sono dominanti, il rischio è quello di assistere ad una progressiva maturazione degli ecosistemi e ad un conseguente invecchiamento degli ambienti presenti senza permettere al fiume di garantire una successione dinamica degli ecosistemi.

Sull'ex-sedime di lavorazione degli inerti è prevista la formazione di un canale laterale in sponda destra allo scopo di rialimentare le lanche delle Bolle centrali e la formazione di un'isola centrale, che con il tempo potrebbe ampliarsi verso il lago costituendo nuovi ed attivi banchi di sedimenti a favore di specie arenicole e limicole ora penalizzate dalla vocazione spiccatamente palustre delle Bolle (Figura 9). L'ampliamento del canale centrale interessa l'ultimo tratto di fiume a partire dalla progressiva al km 1.4 a monte dell'immissione nel lago. La realizzazione, iniziata nel mese di novembre 2008, verrà ultimata entro fine 2009. Considerando l'ampliamento dell'isola, la riqualificazione si estende su una superficie di circa 8 ha. La quota dell'isola è stata definita considerando le peculiarità caratterizzanti le superfici palustri della riserva, in modo da poter emergere nei mesi primaverili ed estivi rispetto alle quote del Lago ed essere interessata da eventi di piena con tempi di ritorno dell'ordine di grandezza di 2-5 anni ( $HQ_2=869 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $HQ_5=1145 \text{ m}^3/\text{s}$ ). È prevista, inoltre, la rimozione della protezione di sponda a difesa dell'isola costituita da palancole, gettate di cemento e scogliere in massi ciclopici. L'isola sarà pertanto soggetta alla naturale dinamica fluviale. Nel quadro del rimodellamento morfologico della foce e dell'ex-sedime di lavorazione degli inerti, è previsto lo spostamento e la messa a dimora



Figura 7 – Varianti di interventi di rivitalizzazione: settore Boschetti a Sementina, riattivazione vecchie lanche con canale di aggiramento (a sinistra); settore Cugnasco ampliamenti dell'alveo minore all'interno degli argini in sommergibili (a destra), da: VAW, 2004.

di circa 150.000 m<sup>3</sup> di materiale. Tutto il materiale spostato sarà conservato *in situ*; solo la frazione che interessa l'orizzonte superficiale dei pascoli golenali verrà impiegata per il livellamento di depressioni di terreni arativi adiacenti.

In sintesi, l'intervento si prefigge di ricostituire le condizioni ideali per permettere la formazione di un hotspot di biodiversità deltizia. Le specie bersaglio dell'intervento, tra le quali annoveriamo la tifa (*Typha minima*) e il Piro piro piccolo (*Actitis hypoleucos*), rendono il potenziale del nuovo delta importante a scala regionale e sovra-regionale.

Per la rivitalizzazione della foce del Ticino è stato sviluppato un sistema di monitoraggio rielaborato dal modello proposto nell'ambito del Rhone-Thur Projekt ([www.rhone-thur.eawag.ch](http://www.rhone-thur.eawag.ch)), programma promosso dai principali istituti di ricerca svizzeri nel campo dell'idraulica e dell'ecologia fluviale. Il metodo pubblicato come "Manuale per il monitoraggio di riqualficazioni fluviali" è disponibile in tedesco e francese e scaricabile dal sito [www.rivermanagement.ch](http://www.rivermanagement.ch) (Woolsey et al., 2005). Lo scopo è quello di sviluppare uno strumento che permetta di verificare, nel

tempo, l'efficacia delle misure messe in atto ed il raggiungimento degli obiettivi di progetto. Lo strumento si compone di indicatori socio-economici (ad es. "numero di visitatori"), di indicatori biologici (ad es. "specie vegetali tipicamente golenali") e di indicatori idraulico-morfologici (ad es. "lunghezza della linea di sponda che separa ambiente acquatico e terrestre").

## CONCLUSIONI

Il Cantone Ticino si è dotato di strumenti legali e di un programma in prospettiva della promozione di interventi di ripristino e valorizzazione dei corsi d'acqua e

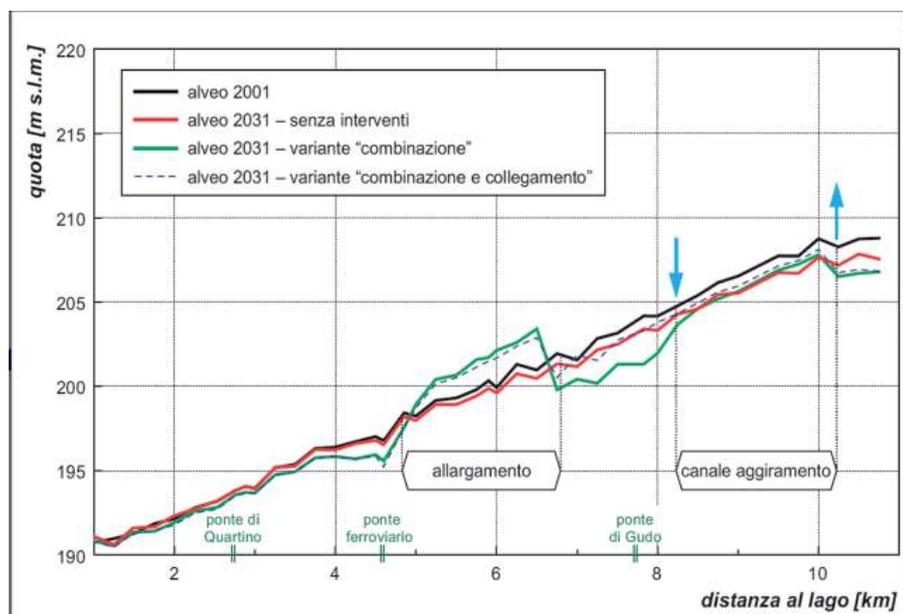


Figura 8 – Previsione della quota media dell'alveo per l'anno 2031 a seguito delle varianti d'intervento confrontate con la situazione del 2001 e la previsione senza nessun tipo di intervento (Da VAW, 2004).

7. Particolare attenzione dovrà essere prestata alla gestione di specie neofite invasive. L'argine insommergiabile che conduce verso il perimetro di progetto risulta già essere, anche a causa della precedente attività di estrazione e lavorazione di materiale, contaminato ed invaso da specie neofite, in particolare da Poligono del Giappone, *Reynoutria japonica*. Il controllo delle invasive sulle nuove superfici pioniere, si prefigura già sin d'ora come una delle sfide per garantire delle buone condizioni quadro che permettano il raggiungimento degli obiettivi previsti. Malgrado non ci sia una strategia di controllo che sia unanimemente accettata a livello Svizzero, in particolare il divieto di usare prodotti fitosanitari in ambito fluviale è inderogabile, all'interno della riserva si prevede di effettuare il controllo del Poligono del Giappone attraverso un sfalcio selettivo e metodi di estirpazione meccanici dei nuovi focolai che dovessero colonizzare le nuove superfici messe a disposizione del fiume.



Figura 9 – Planimetria del progetto esecutivo (Da: Fondazione Bolle di Magadino e Andreotti & Partners, 2007), isola centrale: scavo a quota di progetto 194.5 m.s.m. (giallo) e riporto materiale per ampliamento isola (rosa). Immagine a destra: stato di avanzamento del progetto nel maggio 2009 (Foto A. Rossi-Pedruzzi).



Figura 10 – Superfici golenali interessate dalle attività di estrazione e lavorazione inerti prima dell'inizio dei lavori (immagine di sinistra). Stato attuale di avanzamento dei lavori, 28 maggio 2009 (immagine di destra), è intuibile la posizione del canale laterale (quota 193.5 m s.l. m.) e l'abbozzo dell'isola centrale. Foto D. Pedrioli.

delle rive dei laghi.

A partire dal 2002, anno di avvio dell'attività, sono stati realizzati diversi interventi. Altri sono già in cantiere oppure in fase di studio. L'obiettivo è quello di migliorare la qualità ecologica e morfologica di fiumi e corsi d'acqua minori e di aumentarne la fruibilità per la popolazione, nel rispetto del principio di sicurezza del territorio. L'efficacia degli interventi trova un riscontro in termini di lunghezza delle tratte valorizzate, della qualità dei collegamenti ecologici e del grado di fruibilità per la popolazione.

## BIBLIOGRAFIA

Dipartimento del territorio - Gruppo di lavoro per il recupero degli ambienti acquatici compromessi (a cura del), 2004. -*La Magliasina, un fiume che vive*. Bellinzona, 43 pp.

Eawag News, 2006 - *Hochwasserschutz und Revitalisierung, neue Wege für unsere Flüsse*. Vol. 61d, Dübendorf.

Filippini L. & Pellandini S., 2004 - *Ticino*, in Minor H -E e Hager W H (eds) *Ingegneria fluviale in Svizzera*. Pubblicato dalla Società dell'arte e dell'ingegneria civile, Volume 6, pp. 74-91.

Fondazione Bolle di Magadino e Andreotti&Partners, 2007 - *Rinaturazione foce Ticino Progetto esecutivo*, Locarno.

Gruppo di lavoro per il Recupero Ecosistemi Acquatici Compromessi (GREAC), 2006 - *Stato ecomorfologico dei corsi d'acqua nel Cantone, Rapporto interno*, (a cura di D. Farinotti), pp.49.

Hostmann M., Knutti A., 2002. -*Eaux libérées, À la découverte des cours d'eau revitalisés de Suisse*. Lausanne, Éditions d'en bas, Publié par WWF en partenariat avec UFAEG, 191 pp.

Hostmann M., Buchecker M., Ejderyan O., Geiser U., Junker B., Schweizer S., Truffer B. & Zaugg Stern M., 2005. -*Wasserbauprojekte gemeinsam planen. Handbuch für die Partizipation und Entscheidungsfindung bei Wasserbauprojekten*. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. 48 pp.

Meile T., 2006. - *Schwall und Sunk in Fließgewässern*. Eawag News 61d, März 2006, pp.28-29.

Notter B, Aschwanden H, Klausner H, Staub E & von Blücher U, 2005. -*Stato ecomorfologico dei corsi d'acqua svizzeri: valutazione intermedia in base ai rilevamenti in 18 Cantoni*, Ufficio Federale dell'ambiente, Berna.

Rinaldi M. -2008. *Rialimentazione e gestione dei sedimenti in fiumi ghiaiosi incisi: recenti esperienze in Francia*. Riqualficazione fluviale, Vol. 0, pp. 16-19.

Robinson T., 2009 -*Effetti ecologici di piene programmate in un fiume regimato*. Maiolini B. (a cura di), Riqualficazione fluviale, Vol. 1, pp. 20-26.

UFAPP/UFAEG (editori), 2003, *Linee guida per la gestione dei corsi d'acqua svizzeri, Per una politica sostenibile delle acque*. Berna, 12 pp.

Ufficio federale delle acque e della geologia UFAEG, 2001. -*Protezione contro le piene dei corsi d'acqua. Direttive dell'UFAEG*. Berna, 72 pp.

VAW Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie -2004. *Studio preliminare di fattibilità per la sicurezza idraulica e rivitalizzazione del fiume Ticino sul Piano di Magadino*. Rapporto VAW no. 4186, Eidgenössische Technischen Hochschule Zürich - ETHZ.

Woolsey S, Weber C, Gonser T, Hoehn E, Hostmann M, Junker B, Roulier C, S. Schweizer, S. Tieggs, K. Tockner & A. Peter. 2005. *Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen*. Publikation des Rhone-Thur Projektes. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. 112 pp.

# PROGETTO DEM.O.S – DEMANIO OGLIO SUD LA GESTIONE DEL DEMANIO FLUVIALE NEL PARCO OGLIO SUD



FABRIZIO MALAGGI

*Parco Oglio Sud*

*E-mail: agricoltura.territorio@ogliosud.it*

## INTRODUZIONE

Le scarse condizioni di naturalità delle fasce perifluviali del tratto terminale del fiume Oglio, nelle Province di Cremona e Mantova, determinano una ridotta efficienza ecologica del corso d'acqua; la frammentazione e la ridotta superficie degli ambienti naturali rendono estremamente precaria la loro capacità di risposta a perturbazioni ambientali e ostacolano il consolidamento di popolazioni faunistiche stabili.

Considerato l'assetto territoriale, le finalità del Parco agricolo-fluviale, le previsioni normative del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) dell'Autorità di Bacino del Po, l'art. 41 dell'ex D. Lgs. 152/99 e s.m.i. (Disposizioni per la tutela delle acque dall'inquinamento), il Parco si è fatto promotore di varie iniziative volte a mettere in atto il migliore sistema possibile di gestione delle fasce fluviali.

In questi ultimi anni sono stati avviati interventi diffusi di rimboscamento protettivo, produttivo e di rinaturazione finalizzati a ricostruire

la continuità della vegetazione naturale lungo le rive del fiume, collegare tra loro gli ambienti naturali frammentati attraverso la creazione di nuovi habitat o di agro-ecosistemi naturaliformi, ripristinare l'idrodinamismo dei sistemi umidi per conservarne l'igrofilia e migliorarne lo stato di conservazione e creare opportunità di integrazione di reddito per gli imprenditori agricoli e nuove professionalità legate alla forestazione e alla riqualificazione ambientale.

## IL PROGETTO DEM.O.S.

Tra gli interventi più significativi rientra il Progetto DEM.O.S. (acronimo per Demanio Oglio Sud), grazie al quale sono in corso dal 2003 interventi di forestazione lungo il corso del fiume, nelle pertinenze idrauliche demaniali concesse al Parco per finalità ambientali, come previsto dalla L.37/94.

Il punto di forza dei programmi di intervento è che tutte le iniziative prevedono il coinvolgimento degli

imprenditori agricoli, con varie forme di contratto o convenzione, come previsto dal 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", e delle scuole, che partecipano con attività di monitoraggio, progettazione e con la fruizione attiva delle aree rinaturalizzate.

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.

## I RAPPORTI CON LA PIANIFICAZIONE

Il Progetto Dem.O.S. (Gestione del Demanio Fluviale del Parco Oglio Sud), redatto secondo i criteri dell'art. 32 del Piano di Assetto Idrogeologico dell'autorità di bacino del Po, si inquadra nell'obiettivo generale della ricostruzione della continuità dell'ambiente naturale lungo l'asta del fiume ed inoltre si propone di contribuire a dare attuazione al P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico) con particolare



Figura 1 – Da sinistra a destra: area nel 2003 prima dell'intervento; area dopo i lavori di decespugliamento; lavori d'impianto (inverno 2004-2005); il bosco nell'estate 2008.

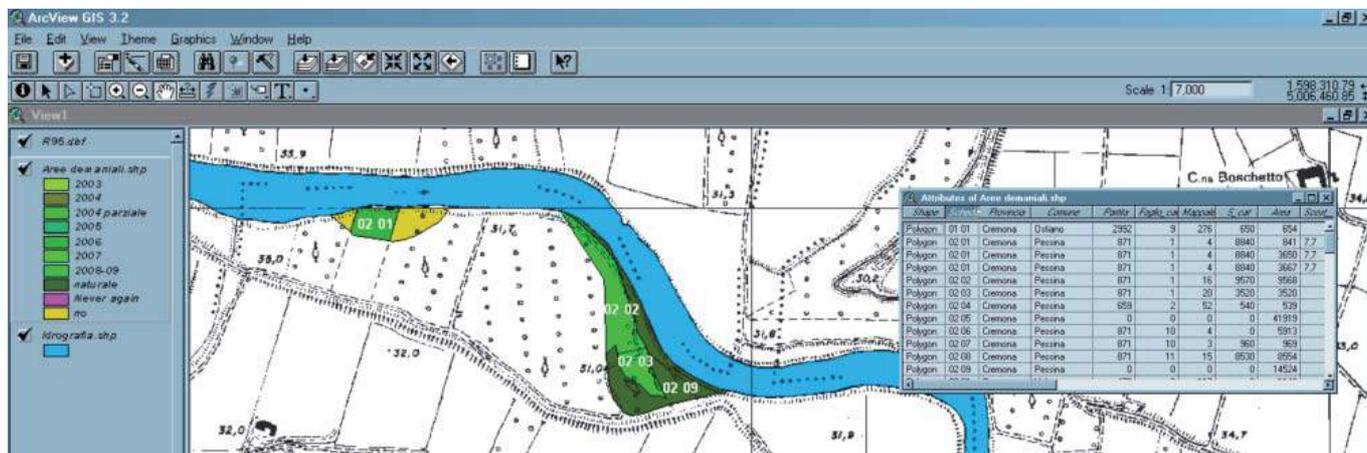


Figura 2 – Il sistema informativo a supporto del progetto.

riguardo all'art. 15 - Interventi di riqualficazione ambientale e di rinaturazione ed all'art. 17 - Interventi nell'agricoltura per la gestione forestale. Per raggiungere lo scopo, il progetto prevede la piantumazione di nuovi boschi e fasce arborate nelle aree demaniali in prossimità del fiume e la gestione della vegetazione esistente.

Il progetto inoltre si inserisce negli obiettivi di ricostruzione della continuità vegetazionale di tipo naturale lungo la riva del fiume, secondo i principi dell'art. 41 del D.Lgs. 152/99.

Nell'ambito della pianificazione del Parco Oglio Sud, il Piano Territoriale di Coordinamento (approvato dalla Regione Lombardia in data 1° dicembre 2000), prevede sia indirizzi generali che norme di zona; tutte le aree demaniali sono inquadrare all'art. 32 "Zona agricolo forestale di tutela fluviale", che prevede norme e specifici interventi volti alla tutela della elevata vulnerabilità dei siti, tutti localizzati nell'alveo attuale del fiume o su depositi alluvionali recenti.

#### GLI OBIETTIVI DEL PROGETTO

L'obiettivo generale è ricostruire la continuità della vegetazione naturale perifluviale con le finalità specifiche di:

- aumento della capacità autodepurativa delle fasce fluviali e della funzionalità ecologica del corso d'acqua;
- aumento della biodiversità delle fasce fluviali;
- creazione di aree idonee alla fruizione turistica e didattico-ricreativa.

#### UN SISTEMA INFORMATIVO PER IL PROGETTO

È stata effettuata un'indagine catastale presso i sedici Comuni consorziati finalizzata alla raccolta dei certificati catastali e degli estratti mappa delle particelle del demanio fluviale. Durante la successiva verifica sul territorio, si è riscontrata la presenza di aree di neoformazione non accatastate. Anche queste sono state inserite nel progetto.

Si è quindi creato un Sistema Informativo Territoriale (Figura 2) semplice e di immediato utilizzo a supporto del progetto (gli elaborati sono gestibili con il programma Arc View Gis). La prima fase ha visto la scansione e digitalizzazione delle mappe catastali per le porzioni demaniali, che sono state georeferenziate nel sistema Gauss-Boaga.

Complessivamente sono stati indagati circa 160 poligoni di cui 108 sono risultati di interesse

progettuale.

Ogni poligono è stato identificato con un codice formato da un numero indicante il Comune in cui è sito e dal numero progressivo della particella all'interno del Comune.

Per ciascuna particella si è compilata una scheda (gestibile tramite il database di Arc View) che riporta le informazioni utili ad agevolare il lavoro di progettazione e ad avere un quadro sempre aggiornato della situazione. Le informazioni riportate sono: dati catastali, superficie, destinazione d'uso attribuita, destinazione d'uso attuale, eventuali indicazioni integrative sullo stato dei luoghi e sulla vegetazione riparia, numero e data della concessione d'uso dell'area, eventuale anno di realizzazione dell'intervento.

Tenendo presenti le finalità del progetto, si è attribuita a ciascuna area una destinazione funzionale prevalente e, di conseguenza, definiti gli interventi da realizzare. Di seguito sono riportate le destinazioni funzionali con i relativi interventi previsti:

- filtro dell'inquinamento diffuso: *fasce inerbite, fasce ad arbusti, fasce boscate*;
- forestale-naturalistica: *impianto di boschi con prevalente funzione naturalistica*
- riattivazione di lanche e zone

umide: *modellamento morfologico, impianto vegetazione acquatica;*

- *didattico-ricreativa: aree verdi estensive attrezzate, collezione degli alberi e arbusti di pianura, strutture di osservazione e supporti per l'interpretazione del paesaggio;*
- *gestione forestale: governo del bosco esistente;*
- *rinverdimento e consolidamento sponde: sistemazioni con tecniche di ingegneria naturalistica;*
- *conservazione e monitoraggio: naturale evoluzione, con monitoraggio ed eventuali interventi mirati.*

I 108 poligoni "utili" hanno una superficie complessiva pari a circa 89 ettari. Ad oggi si è intervenuto su circa 42 ettari; sulla gran parte sono stati realizzati interventi di forestazione a scopo naturalistico e di filtro dall'inquinamento, mentre due aree (di circa 2.500 m<sup>2</sup> l'una) sono state attrezzate per la sosta e la fruizione. Alcune aree sono state "adottate" dalle scuole nell'ambito di progetti di educazione ambientale. Altri 25 ettari circa sono coperti da formazioni vegetali spontanee (prevalentemente saliceti) mentre sui restanti 22 ettari si deve ancora intervenire.

#### DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI REALIZZATI

Le maggiori difficoltà derivano dalla particolare situazione pedologica e idrologica: suoli alluvionali sciolti, calcarei, poveri di sostanza organica, soggetti a sovralluvionamento e ricopertura con sedimenti fini, falda acquifera superficiale con rapida percolazione dell'acqua, ristagni con sommersione nei periodi di piena autunnale e primaverile, con alternanza di fasi di sub-aridità e di sommersione completa. Un'ulteriore difficoltà è dovuta alla competizione delle specie esotiche naturalizzate (*Sycios angulatus* e *Amorpha fruticosa*), che impongono cure colturali costanti per tempi indefiniti.

Altri vincoli al progetto sono costituiti da:

- necessità di adeguare i sestri d'impianto alla meccanizzazione dei lavori agricoli, in particolare ai tipi di macchinari in uso alle aziende esecutrici, attrezzate per l'agricoltura tradizionale o la vivaistica ornamentale;
- necessità di semplificare le fasi di tracciamento e d'impianto, per non creare eccessive difficoltà agli esecutori inizialmente privi di esperienza in materia;
- la forma delle aree demaniali, in genere strette e

allungate, che spesso non consente impianti a file sinusoidali;

- la prescrizione dell'Autorità di Bacino del Po relativa all'impianto di sole specie arbustive nella fascia più prossima alla sponda, per ragioni di sicurezza idraulica;
- esigenze di contenere i costi delle cure colturali.

Tenendo presenti le limitazioni pedologiche e idrologiche, le indicazioni dell'Autorità di Bacino del Po, i vincoli imposti dal Codice Civile sulle distanze dai confini di proprietà, e gli oneri per le manutenzioni future, si sono scelte le specie idonee e definito uno schema d'impianto regolare a file sinusoidali (ove le dimensioni dell'area lo permettessero) con elevata densità (1.500-2.000 piante per ettaro).

Le specie utilizzate sono: *Salix alba*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Quercus robur*, *Fraxinus oxyphylla* e *Ulmus minor* e gli arbusti *Salix triandra*, *Salix viminalis*, *Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa*, *Viburnum opulus*, *Corylus avellana*, *Sambucus nigra* e *Crataegus monogyna*.

Il materiale vegetale è costituito da piante forestali in fitocella e, per le Salicacee, da talee o da astoni piantati con la tecnica cosiddetta "a palo" (mutuata



Figura 3 – Realizzazione di impianti. Da sinistra a destra: impianto al secondo anno vegetativo; impianto di alberi a pronto effetto in area destinata alla fruizione; impianti a curve sinusoidali per diminuire la percezione dell'ordine geometrico dell'impianto; la pianta è segnalata con bacchetta in bamboo e protetta con shelter fissato al suolo con picchetto.



Figura 4 – Aspetto schematico della golena proposto dal progetto

dalla pioppicoltura) che consiste nell'apertura di una buca con trivella, nella posa dell'astone senza radici a profondità di 1-1,50 m e nel successivo riempimento con sabbia. Il successo dell'impianto è determinato dal fatto che l'astone emette le radici in corrispondenza della quota di falda.

Gli astoni di *Populus alba* e *nigra* sono esemplari di origine locale selezionati dal CRA - Istituto di sperimentazione per la pioppicoltura di Casale Monferrato - nell'ambito di un programma finalizzato alla ricerca e selezione dei genotipi delle due specie pure e loro diffusione nelle fasce fluviali del bacino del Po.

Per ogni stazione sono state scelte le specie più idonee, tra quelle sopra riportate, rispetto ad alcune caratteristiche dell'area, tra cui:

- natura del terreno (sciolto o con maggior capacità di ritenzione idrica);
- frequenza degli eventi di piena;
- vegetazione circostante esistente (in particolare nel caso di ampliamenti di saliceti esistenti);
- funzione didattica (per le aree con questa finalità prevalente).

Le piante vengono protette con shelter per evitare sia il danneggiamento durante le cure colturali che eventuali danni causati dalla fauna selvatica (lepri). In ogni shelter viene posta verticalmente una canna e lo stesso viene fissato al suolo con un picchetto in legno al fine di scongiurare

l'allontanamento durante eventi di piena.

Si è previsto l'inerbimento con funzione di copertura erbacea dell'imboschimento per massimizzare l'effetto di filtro e minimizzare l'erosione idrica. In taluni casi, ove non si è innescato spontaneamente, si è provveduto alla semina di prato polifita rustico (*Festuca arundinacea* 25%, *Lolium italicum* 25%, *Lolium perenne* 25% e *Trifolium spp.* 25%).

#### Impianto di fasce boscate e boschi con funzione naturalistica

I primi impianti sono stati eseguiti nell'inverno 2003-04 e per i primi tre anni si sono effettuate le cure colturali consistenti in 4-6 irrigazioni e 3-4 interventi di ripulitura dalla vegetazione erbacea, controllo degli shelter e delle bacchette segnalatrici.

Lo schema progettuale (Figura 4) prevede, nelle aree di ampiezza minima adeguata, una prima fascia ad arbusti profonda 10 m (come prescritto dall'Autorità di Bacino del Po), una seconda fascia arboreo-arbustiva, una terza fascia arborea e un mantello arbustivo al confine con i coltivi (nel rispetto delle distanze del Codice civile), che ne minimizza l'ombreggiamento ed esercita azione funzionale al bosco. Dopo i primi anni sulla base dei risultati conseguiti, si sono riscontrate due esigenze:

1. ridurre i costi delle cure

colturali, particolarmente elevate soprattutto in relazione ai decorsi stagionali sfavorevoli;

2. differenziare gli impianti in relazione ai caratteri pedologici, modificando specie e schemi d'impianto nelle situazioni più sfavorevoli.

Sono state quindi sperimentate le seguenti diverse tipologie:

a) impianti boschivi con pacciamatura in film plastico biodegradabile, in seguito non estesa ai nuovi impianti in quanto la durata del materiale pacciamante è stata limitata alla sola prima stagione vegetativa;

b) impianti boschivi a "macchie seriali": il metodo - Sartori, 1992 - rappresenta un modello di rimboscimento che imita i processi naturali di spontanea riforestazione presentandosi come una struttura concentrica dove le specie sono disposte, in base alle loro caratteristiche, partendo da un centro con vegetazione evoluta verso una periferia con caratteri pionieri (Figura 5). Il primo intervento sperimentale è stato realizzato nel 2006 senza lavorazione del terreno e con una densità di tre piante a metro quadro. Sono in fase progettuale tre nuovi impianti di questo tipo sempre a carattere sperimentale con qualche variazione rispetto a quello realizzato nel 2006. Le differenze riguardano essenzialmente la densità d'impianto (che nella fascia periferica e centrale sarà di 2 piante/m<sup>2</sup> anziché 3) e la piantumazione a "random" invece che a gruppi monospecifici su superfici di 9 m<sup>2</sup>. Essendo un'imitazione di processi naturali, si ritiene in grado di svilupparsi senza cure colturali, diminuendo le spese di gestione a fronte però di una spesa d'impianto maggiore rispetto ai metodi tradizionali. La valutazione costi-risultati è differita al termine del quinquennio



Figura 5 – Macchia seriale all'inizio del terzo anno vegetativo.

anche se dai primi risultati parziali, sembrerebbe una scelta adatta ad impianti di piccolissime dimensioni (attorno ai 3.000 m<sup>2</sup>);

c) impianti boschivi con prevalenza di specie della fam. *Salicaceae*, da impiantare a gruppi monospecifici: la scelta della composizione ha l'obiettivo di ridurre la competizione tra le specie a rapido accrescimento iniziale e le altre specie più longeve ma a minor ritmo di crescita; i primi risultati, anche se ancora immaturi, validano la scelta progettuale.

#### Interventi di modellamento morfologico, riattivazione lanche e zone umide

Considerato l'assetto morfologico del fiume con scarsa dinamica evolutiva, le zone umide riparie costituiscono elementi di pregio, ospitando habitat naturali

estremamente rari, costituendo efficienti sistemi autodepurativi delle acque e contribuendo ad aumentare la capacità d'invaso delle golene.

In un sito che presenta caratteristiche morfologiche favorevoli, sono stati aperti piccoli stagni (Figura 6) alimentati dalla falda ove si è spontaneamente insediata vegetazione palustre.

#### Aree attrezzate con funzione didattico-ricreativa

Le particelle con questa destinazione presentano requisiti di vicinanza a strade o centri abitati e di facile accessibilità. Sono state allestite con posa di alberi a pronto effetto e arredi per la sosta, cartelli didattici, ecc.

#### Gestione forestale e governo dei saliceti

Si attuano azioni volte a conservare i piccoli boschi di salice per impedire il disseccamento delle piante, lo sradicamento delle ceppaie più vicine alla riva e limitare l'invasione di esotiche infestanti aggressive, in grado di compromettere lo sviluppo della rinnovazione naturale. Si è operato con tagli selettivi e impianto di talee di salice e pioppo bianco e nero nelle radure.

Un'area demaniale utilizzata come cava dall'AIPO (Agenzia Interregionale per il fiume Po) per il recupero di materiale destinato a rinforzare alcune arginature, su richiesta dal Parco è stata rimodellata prima della sua completa dismissione (Figura 8). La riconnessione della superficie (prima pensile) con il fiume, ha innescato spontaneamente una veloce colonizzazione da *Salix alba*



Figura 6 – Realizzazione di stagni e zone umide con diverso gradiente idrico.



Figura 7 - Attività di educazione ambientale nelle aree attrezzate.



Figura 8 – Gestione dei saliceto, cava in attività e saliceto spontaneo (al primo anno) generatosi spontaneamente sull' area ribassata e riconnessa al corso d'acqua.

che in pochi mesi ha dato origine ad un fitto bosco.

L'osservazione di questo fatto sembra dimostrare che lo scarso stato di salute dei saliceti in golena, dipenda dalla disconnessione tra il fiume e la golena stessa (golena pensile).

#### Conservazione e monitoraggio

Un ridotto numero di aree presenta formazioni boscate composte da salice bianco con sporadica presenza di poche altre specie (*Ulmus minor*, *Platanus acerifolia*, *Morus alba*, *Populus nigra*...). Queste formazioni, ubicate in luoghi di difficile accessibilità (per lo più isole fluviali) generalmente non sono soggette ad alcun intervento e si prestano per questo alla conservazione ed al monitoraggio.

#### FONTI DI FINANZIAMENTO DEL PROGETTO

Per finanziare il progetto, il Parco, negli anni, si è avvalso di:

- Contributi Regionali in conto capitale (ai sensi della L.r. 86/83)

- P.S.R. 2000-2006 della Regione Lombardia Misura h (2.8) - "Imboschimento delle superfici agricole"
- SISTEMI VERDI DI LOMBARDIA "10.000 ettari di nuovi boschi e sistemi verdi in Regione Lombardia"

*Altri interventi su aree non ricadenti nei 108 poligoni individuati, sono stati realizzati dal Parco Oglio Sud seguendo i principi del progetto Generale Dem.O.S.: riattivazione di lanche e zone umide, rimboschimenti, allestimento di aree di sosta, miglioramento boschi esistenti, miglioramento sponde canali e consolidamento delle stesse con tecniche di ingegneria naturalistica.*

*Questi interventi sono stati realizzati con diverse fonti di finanziamento e diversi partners (Comuni, Consorzi di Bonifica, Università, ecc.).*

#### CONCLUSIONI

I risultati conseguiti nei primi sei anni di attività sono:

- il miglioramento dello stato di conservazione delle fasce fluviali con la realizzazione di 42 ettari di nuovi boschi e macchie boscate e la ricostruzione di stagni e zone umide che aumentano la valenza ecologica dell'area;
- miglioramento di alcuni saliceti anche su aree private (mediante contributi P.S.A. "Progetto Speciale Agricoltura");
- aiuti a favore delle aziende agricole che rientrano nelle aree regionali protette L.r. Lombardia 30 novembre 1983, n. 86 - D.G.R. Lombardia 28 giugno 2002 - n. 7/9648);
- maggiore valorizzazione turistico-ricreativa grazie alla introduzione di neo-ecosistemi di valore didattico-ricreativo e all'allestimento di aree di sosta con pannelli di interpretazione del paesaggio;
- la diffusione di professionalità nuove nel settore forestale e della rinaturazione (oltre venti aziende agricole coinvolte);
- la diffusione nella popolazione locale di una maggiore consapevolezza del valore ambientale e culturale del territorio ed una crescita del senso di appartenenza.

#### BIBLIOGRAFIA

Carchidi M., Martino E. e Sartori F., 2001 - *Primi risultati di impianti boschivi con il metodo delle "macchie seriali"*

Perlini S., Malaggi F., 2007 - *Ricostruzione di boschi e ambienti naturali in aree golenali del Parco Oglio Sud - Alberi e Territorio anno IV - luglio/agosto 2007 - Edagricole*

Vietto L., Chiarabaglio P.M., CRA Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura-2007, *Restoration of floodplain woodlands with native Poplars (Populus nigra L. and Populus alba L.) in Italy: some case studies on the Po river.*

# LAMINAZIONE DELLE PIENE E RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE IN ROMAGNA

DAVIDE SORMANI; E-mail: dsormani@regione.emilia-romagna.it

FAUSTO PARDOLESI; E-mail: fapardolesi@regione.emilia-romagna.it

Regione Emilia Romagna – Servizio Tecnico di Bacino “Fiumi Romagnoli”<sup>(1)</sup>

(1) Il Servizio Tecnico di Bacino “Fiumi Romagnoli” eredita le competenze del Genio Civile di Forlì-Cesena e di Ravenna in materia di difesa del suolo, consolidamento degli abitati e risorse idriche; nell’ambito fluviale, oltre agli aspetti di progettazione ed esecuzione dei lavori, svolge le attività di istruttoria, concessione demaniale, servizio di piena, consolidamento abitati e sismica.

## INTRODUZIONE

Il Servizio Tecnico di Bacino “Fiumi Romagnoli” ha eseguito negli ultimi anni interventi di sistemazione fluviale volti al raggiungimento contemporaneo di benefici idraulici e ambientali: il presente contributo descrive alcuni dei lavori realizzati lungo i fiumi Lamone, Montone, Savio e Ronco ed i torrenti Bevano, Pisciatello e Cesuola, nel comprensorio di Forlì, Cesena, Ravenna e Faenza (Regione Emilia Romagna - *Figura 1*), i progetti in corso e le “idee” in cantiere. Il contributo amplia ed integra quanto già presentato nel numero 1/2009 della rivista del CIRF “Riqualficazione fluviale”.

Le principali azioni messe in atto o programmate riguardano la restituzione al fiume di aree demaniali e private, ove realizzare zone per la laminazione naturale delle piene, casse d’espansione e allargamenti di sezione mediante apertura di canali secondari; opere rese possibili da convenzioni e sinergie con Enti pubblici e privati, realizzando i lavori “in compensazione”, sfruttando il ripristino o la creazione di nuove cave e utilizzando al contempo fondi pubblici.

Alcune delle idee progettuali qui presentate, nate agli inizi degli anni ‘90 con le prime opere di ingegneria naturalistica, si sono

sviluppate grazie anche ai corsi di aggiornamento del CIRF: si è cercato di adattare la filosofia della riqualficazione alle singole situazioni locali, in un’ottica di maggior rispetto di tutti i fattori che coabitano all’interno (e all’esterno) di un ambito fluviale; l’obiettivo è quello di “ridare spazio ai fiumi”, in un crescendo di sensibilità e di entità di interventi.

La scelta del Servizio Tecnico di realizzare numerosi interventi di laminazione naturale delle piene nelle aree golenali è stata motivata, oltre che dalla previsione di effetti idraulici positivi, anche dalle seguenti constatazioni:

- spesso le piene più dannose in termini di erosioni e di sifonamenti risultano essere, nel tratto in esame, quelle con tempo di ritorno decennale e trentennale, quindi quelle per le quali gli effetti idraulici delle aree di laminazione naturale risultano comparabili a quelli delle casse d’espansione;
- la scelta permette di ricreare ambienti fluviali più naturali, migliorando in modo sostanziale lo stato ecologico del corso d’acqua;
- la tipologia di intervento comporta minori oneri realizzativi e di gestione futura.

## LAVORI ESEGUITI

### Il fiume Montone a Forlì

Gli interventi realizzati sul fiume Montone fanno parte di un progetto generale risalente agli anni ‘90 denominato “Fiumi Puliti”, volto alla manutenzione degli alvei fluviali del territorio romagnolo, alla diminuzione del rischio idraulico e alla realizzazione del Parco Fluviale del Fiume Montone, nei territori dei Comuni di Forlì e Castrocaro Terme. Tra gli strumenti principali messi in campo per raggiungere tali obiettivi, la restituzione al corso d’acqua di aree golenali

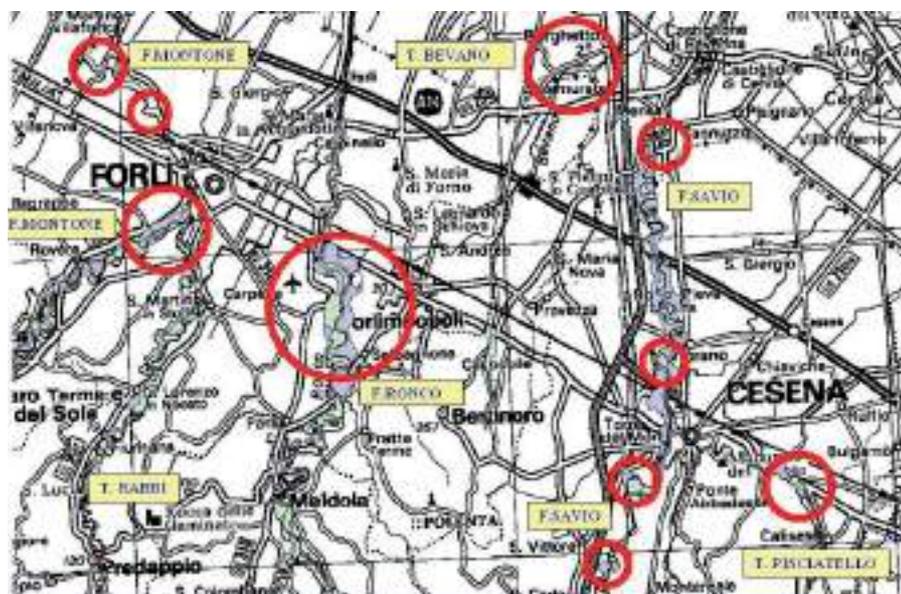


Figura 1 – In rosso le principali aree di intervento lungo i fiumi romagnoli.

demaniali e private, estromesse dall'ambito fluviale dalla presenza di arginature, è stata un'azione fondamentale e, dal 1992 ad oggi, ha permesso il recupero di capacità di invaso, in un breve tratto, di oltre 2.500.000 mc: tutti spazi restituiti all'espansione naturale delle piene grazie all'abbassamento del piano golenale e allo spostamento degli argini, che separavano l'alveo dalla golena, sui confini esterni della golena stessa (si veda ad esempio l'intervento realizzato fra il fiume Montone e il torrente Rabbi mostrato in *Figura 2*).

Considerato il successo di tali iniziative, il Servizio ha inoltre individuato nelle aree fluviali a valle di Forlì, dove il fiume Montone scorre completamente arginato, alcune ampie golene per le quali prevede di realizzare un abbassamento del piano golenale per scopi idraulici e la loro rinaturalizzazione. Le simulazioni idrauliche eseguite in tale tratto, per decidere se realizzare nelle golene casse d'espansione vere e proprie oppure zone di laminazione naturale, hanno mostrato differenze minime in termini di efficienza idraulica tra le due soluzioni.

Una valutazione specifica in tal senso è stata affrontata per il II° lotto di pianura, in zona S.Tomè (Comune di Forlì), dove circa 440.000 € sono stati impegnati per l'esproprio dei terreni, in particolare di una golena privata di 9 ha posta entro gli argini (*Figure 3 e 4*): nel caso di eventi a basso tempo di ritorno (5-10 anni), l'effetto di laminazione dell'area golenale ribassata e riconnessa al fiume è risultato essere del tutto simile a quello di una cassa d'espansione realizzata nella stessa area, mentre nel caso di eventi trentennali e duecentennali l'effetto è risultato inferiore dell'1% circa.

I lavori relativi al II° lotto sono

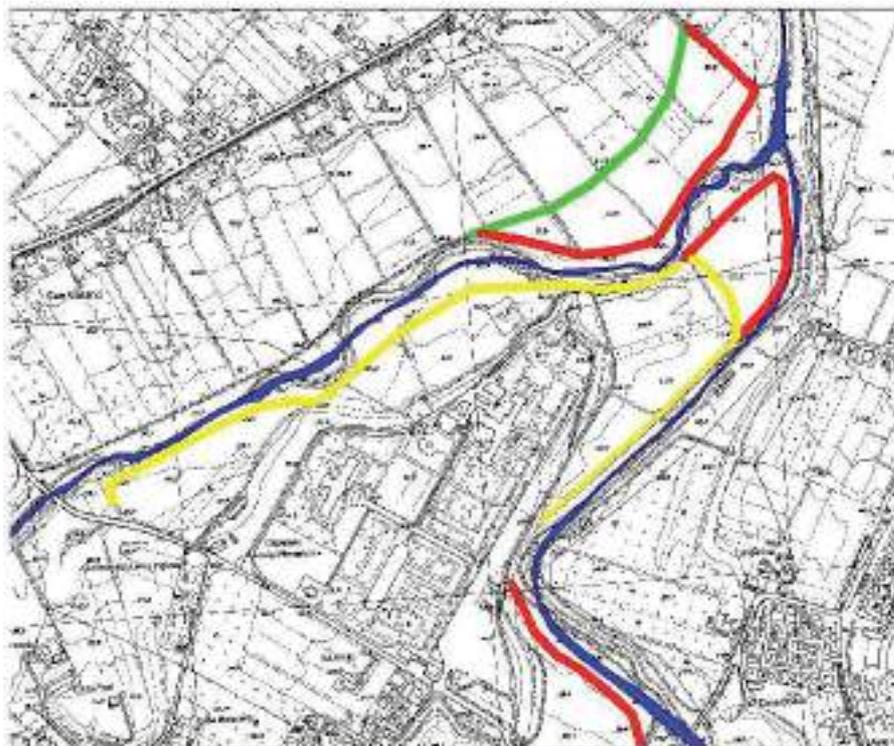


Figura 2 - Confluenza tra F.Montone (a sinistra) e T.Rabbi (a destra) a monte di Forlì. L'intervento ha previsto la demolizione di alcuni argini (in rosso) e la ricostruzione di un tratto d'argine più arretrato (in verde). Sono inoltre in previsione ulteriori demolizioni di argini (in giallo), così da consentire ai fiumi una maggiore capacità di espansione e di divagazione.



Figura 3 - L'area di S.Tomè sul fiume Montone prima dell'intervento. Si noti sulla sinistra il fiume, separato dall'ampia golena adibita a frutteto compresa tra il fiume stesso e l'argine maestro, a destra nella foto.

stati eseguiti "in compensazione": il materiale (limi sabbiosi) scavato per abbassare le golene, eccedente quanto necessario per le sistemazioni, è entrato nella disponibilità dell'impresa esecutrice che, a fronte di un valore stimato di quasi 2

milioni di euro, ha realizzato tutti gli interventi del lotto.

Dal punto di vista meramente economico si è riusciti così a sistemare un tratto di fiume di estensione doppia di quello che si sarebbe potuto fare con un normale



Figura 4 - Veduta dell'area di San Tomè sul Fiume Montone a fine lavori: la gola è stata abbassata e messa in contatto con il fiume, che scorre nella parte sinistra della foto.



Figura 5 – Il fiume Savio e l'area di S. Anna in Comune di Cesena. L'argine che lambiva l'alveo all'interno dell'ansa è stato eliminato e ora il fiume può espandersi sino all'argine maestro (in rosso)..

appalto di risezionamento classico. Lo scavo (variabile dai 2 ai 5 mt.) e l'allontanamento dei sedimenti presenti in gola non hanno diminuito la quantità di sedimenti che potenzialmente il fiume avrebbe potuto erodere e utilizzare per il trasporto solido e il ripascimento della costa: infatti, le aree golenali scavate, risultavano da molti decenni estromesse dalla dinamica

fluviale e dal trasporto di sedimenti e si configuravano come dei terrazzi fluviali protetti contro le erosioni spondali; la presenza di frutteti e coltivazioni intensive e l'interesse antropico che esercitavano non avrebbero permesso una riconnessione di queste aree e dei loro sedimenti al fiume. Al fine di permettere che parte del materiale presente nelle golene potesse transitare lun-

go il corso d'acqua e giungere così al mare, sono state rilasciate in alveo, durante i fenomeni di piena ordinari, dei quantitativi di materiale fine, non commerciabile, che hanno permesso di alimentare in modo salutare il trasporto solido.

#### Il Parco Fluviale del Fiume Savio fra Cesena e Cervia

Nell'ambito del progetto di realizzazione di un Parco Fluviale sul Fiume Savio, il Servizio Tecnico, di concerto con gli Enti territoriali ed i portatori di interesse, ha realizzato negli ultimi dieci anni numerosi interventi volti alla riacquisizione di aree fluviali, propedeutici alla creazione del Parco stesso e di un corridoio ecologico tra le colline, la pianura e la foce del bacino del Savio.

Gli interventi più interessanti sono stati realizzati in località S. Anna, in Comune di Cesena, tra il 2003 e il 2006 (Figura 5): le aree, un tempo usate come bacini di sedimentazione di un ex zuccherificio, sono state espropriate (circa 11 ha) al fine di realizzare aree per la laminazione delle piene. La scelta della tipologia di intervento è stata effettuata prendendo in considerazione diverse ipotesi progettuali e valutando, oltre all'aspetto idraulico, anche i possibili vantaggi di tipo ambientale delle diverse soluzioni. L'ipotesi scelta ha previsto l'abbattimento dell'argine che separava dal fiume i bacini di sedimentazione così da permettere periodiche esondazioni naturali, la sistemazione a gradonata dell'ampia gola, la predisposizione di tre depressioni impermeabilizzate (zone umide) e la rivegetazione con specie vegetali autoctone; in questo modo l'area è tornata ad essere connessa con il fiume e, dal 2005 ad oggi, è già stata interessata dalle piene almeno tre volte.

Un secondo interessante intervento (figura 6) è stato eseguito in

località Mensa-Matellica (Comuni di Ravenna e Cervia): il fiume Savio aveva messo a rischio di erosione la sede di una strada e, per risolvere il problema, si è intervenuti arretrando l'arginatura presente sulla sponda opposta, così da dare maggiore spazio al fiume ed allontanare il flusso della corrente dalla sponda in erosione. Il progetto è poi stato completato da interventi complementari volti a favorire la creazione del Parco Fluviale del Fiume Savio, quali rivegetazione di sponde e di aree di pertinenza fluviale, creazione di percorsi ciclo-pedonali, di aree libere a prato e di piccoli presidi attrezzati.



Figura 6 – Progetto dell'area del fiume Savio a Mensa-Cannuzzo nei Comuni di Ravenna e Cervia..

Il percorso ciclabile fra Cesena e Castiglione di Cervia lungo il fiume Savio è in fase conclusione da parte delle amministrazioni Comunali e si inserisce positivamente, in stretta sinergia, all'interno dei lavori eseguiti.

#### Il torrente Bevano al confine fra Forlì e Ravenna

Nell'ambito del Progetto Generale del torrente Bevano, oltre al risezionamento completo dell'asta fluviale (che ha subito in più punti le rotte dell'alluvione del 1996) si è cercato di realizzare interventi per aumentare lo spazio disponibile per il torrente, fino ad ora equiparato ad un mero canale di bonifica adibito allo scolo delle acque.

Un importante intervento in tal senso (in fase d'esecuzione) riguarda l'ampliamento della golena e la creazione di un nuovo ramo d'alveo in località S. Zaccaria (Ravenna), completato con interventi di rivegetazione e induzione di una maggior sinuosità d'alveo, realizzato tramite esproprio di terreni rimasti interclusi e poco utilizzabili dai privati (Figura 7).

Eliminazione argini sul t. Pisciatello  
Un interessante lavoro è stato eseguito sul torrente Pisciatello (Comuni di Cesena e Montiano),



Figura 7 - Torrente Bevano: allargamento dell'ambito fluviale a S.Zaccaria (lavori in corso).

soggetto alle alluvioni del 1996 e del 2000. Un Progetto Generale eseguito dopo l'evento del 1996 e ritariato su quello del 2000 ha previsto un classico adeguamento della sezione idraulica del tratto di pianura (di notevole difficoltà visto che il raddoppio dell'area di deflusso eseguito era contrastato da notevolissime superfettazioni antropiche abusive e non); si è poi deciso di intervenire, nel tratto a monte della via Emilia, mediante un intervento di riqualificazione fluviale consistente nell'eliminazione degli argini esistenti posti a ridosso dell'alveo (ad esclusione di quelli a protezione di abitati). Sono inoltre stati raggiunti accordi con

i proprietari delle aree un tempo protette dagli argini, e ora soggette ad inondazioni, perché permettano i temporanei allagamenti, fatto che avveniva anche in passato, ma con una permanenza maggiore delle acque nei campi a causa della presenza delle arginature sormontate dalla piena. Si vedano le Figure 8 e 9 per uno stralcio del progetto.

#### I PROGETTI IN CORSO

#### Il fiume Ronco nel tratto Meldola-Forlì

Presso il Servizio Tecnico è in corso di predisposizione il Progetto

Generale per la realizzazione di aree di laminazione delle piene tramite interventi di riqualficazione fluviale del fiume Ronco-Bidente, nell'ampia zona di ex-cave presenti nei Comuni di Forlì, Forlimpopoli e Bertinoro, in un'area SIC posta subito a monte della Via Emilia. Anche in questo caso gli interventi saranno realizzati grazie a convenzioni e sinergie fra privati ed Enti e riguarderanno l'utilizzo di ex-cave come casse d'espansione in parallelo, la realizzazione di zone per l'esonazione naturale delle piene e la sistemazione di altre a funzioni ricreativo-sportive.

Il progetto, che presterà la massima attenzione alla ricostituzione della fascia riparia e alla rivegetazione delle golene, punta al recupero di parte delle aree occupate dal corso d'acqua a fine '800 (Figura 10), quando scorreva in un'ampia valle in un alveo a canali intrecciati, aree ora occupate da ex-cave e lambite da un alveo divenuto nei decenni monocursale.

Simulazioni idrauliche hanno mostrato la grande valenza di queste aree per la laminazione delle piene, con notevoli benefici indotti nei tratti di pianura posti più a valle, dove il fiume è arginato e rettificato. Gli abbattimenti dell'onda di piena previsti sono dell'ordine del 20-25% per piene trentennali e del 45-50% per quelle duecentennali (una volta attivate tutte le aree in progetto).

Interessante risulta l'attenzione a gestire le inondazioni delle varie aree a seconda dei diversi tempi di ritorno degli eventi alluvionali, in base alla vocazione delle stesse ad accogliere o meno le acque di piena (qualità acque laghi esistenti, area SIC, zone umide, zone ricreativo-sportive, aree agricole...). Si veda a tal proposito la figura 11.

Il progetto complessivo potrebbe portare a "restituire al fiume" più

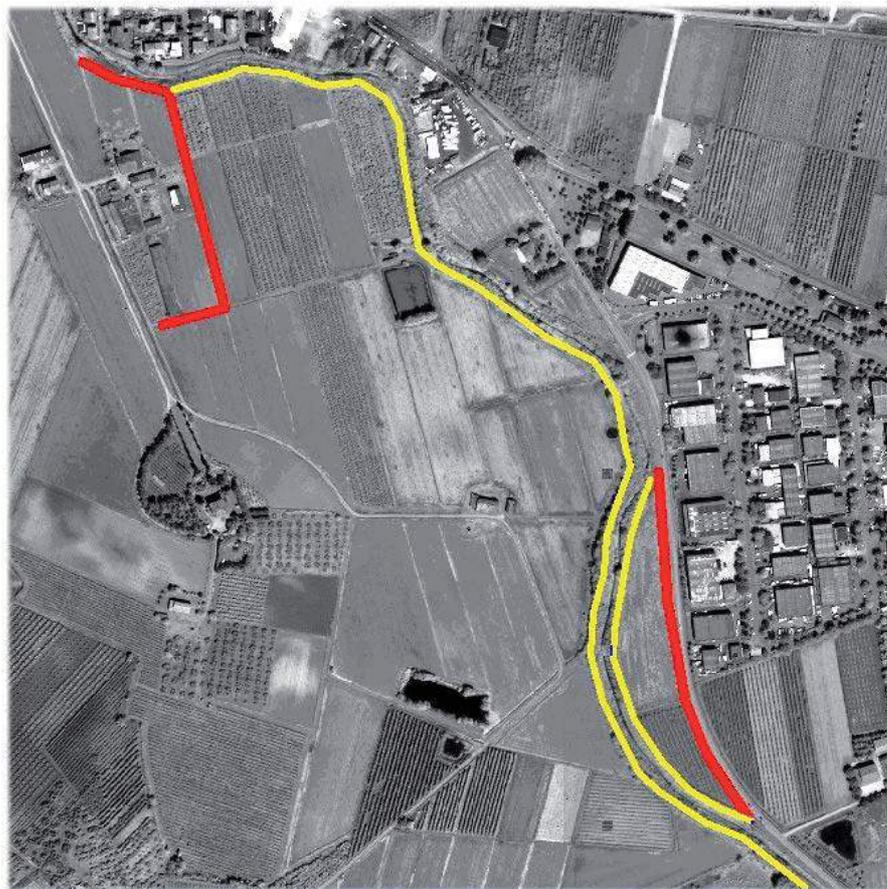


Figura 8 - Parte dei lavori realizzati sul torrente Pisciatello: in giallo gli argini demoliti, in rosso gli argini ricostruiti.

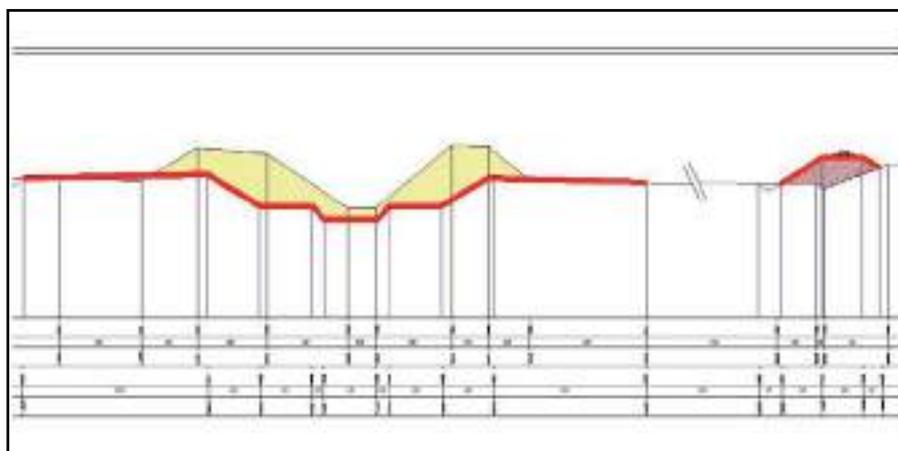


Figura 9 - Sezione tipo dei lavori eseguiti sul Torrente Pisciatello: in giallo gli argini eliminati, in viola gli argini ricostruiti in posizione arretrata ed in rosso la sezione di progetto.

di 200 ha di aree fluviali, ora solo parzialmente connesse, e 12 milioni di mc di capacità di invaso, andando a costituire una zona a valenza naturalistica ed idraulica tra le più importanti di tutto il territorio romagnolo.

Alcune zone permettono già ora l'esonazione del fiume (grazie ad argini posti a quote differenziate), ma gli studi idraulici suggeriscono di

regolarle mediante sfiori e scarichi appropriati, al fine di ottenere una efficacia di laminazione adeguata, trasformandole in questo modo in vere e proprie casse d'espansione; altre aree per l'esonazione/zone umide saranno invece realizzate mediante convenzioni tra privati ed Enti (come ad esempio la zona ex-SFIR di figura 12); altre ancora saranno ricavate mediante

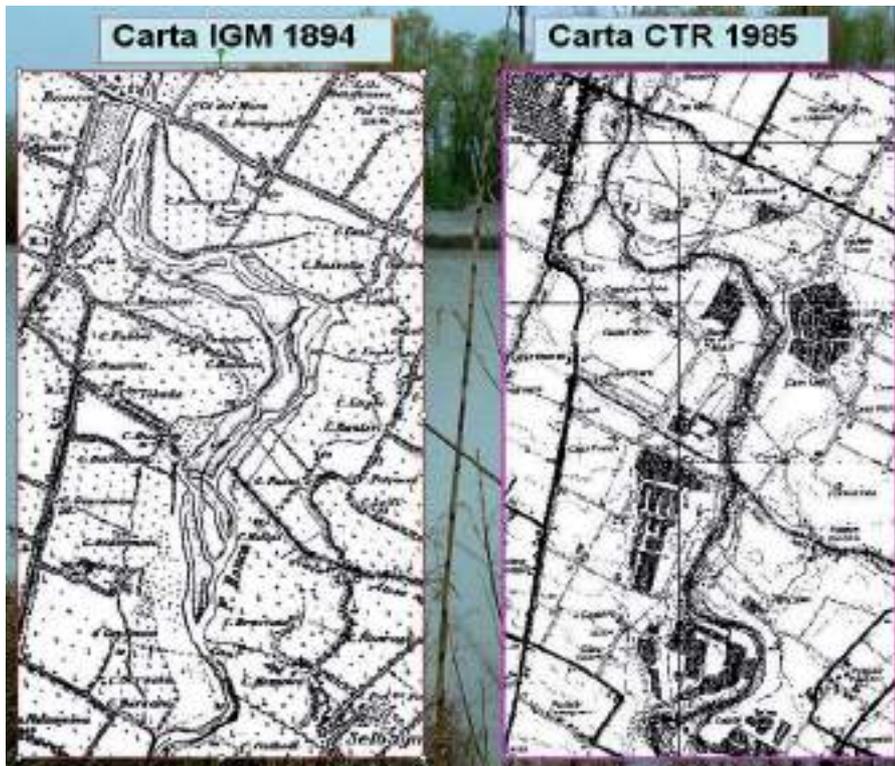


Figura 10 – Fiume Ronco: comparazione tra l'alveo pluricursale del 1894 e l'alveo monocursale del 1985, ove laghi di ex-cava hanno preso il posto della piana inondabile e dei canali secondari.

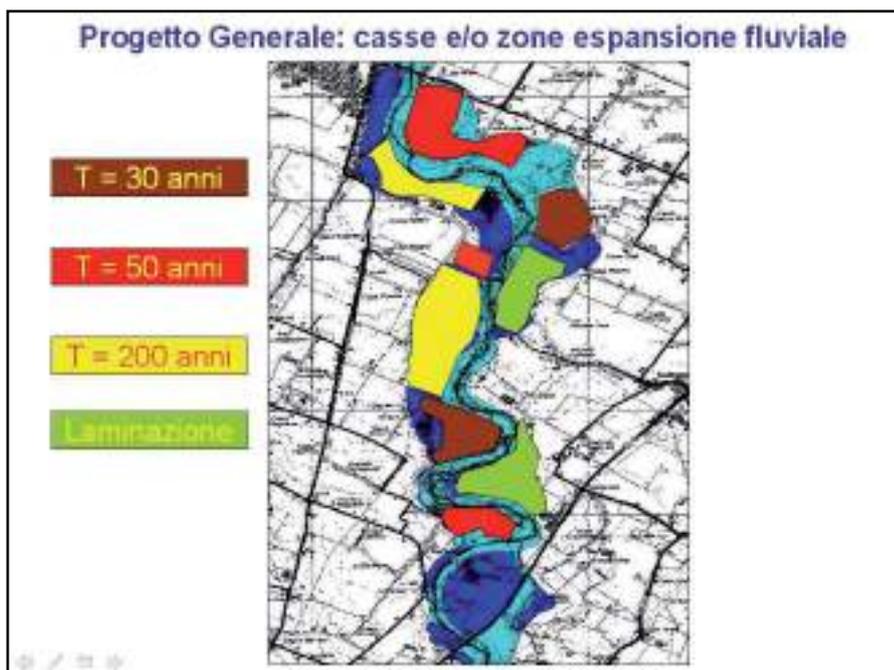


Figura 11 - Fiume Ronco - Aree per cui la gestione delle piene prevede l'inondazione in corrispondenza di portate con tempo di ritorno trentennale (marrone), cinquantennale (rosso) e duecentennale (giallo); in verde aree di laminazione naturale.

escavazione di inerti; aree di ex cava ora in via di dismissione potranno inoltre essere recuperate come aree rinaturalizzate adibite all'espansione naturale delle piene, eventualmente attraversate da ulteriori rami d'alveo e valorizzate

dal punto di vista degli elementi storico-paesaggistici ivi presenti (si veda figura 13); infine, ulteriori zone potranno essere disponibili in futuro dove aree agricole ed edifici lontani dal fiume sono oggi difesi da argini, che potrebbero essere

spostati o abbassati per recuperare ulteriori aree d'espansione.

#### [Il fiume Montone: altre aree golenali a Forlì](#)

In seguito al primo intervento eseguito a S.Tomè (si veda il paragrafo "Il fiume Montone a Forlì"), constatando la validità dell'operazione, si è proceduto con lo stesso criterio ad acquisire altre due aree golenali in modo tale da eseguire i lavori a costo zero e concludere la sistemazione idraulica su tutto il tratto del f. Montone da Forlì a S.Martino di Villafranca.

Per quanto riguarda il III° lotto, si stanno ora realizzando gli espropri dei terreni golenali, mentre il IV° lotto, in convenzione con il Comune di Forlì, è in ancora in fase di progetto preliminare. Tutti questi lotti interessano ampie golene che saranno acquisite, abbassate e rinaturalizzate, ricercando la doppia funzione di laminazione delle piene e di riequilibrio ambientale, eseguendo i lavori anche in questo caso "in compensazione". Si veda la figura 14 che individua le due golene in oggetto.

#### [Il fiume Savio: casse di laminazione a monte di Cesena](#)

Amonte di Cesena, sono ora in fase di progettazione tre importanti aree, inserite da tempo nei Piani Cave Provinciali e Comunali, per le quali il ripristino che seguirà l'escavazione degli inerti non sarà eseguito mediante il classico "tombamento" ma tenderà a mettere in risalto le valenze di laminazione e di recupero ambientale-naturalistico; si tratta dell'area di "Ca Bianchi" di 18 ha (per la quale progettazione ed esecuzione saranno a carico diretto del Servizio Tecnico, si veda figura 15), quella della "Palazzina" di 15 ha e quelle di Molino-Cà Tana di complessivi 40 ha (per la quale sono in corso di realizzazione convenzioni con i privati). Partendo da una forte esigenza di



Figura 12 - Fiume Ronco – Area lagoni ex-SFIR: ipotesi di sistemazione a cassa d’espansione con valenza anche di area umida. Le simulazioni grafiche mostrano l’estensione della zona umida in estate e durante le piene massime previste.



Figura 13 –Progetto di ripristino delle aree Sapifo (impianti di inerti) sul Fiume Ronco: creazione di nuovi rami secondari, abbattimento di argini e loro parziale ricostruzione in posizione arretrata.

laminazione (come ha mostrato la piena del novembre 2005 del fiume Savio, che ha raggiunto livelli idrometrici preoccupanti negli abitati di Cesena e Castiglione), si potrà anche in questo caso dirigere le sistemazioni in un’ottica di restituzione di aree al fiume (anche tramite cessione dei terreni al demanio idrico).

#### Torrente Cesuola a Cesena

Nell’ambito del Progetto Generale

del t. Cesuola (realizzato nel 2004 e di cui è in progetto il II° lotto) si prevede la rimozione di argini realizzati da privati al fine di proteggere campi agricoli, risezionando il torrente alla stessa stregua dei lavori eseguiti sul t. Pisciatello (si veda il paragrafo “*Eliminazione argini sul t. Pisciatello*”). La filosofia è quella di contenere le piene trentennali in alveo (comunque migliorando la sezione attuale) e lasciare che

quelle duecentennali possano espandersi in maniera controllata in aree di non particolare pregio o non edificate.

A causa, inoltre, di forti accumuli di materiale nell’alveo, in particolar modo in corrispondenza di ponti la cui sezione viene spesso parzializzata durante gli eventi di piena, si prevede di espropriare alcune aree per realizzare vasche di deposito dei sedimenti con setti e sinuosità d’alveo, così da concentrarne il deposito e poter intervenire in maniera mirata per l’asportazione.

#### ALCUNE IDEE IN PROGRAMMA

##### Fiume Lamone e t. Marzeno a monte di Faenza

Dagli studi idraulici del tratto di pianura del f. Lamone risultano alcune criticità nel lungo tratto arginato da Faenza alla foce, specie a causa di attraversamenti inofficiosi. Un interessante studio sta per essere affrontato dall’Autorità di Bacino e dal Servizio Tecnico di Bacino Fiumi Romagnoli per indagare le capacità di laminazione attuali e potenziali nel tratto di monte fra Faenza e Brisighella.

Alcune aree potrebbero essere interessate dunque a sistemazione a cassa d’espansione o ad aree di esondazione controllata, secondo le risultanze dello studio in essere.

All’interno dello stesso bacino imbrifero vi sono inoltre alcune idee in merito alla sistemazione-riqualificazione del t. Marzeno, principale affluente del f. Lamone: tramite spostamento di argini privati (in loc. Rivalta è in definizione il progetto preliminare), ripristino di ex-cave o ex laghetti irrigui, espropri e risezionamenti si cercherà di ampliare il più possibile l’ambito fluviale e riqualificare un tratto di corso d’acqua particolarmente sofferente a causa del massiccio uso del territorio a coltivazioni di

Kiwi, particolarmente idroesigente (presenza di un gran numero di invasi collinari o in derivazione).

#### Fiume Montone

Come già descritto nel paragrafo “*Il Fiume Montone a Forlì*”, l’ulteriore idea di eliminazione dell’argine destro del fiume Montone (alla confluenza con il t. Rabbi) nei pressi dell’Ospedale di Forlì renderebbe allagabili aree oggi di proprietà dell’INPS e lasciate incolte da anni (si veda *figura 2*). Una cessione di tali terreni al demanio idrico (in fase di trattativa) potrebbe portare a ricreare un altro ramo del fiume e dare ulteriore lustro al parco fluviale del Montone fra Forlì e Castrocaro.

A monte di Forlì, in località Villa Rovere, si prevedono ulteriori aree di espansione fluviale, da studiare e concordare con Enti e privati.

#### Fiume Savio

A monte dell’abitato di Castiglione di Ravenna sono presenti degli interessanti meandri del f. Savio, confinati da arginature lontane fra loro circa 300-350 mt.; si veda la *figura 16* in cui si notano gli argini (in giallo), l’andamento sinuoso del fiume (a valle molto più rettificato) e le coltivazioni nelle anse. L’idea sarebbe quella di espropriare o prendere in servitù le aree, abbassare notevolmente le ampie golene (4-6 mt.) ed eventualmente creare dei nuovi rami d’alveo (pluricursalità) o zone umide alla stessa stregua dell’intervento sul f. Montone al paragrafo “*Il Fiume Montone a Forlì*”: dall’area di circa 38 ha si potrebbero movimentare circa 1’500’000 mc di materiale, anche con opere a “compensazione” e rivegetare il tutto in maniera da farne un ottimo polmone naturalistico all’interno di un’area che, seppur agricola risulta fortemente antropizzata (particolarità della centuriazione fra Cervia e Cesena con alta



Figura 14 - Le due golene (in alto a sinistra ed in basso a destra) del f. Montone da riqualificare nei prossimi lavori (in rosso gli argini attuali).



Figura 15 - Area di Ca Bianchi a Cesena con ipotesi di bacino permanente e rinaturalizzazione.

frequenza degli abitati sparsi). Ulteriori interventi si stanno ipotizzando nel tratto di fiume compreso fra Cesena e Mensa Matellica, dove la particolarità dello stesso è quella di essere abbastanza incassato ed avere ampie zone di terrazzo basso (a

differenza degli altri corsi d’acqua romagnoli più a nord, che dalla via Emilia fino alla foce sono arginati ed anche pensili). Tale tratto (a valle della zona S. Anna citata nel paragrafo “*Il Parco Fluviale del fiume Savio fra Cesena e Cervia*”) di circa 10 km, denominato le “curve



Figura 16 - Meandri del f. Savio a Castiglione di Ravenna.

che si potrebbero raddoppiare nel caso di ottimizzazione delle aree e di abbassamenti delle anse: il problema maggiore sarà al solito l'eventuale esproprio delle aree o le servitù da acquisire.

Si veda la seguente figura 17 dove vi è una comparazione (con ottima corrispondenza) fra la zonizzazione dello studio dell'Autorità (in verde le aree attivabili) e le aree allagate nel novembre 2005 (in blu le aree esondate). Alla figura 18 è presente un dettaglio di tale zona subito a monte di S. Anna, dove si pensa di eliminare gli argini esistenti e ricreare meandri (come da vecchio CTR) e più rami fluviali.

Torrente Bevano

Sulla scorta degli interventi descritti al paragrafo "Il Torrente Bevano al confine fra Forlì e Ravenna", si stanno valutando interventi simili da realizzarsi a monte di tali siti, dove il torrente Bevano sviluppa alcuni meandri, fortunatamente ancora non rettificati (caratteristica invece di tutti gli scoli di bonifica del territorio della pianura forlivese): tramite servitù o espropri si cercherà anche in questo caso di arretrare le arginature (eventualmente anche abbassandole rispetto alle attuali) rimodellando le golene così ottenute, per poi piantumarle con arbusti flessibili (ad esempio di salice) nelle scarpate prossime all'alveo e con essenze arboree autoctone in piena golena. Questa idea progettuale consentirebbe così di ricreare una piccola ma significativa oasi (per tale torrente) all'interno di una pianura fortemente antropizzata. Si veda la figura 19.

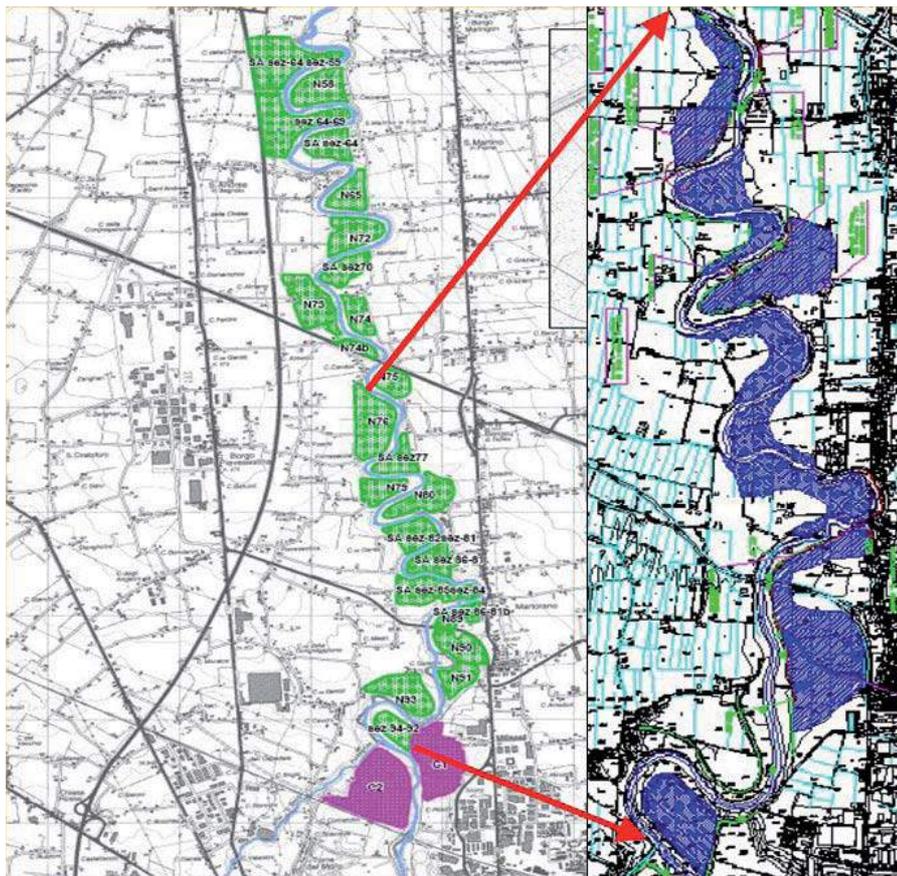


Figura 17 - Le "curve di Martorano" del fiume Savio (a sinistra lo studio idraulico dell'Autorità di Bacino e a destra le aree allagate con la piena del novembre 2005).

di Martorano", è stato studiato dall'Autorità di Bacino e presenta una capacità di laminazione allo

stato attuale di circa 5.000.000 mc. (con buona influenza anche ad oggi sui tagli delle onde a valle)

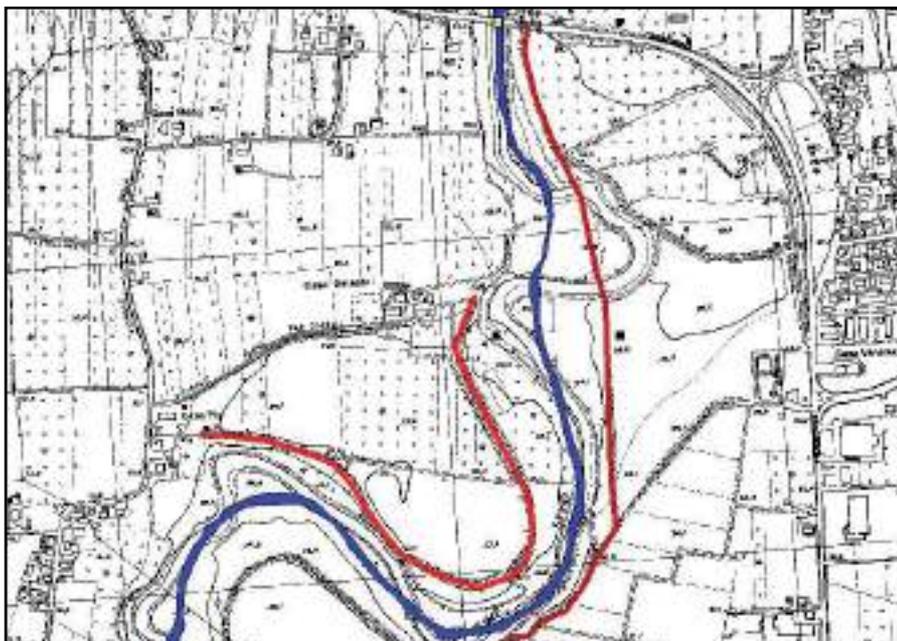


Figura 18 - Argini da rimuovere (in rosso) a valle di S. Anna sul fiume Savio a Cesena.

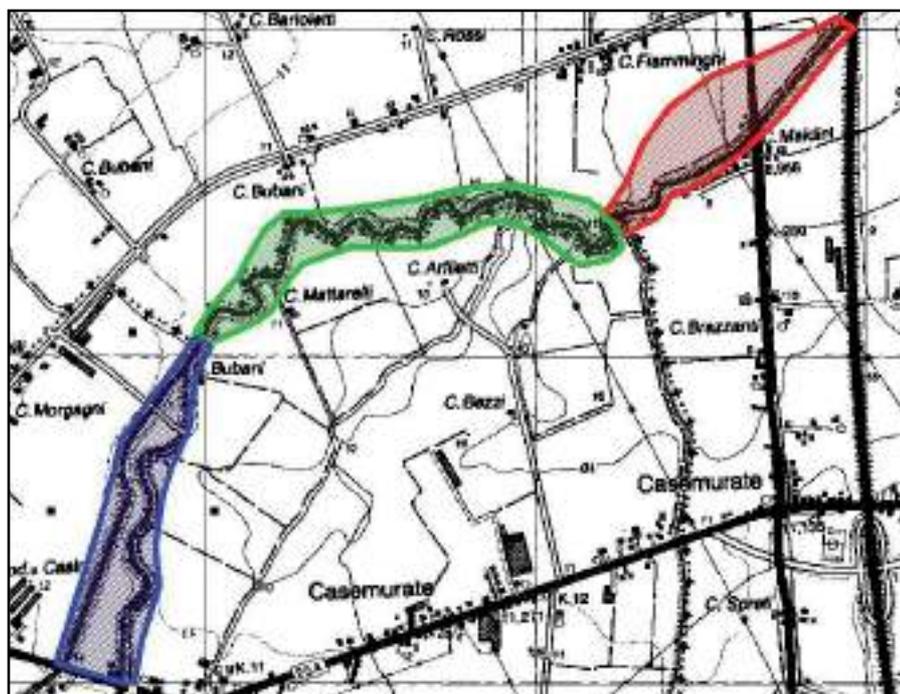


Figura 19 - Zone di possibile allargamento e riqualificazione (in rosso: gli interventi in corso descritti al paragrafo "Il torrente Bevano al confine fra Forlì e Ravenna"; in verde: idea progettuale del ST; in blu: ipotesi di sistemazione ideata con il Consorzio di Bonifica locale, a monte della confluenza con il fosso Torricchia).

# INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE MORFOLOGICO-AMBIENTALE DEI CANALI DI BONIFICA NELLA PROVINCIA DI MODENA

M. FANTESINI; E-mail: [mfantesini@bpms.re.it](mailto:mfantesini@bpms.re.it),

A. CATELLANI; E-mail: [acatellani@bpms.re.it](mailto:acatellani@bpms.re.it),

V. MANFREDINI<sup>(1)</sup>; E-mail: [vmanfredini@bpms.re.it](mailto:vmanfredini@bpms.re.it)

Consorzio della Bonifica Parmigiana Moglia Secchia

(1) Progettisti degli interventi, nati nell'ambito del LIFE Econet sviluppato per l'Italia dalla Regione Emilia Romagna insieme alle Province di Modena e Bologna, sono: Ing. Maurizio Bacci, Dott. Giordano Fossi, Ing. Marco Monaci, Dott.ssa Paola Martini, Dott.ssa Camilla Benozzi e Dott.ssa Floriana Romagnoli.

## LE FUNZIONI DEL CONSORZIO DELLA BONIFICA PARMIGIANA MOGLIA SECCHIA

Il Consorzio della Bonifica Parmigiana Moglia Secchia (BPMS) è un ente di diritto pubblico che svolge la propria attività su un vasto territorio facente parte del bacino "Sinistra Fiume Secchia" che si dipana fra la montagna (circa 124.000 Ha), e la pianura (circa 90.000 Ha), comprendente parte del territorio delle province di Reggio Emilia, Modena e Mantova.

Nella pianura reggiana e modenese, come nell'intero territorio regionale, il reticolo idrografico è costituito da una fitta rete di canali e cavi in maggior parte artificiali, realizzati e gestiti dai consorzi di bonifica.

La loro funzione specifica riguarda:

1) raccolta, allontanamento e collettamento fino al recapito finale nei fiumi delle acque meteoriche provenienti:

- dalle aree agricole attraverso scoline e fossi interpoderali,
- dai centri abitati e dalle aree industriali attraverso i collettori fognari a questo dedicati o attraverso gli scolmatori di piena delle fognature miste,
- dalle case e insediamenti sparsi non serviti da pubblica fognatura

- dalle infrastrutture quali strade e ferrovie.

Il territorio drenato dalla rete consortile, dell'estensione di circa 90.000 Ha, è compreso tra il torrente Crostolo a Ovest, il cavo Parmigiana Moglia a nord, il fiume Secchia a est e le prime pendici collinari a sud.

2) adduzione e distribuzione delle acque a prevalente uso irriguo: il territorio potenzialmente irrigabile ha una estensione di circa 80.000 Ha e coincide in gran parte con quello del punto precedente; il sistema di adduzione e distribuzione è in gran parte costituito da canali in terra a cielo aperto.

3) raccolta, allontanamento e collettamento fino al recapito finale, delle acque provenienti dagli scarichi di acque reflue provenienti da:

- depuratori: nella porzione di pianura del Consorzio BPMS, le acque depurate dai depuratori confluiscono tutte nella rete di Bonifica;
- insediamenti civili o assimilati situati in aree agricole o comunque non servite da pubblica fognatura;
- insediamenti zootecnici e fabbricati agricoli.

In conclusione, le opere di bonifica

gestite dal Consorzio svolgono tanto la funzione di assicurare il regolare deflusso delle acque piovane (evitando ristagni o inondazioni), quanto quella di garantire l'irrigabilità dei terreni agricoli (contribuendo all'andamento della produzione agricola), quanto infine una funzione di supporto della depurazione delle acque reflue, costituendo la rete dei canali di bonifica una sorta di enorme depuratore di secondo livello.

## LA POLITICA AMBIENTALE DEL CONSORZIO

La politica ambientale del Consorzio ha cercato, negli ultimi anni, di modificare la propria attività nel segno di una crescente attenzione al rispetto dell'ambiente, pur mantenendo la propria attività specifica di uso e gestione del territorio, sia ai fini di difesa del suolo sia ai fini produttivi.

In tale ottica si sono intraprese diverse iniziative finalizzate alla tutela del patrimonio con particolare riferimento alla tutela qualitativa delle risorse idriche e alla valorizzazione dell'ambiente e delle risorse naturali.

Si pensi ad esempio alla realizzazione di casse d'espansione progettate non solo al fine di risolvere le problematiche idrauliche ma anche per costituire nodi di notevole valenza ambientale e per svolgere una funzione fitodepurante delle acque immesse.

Sono inoltre state sperimentate tecniche di ingegneria naturalistica nell'ambito degli interventi di manutenzione straordinaria delle sponde in erosione e la progettazione di siepi e fasce boscate lungo i canali di bonifica.

Viene inoltre assicurato un costante monitoraggio della qualità delle acque per un corretto controllo dell'idoneità all'uso irriguo e per la verifica dello stato di qualità ambientale della rete artificiale;

vengono effettuate analisi e gestione dei terreni di risulta dalle manutenzioni degli alvei dei canali; si effettuano studi nel campo del contenimento dei consumi energetici: si realizzano impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica e si progettano impianti idroelettrici.

Particolare attenzione viene riservata alla gestione della vegetazione e dei sedimenti in alveo e ad interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica dei corsi d'acqua.

Tali iniziative hanno portato il consorzio ad ottenere la certificazione CERMET di qualità ambientale ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 e OHSAS 18001:1999.

Si presentano di seguito alcuni interventi sperimentali realizzati nell'ambito di questa nuova politica ambientale, inerenti la sistemazione di canali soggetti ad evidenti fenomeni di erosione, risolti cercando di ottenere il risultato strutturale ricercato insieme ad un miglioramento ambientale dei canali considerati.

#### INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE MORFOLOGICO - AMBIENTALE

Gli interventi qui descritti riguardano quattro canali di bonifica siti in provincia di Modena (Figura 1) di cui si descrivono di seguito le problematiche affrontate e le tecniche utilizzate per risolverle.

##### Problematiche

##### (a) Canale di Budrione, Cavo Lama, Fossetta dei morti

Questi tre canali sono accomunati dall'aver subito, nel corso degli anni, una diffusa azione erosiva delle sponde che ha causato:

- *Canale di Budrione*: aumento progressivo di larghezza e conseguente rischio di cedimento della strada adiacente;



Figura 1 – Localizzazione degli interventi di riqualificazione morfologico-ambientale nel Comune di Carpi (MO).

- *Cavo Lama*: aumento progressivo di larghezza e conseguente rischio di cedimento degli argini;
- *Fossetta dei Morti*: occlusione della sezione e rischio di cedimento della strada adiacente.

I canali si presentavano privi di vegetazione arborea ed arbustiva e quella erbacea era regolarmente asportata dalle usuali operazioni di manutenzione: oltre ad una evidente banalizzazione ecologica e paesaggistica, la completa assenza di vegetazione e dei suoi apparati radicali (oltre alla stessa operazione di sfalcio) è stata una concausa della destabilizzazione delle sponde e della loro erosione diffusa.

Per quanto riguarda i canali di tipo irriguo o promiscui, come Budrione e Cavo Lama, le problematiche da affrontare sono leggermente

differenti rispetto a quelle dei canali di scolo: nei primi, infatti, durante la stagione irrigua il tirante idrico rimane sostanzialmente costante ai massimi livelli per un ampio lasso di tempo (5-6 mesi in primavera-estate), coincidente con il periodo vegetativo delle colture; nel resto dell'anno il livello scende lasciando la sponda nuda. Ciò comporta la necessità di ideare una soluzione progettuale che protegga dall'erosione la sponda al di sotto del livello di massimo invaso e che, contemporaneamente, abbia un aspetto gradevole anche nelle fasi di minor livello idrico, quando il canale si trova sostanzialmente privo d'acqua.

##### (b) Cavo Migliarina

Il Canale presentava fenomeni localizzati di franamento delle sponde e di degrado ambientale di alcuni suoi tratti, senza però essere interessato da problemi di rischio



Figura 2 - Canale di Budrione: prima dei lavori (2004), a lavori appena ultimati e a distanza di 5 anni (2009) (Foto: Marco Monaci).

idraulico. In destra idraulica era quasi privo di vegetazione arborea ed arbustiva; in sinistra era invece presente un lungo tratto di siepe alberata che forniva un discreto ombreggiamento e rappresentava un valido elemento paesaggistico. Sebbene la fascia riparia del canale fosse frammentata, il corso d'acqua presentava buone potenzialità per svolgere l'importante funzione di corridoio ecologico verso le Casse di Espansione del Cavo Tresinaro, nodo ecologico fondamentale e di elevato valore naturalistico della rete ecologica di pianura della Provincia di Modena.

#### Approccio progettuale

Obiettivo del progetto è stato quello di provvedere a risolvere le problematiche riguardanti la destabilizzazione delle sponde dei canali cercando di ottenere un

consistente beneficio ecologico, il consolidamento della valenza paesaggistica delle opere e l'aumento della fruibilità dei canali. Si è perciò scelto di utilizzare le tecniche dell'ingegneria naturalistica, facendo uso di materiali naturali ed in alcuni casi "vivi", prediligendo in questo modo tecniche a basso impatto ambientale e sfruttando per quanto possibile le proprietà della vegetazione come elemento strutturale.

#### Gli interventi realizzati

##### Canale di Budrione

Gli interventi realizzati hanno interessato circa 600m del Canale di Budrione, applicando criteri di intervento differenziati per le due sponde: in particolare si è ritenuto opportuno rinforzare maggiormente la sponda nelle cui immediate vicinanze è presente una strada

(Figura 2). A tal proposito è stata utilizzata una palificata semplice in paleria di castagno, al di sopra della quale è stato posizionato uno strato di geotessuto in fibre di cocco con astoni di salice disposti con un sesto d'impianto di 3 piante/ml.

La sponda sinistra opposta, prospiciente al lato campagna, è stata invece suddivisa in due tratti. Nel 1° tratto (Figura 2) si è scelto di intervenire utilizzando una doppia fila di palizzata in paleria viva di castagno tra cui è stata posta a dimora una piantagione di *Phragmites australis* (cannetta palustre). Nel 2° tratto (Figura 3) non è invece stato realizzato alcun intervento, a causa dei limiti imposti dal budget a disposizione, ma si è valutato come opportuno sperimentare nel futuro l'utilizzo di una palizzata al piede e di una copertura diffusa lungo la sponda.



Figura 3 - Canale di Budrione: prima dei lavori (2004) e a distanza di 5 anni (2009) (Foto: Marco Monaci).

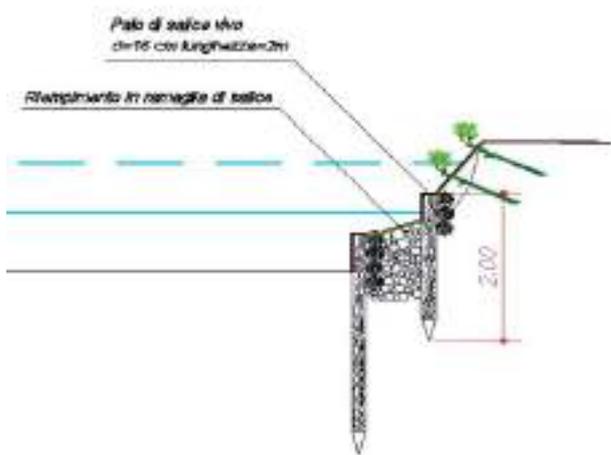


Figura 4 – Cavo Lama – Foto in alto a sinistra: situazione prima dell'inizio dei lavori (2004). Sulla sponda a sinistra nella foto, con la linea tratteggiata è schematizzata l'originale sezione trapezoidale e con la linea continua lo stato attuale conseguente all'erosione; nella sponda a destra le linee gialle indicano il piede della scarpata spondale pre-erosione (in tratteggio) e attuale (linea continua), mentre le linee bianche indicano la sommità arginale; è evidente in secondo piano una sensibile riduzione della larghezza dell'argine, a seguito dell'erosione. Foto in alto a destra: schema progettuale utilizzato. Foto in basso a sinistra: doppia fila di palizzate in corso di realizzazione. In basso a destra: situazione post-lavori (2009), nella quale si nota il filare arbustivo-arboreo parzialmente sviluppato (Foto: Marco Monaci).



Figura 5 – Cavo Lama. A sinistra: situazione pre-lavori (2004). A destra: situazione dopo la realizzazione degli interventi (2009), nella quale si nota il filare arbustivo-arboreo parzialmente sviluppato (Foto: Marco Monaci).

### Cavo Lama

Il Cavo Lama è uno dei canali principali di competenza del Consorzio ed è soggetto a diffusi

fenomeni di degrado delle sponde arginali. Si è rilevata perciò l'esigenza di consolidare tali sponde, cercando inoltre di ottenere un miglioramento ambientale del

tratto di canale interessato dal progetto.

Il tratto oggetto degli interventi è compreso tra l'idrovora Pratazzola ed il ponte su via Tre Ponti, ha

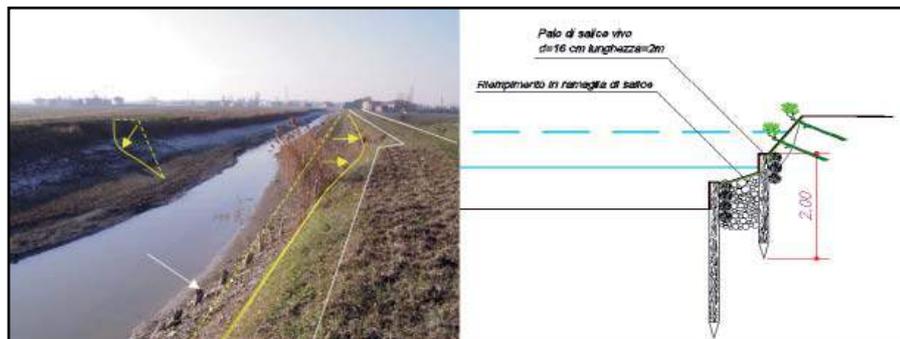


Figura 6 – Fossetta dei morti – A sinistra: in rosso è schematizzata la sezione originale ed in giallo quella pre-lavori, conseguente allo scivolamento della sponda e della strada verso il centro del canale (in blu, lungo la strada, una crepa nel manto stradale ad indicare la situazione di instabilità). A destra: schema progettuale utilizzato (Foto Marco Monaci).



Figura 7 – Fossetta dei morti – In alto a sinistra: lavori appena terminati. In alto a destra: stato attuale post-lavori (2009), in cui si nota la crescita di un filare arbustivo di salici bianchi e rossi. In basso: stato attuale post-lavori (2009) con vista del filare arbustivo dalla strada (Foto Marco Monaci).

una lunghezza di circa 700 ml e si presenta come arginato pensile. In tale tratto, il continuo variare dei livelli idrici, dovuti alla stagione irrigua, ha causato l'erosione ed il parziale collasso delle sponde interne.

Per far fronte a tali problematiche si è previsto di realizzare due ordini paralleli di palizzate su entrambe le sponde, di cui la prima fila, posta più in basso e soggetta a sommersioni prolungate per mesi, è stata realizzata in paleria di castagno, mentre la seconda fila, emersa, è stata realizzata in pali di salice vivo, in modo che potesse svilupparsi una fascia riparia alberata. Tra le due file di pali è stato creato un inerbimento protetto mediante l'uso di georete in fibre di cocco e successiva infissione di talee di salice.

La radicazione della parte viva ha avuto lo scopo di ancorare e stabilizzare i terreni incoerenti.

La Fossetta dei morti è un fosso soggetto a diffusi fenomeni di degrado idrogeologico delle sponde, che interessano anche la strada che lo affianca (Figura 6).

Gli interventi si localizzano in una zona del canale che ha origine in via Budrione-Migliarina, per un tratto di circa 500 ml.

Gli interventi sono stati eseguiti mediante la posa di una palificata semplice in paleria di castagno (lunghezza max 2 m) all'interno della quale è stato inserito un doppio strato di georete in fibre di cocco e astoni di salice. Nella sponda sono inoltre state messe a dimora piantine radicate di salice e pioppo, il tutto inerbito mediante idrosemia.

#### *Cavo Migliarina*

Il cavo Migliarina è un tratto secondario della rete dei canali corrispondente all'alveo originale del cavo Tresinaro.

Si tratta di un canale con scarsi problemi d'erosione, essendo caratterizzato da una corrente molto debole ed essendo poco utilizzato per scopi irrigui.

Per questo motivo le tecniche di ingegneria naturalistica utilizzate, oltre a migliorare la stabilizzazione delle sponde, hanno consentito di ricostruire l'ecosistema fluviale e le fasce ripariali del tratto considerato.

Il tratto oggetto degli interventi è compreso tra l'opera di presa sul cavo Tresinaro, in località Casetta, e la tombinatura su via Migliarina, per una lunghezza complessiva di circa 1300 ml (Figura 8).

Per l'eliminazione dei fenomeni erosivi sono state utilizzate varie tecniche di ingegneria naturalistica come ad esempio la posa di una palizzata orizzontale viva, con talee di salice, la copertura con geotessuto in fibre di cocco e picchetti vivi di salice o la copertura diffusa con astoni di salice.

Per la rinaturalizzazione dell'alveo sono state utilizzate alcune tecniche particolari, come ad esempio la costruzione di deflettori per la creazione di meandri nell'alveo di magra, così da favorire l'ossigenazione dell'acqua e diversificare l'habitat al fine di tutelare l'ittiofauna già presente.

E' stato inoltre realizzato uno stagno per anfibi lungo una sponda, con lo scopo di garantire una zona all'interno della quale viene assicurata la permanenza nel tempo di uno strato d'acqua a corrente ridotta, condizione idonea per la deposizione delle uova e lo sviluppo dei girini.

#### RISULTATI

I vari sopralluoghi, ripetuti in diversi anni, hanno messo in evidenza la positività dei risultati ottenuti nelle aree considerate (canale di Budrione, cavo Lama, Fossetta dei morti e cavo Migliarina). Si



Figura 8 – Cavo Migliarina – Stato del canale prima degli interventi (2004) (Foto Marco Monaci).



Figura 9 – Cavo Migliarina – Stato del canale dopo la realizzazione degli interventi (2009), con riferimento agli stessi siti mostrati in Figura 8 (Foto Marco Monaci).

sono registrati notevoli incrementi della sicurezza delle sponde e un generale miglioramento della qualità attraverso la loro rinaturalizzazione. Gli astoni e le talee di salice hanno ormai raggiunto dimensioni notevoli e rendono le sponde un vero e proprio bosco in cui si possono rifugiare mammiferi e avifauna.

E' stato inoltre messo in risalto il valore globale delle aree,

rendendole anche funzionali per l'uso ricreativo oltre ad aver contenuto, in maniera significativa, i costi di gestione ed intervento.

Occorre per contro significare che nei canali di irrigazione o promiscui il perdurare dei livelli d'acqua di invaso può compromettere i risultati degli interventi sopradescritti.

## GLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE SUI CORSI D'ACQUA DELLA PROVINCIA DI VITERBO

PAOLO ANDREANI

Provincia di Viterbo, Assessorato Ambiente, Settore Tutela Acque, Ufficio Protezione Acque Interne

E-mail: andreani@provincia.vt.it

### SUNTO

La Provincia di Viterbo, che occupa la parte nord del Lazio al confine tra Toscana e Umbria, è caratterizzata dalla presenza di piccoli e medi fiumi che scorrono su terreni prevalentemente vulcanici.

Tali corsi d'acqua ed i loro ambienti periferuviali sono stati profondamente alterati dall'uso storicamente agricolo del territorio, come anche dagli impatti generati dalle industrie cartarie e idroelettriche.

Da tempo l'Assessorato Ambiente è impegnato in progetti di riqualificazione che hanno interessato sia i corsi d'acqua che le sponde di alcuni dei principali laghi della Provincia e, se nei casi di degrado da fonti puntuali di inquinanti è stato possibile intervenire con azioni specifiche, come ad esempio la chiusura definitiva di alcuni scarichi, nel caso del degrado generalizzato di un corso d'acqua è stato necessario progettare interventi ad ampio respiro, basati principalmente sull'utilizzo delle tecniche dell'Ingegneria Naturalistica.

Tra i primi interventi realizzati vi sono quelli inerenti il progetto LIFE Alta Tuscia, che ha avviato azioni di recupero delle sponde del lago di Mezzano e del fiume Olpetta, caratterizzate da ambienti di alto valore naturalistico (aree SIC e ZPS), che presentano evidenti segni di degrado dovuto all'attività agricola ed al pascolo.

Altro importante intervento è stato quello realizzato sul fiume Marta, che è il principale corso d'acqua della Provincia con un bacino idrografico che occupa circa i 2/3 del territorio provinciale. Questo fiume rappresenta inoltre una importante via di collegamento ecologico per molte specie ittiche, con particolare riguardo all'Anguilla europea (*Anguilla anguilla*, Linnaeus 1758), specie in forte riduzione numerica in tutto il suo areale, che conclude il suo accrescimento nelle acque pulite del lago di Bolsena.

Il problema principale che il fiume presenta risulta essere legato all'interruzione della continuità longitudinale, che impedisce il naturale movimento dei pesci: è quindi stato realizzato un progetto che ha previsto la costruzione di passaggi per pesci lungo tutto il corso del fiume e la rimodulazione dei quantitativi di acqua rilasciati delle opere di derivazione presenti.

Al momento si sta inoltre avviando la realizzazione di un altro importante intervento presso gli immissari e le sponde del lago di Vico, area di elevato interesse naturalistico (SIC e ZPS), nonché fonte idropotabile, fortemente impattata da colture agricole intensive.

Infatti, negli anni i corsi d'acqua che sfociano nel Lago sono stati notevolmente alterati dalle attività umane, causandone a volte la completa scomparsa degli alvei, interrati, con conseguente aumento del ruscellamento superficiale e del trasporto di sostanze inquinanti

verso il Lago.

Il progetto prevede di recuperare gli immissari ricostruendone il percorso e realizzando delle apposite aree (casse di espansione naturalizzate) che fungano da deposito del fango e degli inquinanti in esso veicolati prima che arrivino al lago. Inoltre, lungo i corsi d'acqua e lungo le sponde del lago saranno ricreate delle *buffer strip* attraverso la piantumazione di alberi e arbusti acquatici che possano funzionare da zona filtro.

### INTRODUZIONE

Uno degli ambienti naturali nei quali l'impatto dell'uomo è tra i più rilevanti è certamente l'ambiente fluviale: la pressione delle attività industriali, che spesso considerano il fiume come la via più semplice per lo smaltimento dei reflui, e dell'agricoltura, che ha spesso ridotto la fascia di vegetazione riparia ad un strato inconsistente, hanno reso i corsi d'acqua del tutto inefficaci a svolgere la loro normale funzionalità.

Che i fiumi negli ultimi decenni siano diventati il ricettacolo degli scarichi più diversi provenienti dall'attività antropica, è oramai chiaramente acclarato. Per questo motivo, per il fatto che i corsi d'acqua sono tra i pochi ambienti che ancora presentano un certo grado di naturalità e che la fauna ittica che essi ospitano presenta notevoli interessi sia di tipo economico sia legati all'importanza ed alla rarità di alcune specie, le amministrazioni pubbliche, sia locali che europee, hanno da tempo avviato programmi di riqualificazione degli ambienti fluviali.

La necessità di rispondere alle varie tipologie di degrado dei corsi d'acqua rappresenta per gli Enti pubblici territoriali un'importante sfida che costringe i tecnici ad un approccio multidisciplinare che comprende l'ecologia, la zoologia,

la botanica, l'ingegneria.

Scarichi inquinanti, degrado degli alvei, riduzione della fascia riparia, sono solo alcune delle situazioni che si presentano più o meno frequentemente.

Le tipologie di intervento adottate sono state quindi necessariamente differenziate e mirate al caso specifico e, anche se prevalentemente improntate verso le tecniche dell'ingegneria naturalistica, in qualche intervento è stato indispensabile usare anche tecniche più "tradizionali".

Occorre infine rimarcare il fatto che gli amministratori pubblici che devono pianificare e gestire la riqualificazione ambientale, spesso si scontrano con gli interessi delle popolazioni che vivono lungo i corsi d'acqua, che da sempre hanno sfruttato il territorio per fini economici; è quindi stato essenziale effettuare la progettazione e la realizzazione degli interventi di riqualificazione contestualmente ad un lungo e paziente lavoro di condivisione e partecipazione. La riqualificazione fluviale non può perciò essere considerata come la mera realizzazione dell'intervento, ma deve passare anche per una azione complessa e articolata che è preliminare alle attività di cantiere.

#### PROGETTO LIFE NATURA "AZIONI URGENTI DI SALVAGUARDIA DEI SITI NATURA 2000 DELL'ALTA TUSCIA VITERBESE"

Tra gli interventi di più ampio respiro della provincia si segnala un progetto realizzato nell'ambito del LIFE Alta Tuscia, che ha coinvolto i territori di ben sette comuni della parte nord della provincia e le sponde del lago di Mezzano e del fiume Olpeta e che ha permesso la realizzazione di una vasta serie di interventi, dalla predisposizione di una banca dati territoriale, al monitoraggio delle acque, all'organizzazione di incontri

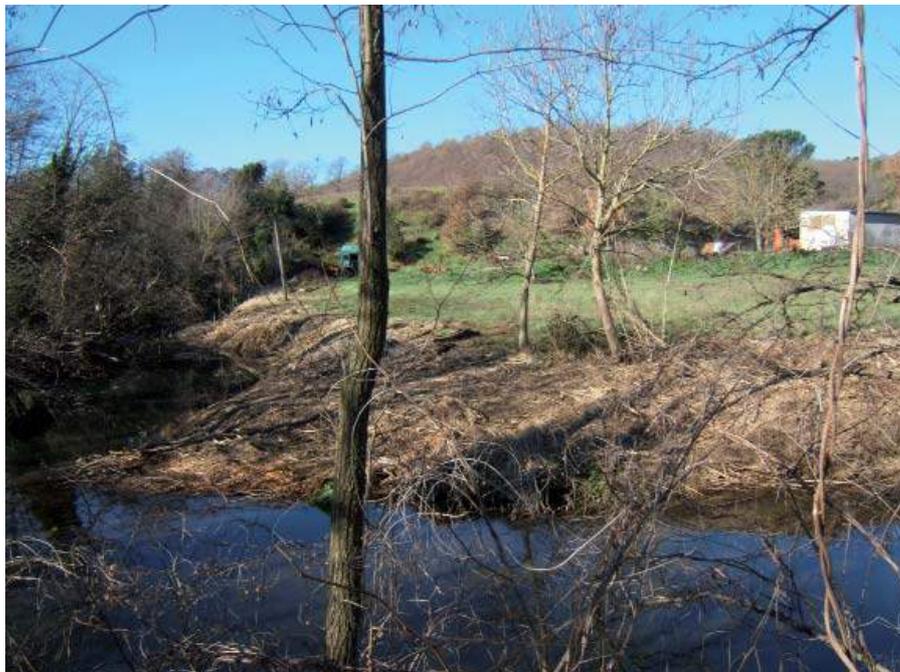


Figura 1 - Attività di taglio selettivo presso le sponde del Fiume Olpeta.



Figura 2 - Produzione delle specie autoctone da utilizzare per la riqualificazione.

pubblici con il comparto agricolo fino ad interventi di gestione forestale.

Tra gli ambienti di maggior pregio oggetto di intervento spiccano il lago di Mezzano ed il fiume Olpeta, due aree SIC e ZPS che, pur essendo due ambienti relativamente integri, presentavano evidenti segni di degrado, dovuti principalmente all'attività agricola ed al pascolo.

La fascia di vegetazione riparia o era scomparsa o era stata sostituita da essenze alloctone, principalmente acacia (*Robinia pseudoacacia*) e canna comune (*Arundo donax*), mentre la qualità delle acque si presentava generalmente molto scarsa.

È stato quindi scelto di ripristinare la vegetazione spondale attraverso il taglio selettivo delle specie alloctone e la ripiantumazione



Figura 3 – A sinistra: piantine ben sviluppate lungo il corso dell'Olpeta. Località Ponte Stenzano. A destra: buon attecchimento anche nella parte sommitale di una piccola scarpata soggetta a minore disponibilità idrica.

di specie locali così da garantire una serie di risultati: la rinaturalizzazione delle sponde, con la ricostituzione della vegetazione riparia originaria, la stabilizzazione delle sponde che, considerate le particolari caratteristiche idromorfologiche, presentavano vaste zone in erosione ed in frana, e l'aumento del potere fitodepurante della fascia perfluviale. Sono state quindi realizzate diverse attività di taglio selettivo sulle aree maggiormente degradate (Figura 1).

Considerato che l'alveo è un ambiente particolarmente complesso, è stato necessario prendere alcune precauzioni: ad esempio, il taglio della vegetazione alloctona è stato effettuato non scoprendo eccessivamente le sponde per evitare la conseguente accelerazione del fenomeno erosivo e la destabilizzazione degli argini. Contestualmente, anche la piantumazione è stata effettuata con piante e specie che rispettassero il più possibile le caratteristiche genetiche ed ecotipiche dell'area, tenendo in considerazione che alcuni degli ambienti da riqualificare erano inseriti nelle liste della Direttiva Habitat. È stato quindi effettuato un trapianto delle specie idonee dagli ambienti naturali, una loro moltiplicazione presso il

vivaio forestale del Dipartimento DAF dell'Università della Tuscia e una ripiantumazione negli ambienti di intervento; le specie prescelte sono state: *Cyperus longus*; *Tipha latifolia*; *Eleocharis palustris*; *Phragmites australis*, *Iris pseudachorus*; *Ranunculus spp.* (Figura 2)

Oltre alla rinaturazione delle sponde, si è provveduto a piantumare, con particolari specie erbacee, le zone allagabili o che presentavano frequenti fenomeni di esondazione, per aumentare l'effetto fitodepurante e contribuire a migliorare la qualità delle acque.

Di non secondaria importanza è stato il controllo del pascolo brado; bovini e cinghiali sono infatti spesso responsabili della riuscita o meno degli interventi di ripiantumazione, brucando in prevalenza le giovani piantine. A questo proposito sono state realizzate una serie di recinzioni che hanno assicurato un regolare attecchimento ed il successivo accrescimento delle essenze vegetali.

Il progetto ha previsto anche una serie di attività di manutenzione che sono consistite nel taglio dei nuovi getti di specie alloctone, nella pulizia delle aree di intervento e nella sostituzione delle piantine che

non sono riuscite ad attecchire. Le attività di monitoraggio post operam dimostrano che, grazie all'insieme di queste attività, si è ottenuta una notevole colonizzazione delle sponde con un conseguente aumento della stabilità degli argini e anche delle rive (Figura 3).

**REALIZZAZIONE DI STRUTTURE DI RISALITA PER I PESCI PER IL RIPRISTINO DELLA CONTINUITÀ FLUVIALE ED ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO PER IL MIGLIORAMENTO DEGLI HABITAT IDONEI ALLA PRESENZA DELL'ITTIOFAUNA**

Altro importante intervento è stato quello realizzato sul fiume Marta, che rappresenta una via di collegamento ecologico tra il lago di Bolsena e il litorale di Tarquinia ed è uno dei corsi d'acqua più importanti della Provincia di Viterbo.

Il problema principale che il fiume presenta dal punto di vista idromorfologico, è quello dell'interruzione della continuità longitudinale. Infatti, studi scientifici svolti in tutto il mondo hanno ormai dimostrato il disastroso impatto sulla fauna ittica migratoria causato dagli sbarramenti artificiali, oltre all'alterazione del regime idrologico. La rarefazione, ed in certi casi la scomparsa, di alcune specie ittiche dalle acque interne è da



Figura 4: passaggio tecnico realizzato presso la Cartiera di Tuscania.

attribuirsi proprio all'impossibilità di svolgere i cicli vitali migratori, impediti da dighe, briglie, traverse, soglie, derivazioni idroelettriche ed irrigue. A questo proposito sono stati ideati i passaggi per pesci, conosciuti anche come "scale di risalita", "scale di rimonta", "scale di monta", i quali sono opere idrauliche atte a consentire il passaggio dei pesci migratori (a fini trofici o riproduttivi) da un tratto ad un altro del fiume, altrimenti impedito da uno sbarramento.

Attraverso uno specifico finanziamento della Regione Lazio, è stato realizzato un progetto che ha previsto la costruzione di passaggi per pesci lungo tutto il corso del fiume Marta, con particolare attenzione alla parte del corso d'acqua che ricade nell'area del SIC "Alto corso del fiume Marta". Sono state realizzate sette scalette di risalita, ricostruendo, caso raro in Italia, la completa connessione longitudinale dalla sorgente alla foce.

Per i singoli interventi, una volta stabilite le priorità, si sono individuate le soluzioni progettuali

più idonee, tenendo conto anche degli aspetti ecologici che un'opera comporta; sono stati quindi diversificati gli interventi a seconda del tipo di sbarramento da superare, delle caratteristiche idromorfologiche, del particolare rilievo topografico dell'area di cantiere e del tratto di fiume sul quale operare. Sono state a tal proposito realizzate due principali tipologie di intervento: Passaggi tecnici e Passaggi semi-naturali.

I Passaggi tecnici sono strutture che, costituite prevalentemente in cemento armato, sono apparentemente simili a comuni opere di ingegneria civile, con l'uso di murature e parti metalliche o meccaniche (paratoie). I passaggi a bacini successivi, esempio di passaggio tecnico, si basano sul superamento dell'ostacolo ripartendolo in una serie di dislivelli; i bacini sono comunicanti tra loro tramite stramazzi più o meno larghi, orifizi e fenditure laterali.

Queste strutture hanno il vantaggio di essere realizzabili praticamente in quasi tutte le condizioni idromorfologiche; nel nostro caso

sono state allocate nell'alto corso del fiume dove non sono presenti ampie oscillazioni di portata.

Le strutture realizzate, progettate dall'Università della Tuscia - Dipartimento di tecnologie e Scienze dell'Ambiente e delle Foreste (DAF), sono di diverse tipologie: a due vasche grandi (sbarramento di San Savino 3, altezza 60 cm), a 6 vasche in linea (sbarramento della Fioritella, altezza 2 m) o a L, con tre vasche pensili e 4 vasche in linea (Figura 4). Le forme e le dimensioni delle vasche sono state realizzate in funzione delle specie ittiche target presenti nel fiume e della portata istantanea.

I Passaggi seminaturali, progettati dai tecnici del Settore Tutela Acque dell'Assessorato Ambiente della Provincia di Viterbo, con la collaborazione dei ricercatori del Laboratorio di Ecologia Sperimentale e Acquacoltura, Dipartimento di Biologia, Università degli Studi "Tor Vergata", Roma, sono invece degli interventi semi naturali, cioè che cercano di ricreare il più possibile le caratteristiche naturali del corso d'acqua realizzando pertanto rapide, zone di calma, aree allagate, ecc., con il supporto delle tecniche di ingegneria naturalistica.

In questo caso si tratta di due piccoli canali scavati direttamente nel terreno prossimo all'argine principale, per una lunghezza di circa 40 - 50 metri ciascuno (sbarramenti di San Savino 2 e San Savino 3), e di un lungo canale di circa 400 metri, in parte scavato ex novo, in parte realizzato recuperando un canale abbandonato di una vecchia centrale idroelettrica (sbarramento della centrale di Tarquinia).

Il fondo dei canali, realizzati con un tracciato il più possibile meandriforme, è stato rinaturalizzato con pietre di varie dimensioni e talee di salice (Figura 5 e 6).



Figura 5 - Biocanale di San Savino 3 dopo la realizzazione.



Figura 6 - Biocanale di San Savino 3 dopo tre mesi dalla realizzazione.



Figura 7 - Rampa in pietra dello sbarramento di Guado della spina.

Un altro intervento rilevante è stato realizzato presso lo sbarramento irriguo di Guado della spina, il quale presenta un dislivello di circa 6 metri; in questo caso è stata realizzata una rampa in pietra di notevoli dimensioni (40x4 m), con

grossi massi e pietre. All'interno della rampa per pesci è stata realizzata una serie di piccoli invasi a bacini successivi che permette ai pesci di risalire gradualmente il forte dislivello. Anche in questo caso sono state piantate numerose talee

di salice per accelerare i processo di rinaturalizzazione (Figura 7 e 8).

L'utilizzo di diverse tecniche costruttive ha permesso, anche in seguito alle attività di monitoraggio della comunità ittica svolte dopo l'intervento, di confermare l'efficacia delle opere e della tecnica di realizzazione.

Dai primi dati raccolti si evidenzia comunque che i passaggi tecnici in cemento, pur essendo più versatili rispetto alla conformazione topografica dell'area di intervento, presentano diversi svantaggi per la necessità di un corretto e preciso dimensionamento delle vasche e della portata d'acqua rispetto alla capacità natatoria delle diverse specie ittiche e delle diverse taglie di età e per la periodica manutenzione che va garantita per ovviare all'intasamento di rami e detriti che tendono inevitabilmente ad accumularsi al loro interno (Figura 9).



Figura 8 - Rampa in pietra dello sbarramento di Guado della spina, dopo tre mesi dalla realizzazione. Figura 9 - Passaggio tecnico di San Savino 1 intasato dai detriti.

I passaggi seminaturali mostrano invece una maggiore possibilità di ricreare degli ambienti praticamente naturali; la diversificazione dell'alveo con pietre e sezioni variabili e la velocissima rivegetazione delle sponde ricreano in pochissimo tempo un ambiente del tutto accogliente e funzionale per la fauna ittica. Per contro, esistono seri problemi di stabilità, specialmente nella prima fase di funzionamento, con la conseguente necessità di una attenta regolazione della portata in alveo. Infatti, alcuni eventi di piene rovinose hanno danneggiato le strutture dello sbarramento posto vicino alla foce rendendo indispensabile un intervento di stabilizzazione.

Non si è comunque verificato un accumulo rovinoso di detriti, che in alcuni casi hanno anzi contribuito a rendere più naturale il canale realizzato (Figura 10).

#### ATTIVITÀ DI CONTRASTO AL DEGRADO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE DEL LAGO DI VICO

Al momento si sta chiudendo la progettazione di un importante



Figura 10 - Biocanale di San Savino 2 dopo 6 mesi dalla realizzazione.

intervento presso gli immissari del lago di Vico, il secondo lago vulcanico della Provincia di Viterbo, area di elevato interesse naturalistico (SIC e ZPS) fortemente impattata da colture agricole intensive. Infatti, da qualche anno è evidente l'aumento dell'inquinamento delle acque, che ha provocato numerose fioriture abbondanti di alghe, con la particolare presenza di una specie che produce tossine nocive per l'uomo, la *Planktothrix rubescen*. La Provincia di Viterbo ha quindi avviato una serie di attività che hanno portato al coinvolgimento degli Enti locali compresi l'Istituto Superiore di Sanità, l'Università della Tuscia di Viterbo, l'ARPA, la Riserva Naturale del lago di Vico e le amministrazioni Comunali locali. La scadente qualità delle acque si origina da un lungo processo di degrado dell'ambiente dovuto principalmente alle attività umane (agricoltura intensiva e scarichi civili), che negli anni hanno notevolmente alterato l'ecosistema, compresi i corsi d'acqua, fino a trasformarne completamente la morfologia e causandone a volte la completa scomparsa degli alvei (Figura 11).



Figura 11 - Alveo del Fosso Scardenato completamente riempito di terreno agricolo.

Stante questa condizione, al momento delle piogge i sedimenti superficiali, ricchi di sostanze inquinanti, si riversano incontrollati nel lago, contaminando l'acqua e interrando la preziosa palude che si trova sul versante nord e che ospita numerose specie di uccelli e piante rare.

Altra situazione di degrado è data dalle lavorazioni agricole che arrivano a lambire le sponde dei fiumi e del lago, provocando la scomparsa della fascia riparia con conseguente indebolimento degli argini che presentano evidenti fenomeni franosi e di erosione (Figura 12).

Gli interventi di riqualificazione a carico dei fossi e delle sponde del

lago sono stati quindi oggetto di uno specifico progetto di recupero, che prevede di riqualificare i corsi d'acqua ricostruendone il percorso e di stabilizzare le sponde del lago, con la ricostruzione ex novo di argini sommersi che saranno in seguito interrati. Le sponde in terra saranno adeguatamente rinforzate con interventi di ingegneria naturalistica quali viminate o fascinate vive, che garantiranno al contempo, sia la stabilizzazione degli argini che la creazione di un primo livello di fascia riparia che possa espletare la funzione di *buffer strip*.

Al fine di limitare le piene rovinose

che si verificano nell'area in particolari periodi dell'anno, saranno realizzate delle aree depresse allagabili che rappresenteranno delle vere e proprie casse di espansione naturalizzate, che fungano da deposito del fango e degli inquinanti prima che arrivino al lago. Oltre a questa funzione, queste zone temporaneamente allagate rappresenteranno degli ottimi ambienti per specie di pregio quali anfibi o uccelli limicoli.

Lungo tutti i corsi d'acqua e lungo le sponde del lago saranno ricreate delle *buffer strip* attraverso la piantumazione di alberi e arbusti acquatici; le specie vegetali (salice,



Figura 12 - Rive inerbite del Lago di Vico in evidente erosione.

e la gestione territoriale, avviando continuamente azioni per il miglioramento dello stato dell'ambiente, e crede che questa missione passi attraverso le attività di riqualificazione degli ambiti acquatici. I fiumi rappresentano ancora degli ambienti di notevole importanza naturalistica e paesistica e dai corsi d'acqua bisogna necessariamente ripartire per recuperare quella parte di territorio che per troppi anni è stata a esclusiva disposizione di interessi economici.

ontano, frassino, nocciolo, canna di palude, giglio d'acqua, ecc...) saranno prelevare dall'area stessa e opportunamente moltiplicate a cura della Riserva Naturale del Lago di Vico.

L'area erosa del Procoio, in particolare, ha visto l'arretramento della linea di costa del lago di circa 20 m: foto aeree storiche, infatti, dimostrano come la riva abbia subito un continuo processo di erosione dovuto principalmente alla scomparsa della vegetazione spondale, costituita essenzialmente dalla canna di palude. L'intervento prevede la realizzazione di una palificata sommersa che sarà riempita, con i dovuti accorgimenti, con le terre di scavo degli altri cantieri. In questo modo sarà interamente ricostruita una parte di sponda che, rinverdita con specie riparie costituirà un piccolo ma efficace nucleo di bosco misto ripario.

Complessivamente l'intervento comprende un'area molto vasta rappresentata anche dai due bacini idrografici dei principali fossi della caldera: il fosso Scardenato ed il fosso della Nocicchiola,

e consta in attività di pulizia di detriti, risagomatura degli alvei, stabilizzazione di versanti, piantumazioni, posa di recinzioni, ecc..., con uno svolgimento lineare di circa 6 km, circa 4000 mq e la movimentazione di circa 3000 mc di terra.

In conclusione va rimarcato che, considerata la particolare valenza economica dei terreni, nel caso del Lago di Vico e dei suoi immissari, l'intervento di riqualificazione non può essere considerato esclusivamente a carico dell'idrografia superficiale, ma occorre realizzare anche un'attività di riqualificazione "ambientale" che deve portare necessariamente alla riconversione delle attività umane su tutta la caldera del lago.

#### CONCLUSIONI

L'Assessorato Ambiente della Provincia di Viterbo è consapevole che tra le sue responsabilità ci siano quelle connesse alla gestione del territorio e alla sua tutela e per tale motivo si occupa attivamente di tutto ciò che riguarda la pianificazione

# PROGETTO WETLAND: PROGETTO PER LA SALVAGUARDIA ATTIVA DEGLI HABITAT UMIDI LUNGO LA FASCIA FLUVIALE DEL FIUME VOLTURNO

ROCCO LAFRATTA, MAURO LAFRATTA

Email: [rocco.lafratta@fastwebnet.it](mailto:rocco.lafratta@fastwebnet.it)

## PREMESSA

Nel 2004 il Ministero dell'Ambiente ha emanato un bando nazionale rivolto alle Regioni denominato "Progetto Wetland". Per la partecipazione a tale bando, nell'ambito dell'Accordo di Programma Quadro per la "Tutela delle acque e la gestione integrata delle risorse idriche", è stato costituito un partenariato di Enti formato da:

- Regione Campania - Area Generale di Coordinamento Ecologia, Tutela dell'Ambiente, Disinquinamento e Protezione Civile;
- Provincia di Caserta, Settore Ambiente;
- Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno;
- ARPA Campania, Settore Acque;
- Comune di Capriati a Volturno

(CE);

con la Provincia di Caserta soggetto attuatore.

Tale gruppo ha partecipato al bando del Ministero con la proposta "Progetto Wetland: progetto per la salvaguardia attiva degli habitat umidi lungo la fascia fluviale del Volturno", con la quale si proponeva di realizzare un'area umida sul fiume Volturno, nel comune di Capriati a Volturno, presso l'area dell'Oasi "Le Mortine" (Figura 1). Il progetto è stato presentato nel settembre 2004, approvato ed ammesso al finanziamento nei primi mesi del 2005.

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di realizzare un'area umida sul fiume Volturno, per poi studiarne gli effetti e le modificazioni morfologiche, idrauliche e di qualità ambientale, al fine di poterne trarre informazioni per eventuali repliche sullo stesso Volturno o altri fiumi.

## L'AREA DI PROGETTO

Il progetto qui descritto si inserisce nel più ampio "Studio e progettazione per la conservazione delle aree umide lungo il fiume Volturno", voluto dalla Provincia di Caserta, dove sono state individuate quattro aree specifiche di studio:

- Oasi dei Variconi, riconosciuta come ZONA RAMSAR, nel Comune di Castel Volturno;
- Oasi delle Salicelle e Lagnone, area umida creatasi a monte della diga di Ponte Annibale, nel Comune di Capua;
- Zona umida e bosco reale di

Alvignanello, area umida formatasi a seguito dei lavori di escavazione per il prelievo di sabbia, nel Comune di Ruviano;

- Oasi de "Le Mortine", area umida creatasi a monte della diga dell'Enel di Colle Torcino, nel Comune di Capriati a Volturno.

L'area individuata per la realizzazione del progetto si trova nel Comune di Capriati a Volturno, poco a monte dell'area umida "Le Mortine", a circa 2,5 km in direzione nord (Figura 2). Il progetto, e la successiva realizzazione, individua un intervento di riqualificazione fluviale consistente nella realizzazione di una area umida 'extra alveo' in sinistra orografica del fiume Volturno, in una area che ha fatto parte storicamente del corso del fiume.

L'area umida "Le Mortine", formatasi a seguito della costruzione della traversa dell'Enel di Colle Torcino, è un'area ad alta valenza naturalistica, evidenziata anche dalla presenza stanziale e migratoria di numerose specie di uccelli, tanto che l'Autorità di Bacino Nazionale dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno ha individuato l'area come Area Pilota per la Conservazione di Zone Umide nel Piano Stralcio di Tutela Ambientale.

La zona si inserisce nel Sito d'Importanza Comunitaria (S.I.C.), previsto dalla Direttiva 92/43/CEE "Habitat", che include tutto il tratto casertano del fiume Volturno, è individuato come Zona di Protezione Speciale (Z.P.S.), prevista dalla direttiva 79/409/CEE "Uccelli", e rientra nel Parco Regionale del Matese.

In questo tratto il fiume Volturno presenta un'ampia fascia fluviale, con un alveo principale e vari canali secondari, che lascia molto spazio al fiume per poter divagare. A ridosso della fascia fluviale si conserva un'ampia formazione boschiva igrofila dove, in parte di essa, è stata istituita un'oasi



Figura 1 - Ubicazione dell'area di intervento.

Figura 1 - Ubicazione dell'area di intervento.

del WWF. L'associazione gestisce l'area avendola attrezzata per la fruizione didattica, con capanni di osservazione della fauna, percorsi didattici e specifici interventi di riqualificazione.

L'area interessata dall'intervento ha una lunghezza di circa 750 m e una larghezza variabile da 30 a 60 m per un'estensione complessiva di circa tre ettari (Figura 4)

Prima dell'intervento qui descritto l'area era sostanzialmente pianeggiante, con una leggera pendenza verso il fiume, formata da terreno arido e con scarsa vegetazione. Questo assetto scaturiva da lavori per la protezione idraulica del territorio eseguiti in passato, che avevano portato a colmare l'area con materiale di scavo sterile proveniente dal fiume stesso.

I lavori consistarono nella sagomatura della sponda fluviale con la realizzazione di una difesa spondale e, più all'interno, una lunga arginatura in pietra, di altezza di circa 2,5 m, a protezione delle campagne, più interne, da allagamenti per esondazione del F. Volturno. Questi lavori risalgono agli anni '70 e i gabbioni realizzati, col tempo, erano stati intasati da materiale fino ed avevano permesso l'attecchimento e la crescita di vegetazione igrofila mista arborea e arbustiva e si erano completamente rinverditi.

A seguito di questi lavori lungo l'argine del fiume si è andata



Figura 2: Fiume Volturno nella piana di Venafra.

(foto Massimo Lombardi)



Figura 2 - Fiume Volturno nella piana di Venafro.

formando una grossa isola fluviale che, nel periodo di magra, formava un bellissimo laghetto, zona stanziale e di riproduzione per molte specie ittiche (Figura 3).

#### DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto ha voluto rappresentare un primo esempio di realizzazione di un'area umida costruita in una fascia fluviale in Campania e sul Fiume Volturno, con il preciso scopo di studiarne, nel tempo,

l'evoluzione geomorfologica, la sua incidenza sulle piene, la crescita della vegetazione, l'insediarsi della fauna terrestre e dell'avifauna, le modifiche alla qualità delle acque di falda e del fiume ed il funzionamento dei processi di autodepurazione nell'area umida.

La filosofia del progetto è stata quella di realizzare un'area umida che si integrasse e fosse di ampliamento ad un'area già di notevole pregio, per consentire al fiume di potersi riappropriare di



Figura 3 : Area di calma a valle dell'isola fluviale

spazi di cui era stato privato, con tempi lunghi tali da permettere lo studio e il monitoraggio della sua evoluzione, non trascurando gli effetti sul rischio idraulico e salvaguardando le difese idrauliche esistenti, poste a protezione della campagna retrostante.

Si sottolinea infine come, a poca distanza dall'area di progetto, si trova una discarica di RSU, ormai chiusa, ma il cui percolato giunge al fiume attraversando la zona di progetto.

Gli obiettivi che il progetto ha cercato di raggiungere sono stati:

1. riqualificazione ecologica: diversificare la morfologia del sito, l'habitat e la vegetazione;
2. diminuzione rischio idraulico: utilizzare l'area umida per ridare spazio al fiume e contribuire così a mantenere e/o recuperare il suo equilibrio geomorfologico e ridurre il rischio di esondazione a valle, utilizzando l'area per l'esondazione delle piene;
3. diminuzione del rischio di inquinamento della falda causato dalla discarica: incrementare l'azione di trattamento naturale (fitodepurazione) sulle acque di falda e sulle acque di dilavamento che provengono dalla discarica di R.S.U., mediante la realizzazione di Fasce Tampone Boscate. Anche per le acque superficiali provenienti da monte, ricche di nutrienti per lisciviazione dei campi coltivati, era previsto che confluissero nell'area attraverso un canale di raccolta e un sottopasso dell'argine esistente;
4. fruizione: valorizzare la zona che già era utilizzata da fruitori locali, principalmente nel periodo estivo, ampliandola e potenziando l'interesse per scopi didattici legati alla realizzazione dell'area umida.

Interventi di costruzione dell'area umida:

- Scavo della zona umida lunga circa 750 m, profonda circa 3.50 m



Figura 4 - Planimetria di progetto.



Figura 5 - Particolare della area umida - prima vasca.

e di larghezza variabile da 30 a 60 m;

- creazione di un varco tarato nell'argine (un metro al di sopra del livello di morbida del F. Volturno individuata a quota 188.30 m.s.l.m.) per poter alimentare la zona umida (inlet) mediante la costruzione di gabbionate riempite con pietrame e terreno ed inserimento di talee di specie autoctone prelevate in loco per mascherare le strutture e creare un elemento filtro con il fiume (Figura 5 punto 1 e Figura 7);
- separazione delle due vasche con gabbionate utilizzate anche per l'attraversamento dell'area umida, anche con mezzi meccanici per la manutenzione dell'area (Figura 5 punto 2);

- protezione e consolidamento spondale con biostepping e piantagione di talee di piante autoctone poste a copertura diffusa con astoni, nelle parti prospicienti all'inlet (Figura 5 punto 3);
- protezione e consolidamento delle restanti parti delle sponde con talee a copertura diffusa (Figura 5 punto 4);
- realizzazione di due pennelli completamente interrati con massi ciclopici a protezione dell'argine interno di difesa idraulica (Figura 5 punto 5);
- consolidamento con geostepping tridimensionali e talee di specie autoctone sull'argine fluviale soggetto ad erosione (Figura 5 punto 6)



Figura 6 - Argine del fiume Volturno, bordo dell'area di progetto (foto settembre 2004).

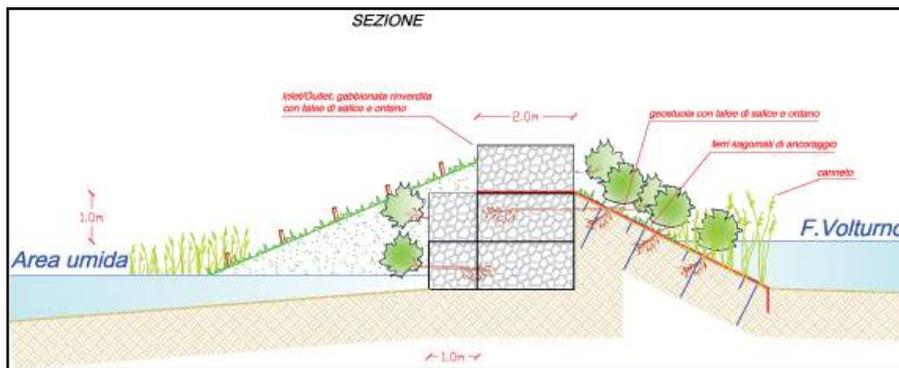


Figura 7 - Particolare progettuale: sezione dei punti di *inlet* e *outlet* dell'area umida, realizzati mediante gabbionate rinverdite.

Vegetazione da impiantare nell'area umida		
	Nome scientifico	nome comune
piante erbacee	<i>Phragmites australis</i>	cannuccia di palude
	<i>Juncus effusus</i>	giunchi
	<i>Typha latifolia</i>	tilleto comune
piante per taleggio	<i>Corylus avellana</i>	nocchio
	<i>Alnus glutinosa</i>	alnoc comune
	<i>Salix alba</i>	salice bianco
	<i>Salix elaeagnis</i>	salice ripario
	<i>Salix virens</i>	salice da rivoli
	<i>Sambucus nigra</i>	zambuco
	<i>Lonicera media</i>	alloro
piante arbustive	<i>Corallorhiza innocens</i>	barbaglio comune
	<i>Chamaemelum nobile</i>	barbaglio comune
	<i>Arctostaphylos</i>	codonardo
	<i>Centaurea jacobina</i>	centaurea jacobina
	<i>Stachys germanica</i>	ginepro
	<i>Phytolacca americana</i>	barbabietola
	<i>Alnus glutinosa</i>	alnoc comune
	<i>Corylus avellana</i>	nocchio
	<i>Pyrus cydonia</i>	piracchia
	<i>Prunus spinosa</i>	pruno spinoso
piante arboree	<i>Salix alba</i>	salice bianco
	<i>Salix virens</i>	salice ripario
	<i>Sambucus nigra</i>	zambuco
	<i>Ulmus laevis</i>	ulmo
	<i>Quercus robur</i>	rovere
	<i>Ulmus minor</i>	ulmo minore
	<i>Alnus glutinosa</i>	alnoc comune
	<i>Fraxinus excelsior</i>	fraxino
	<i>Populus alba</i>	pioppo bianco
	<i>Populus nigra</i>	pioppo nero
<i>Quercus pubescens</i>	roverella	
<i>Salix alba</i>	salice bianco	

Figura 8: elenco delle piante previsto dal progetto.

Riqualficazione dell'area umida:

- messa a dimora di specie arboree e arbustive autoctone con particolare attenzione a inserire specie idonee per l'alimentazione per la fauna sia terrestre che volatile (Figura 8);
- creazione di isolotti all'interno delle vasche per creare movimentazione idraulica ed aree isolate per la nidificazione e la sosta degli uccelli;
- protezione della base delle sponde con piantagione di macrofite radicate sommerse (*Pragmites*, *Typha*, *Juncus*, ecc.)

Interventi sull'argine lato fiume:

- Sistemazione della vegetazione esistente ed integrazione con altre specie autoctone (Figura 6);

La nuova conformazione dell'area era stata impostata in modo tale che avesse le caratteristiche per

essere perennemente allagata con un'altezza di battente d'acqua di 20-30 cm, per permettere la frequentazione degli uccelli limicoli, già presenti nell'area "Le Mortine", ma che potesse fungere anche da cassa di espansione per le piene ordinarie del Volturno, avendo previsto un ingresso tarato ad una quota assoluta di 189.30 m s.l.m., livello di circa 1.0-1.3 m al di sopra del livello di morbida del fiume.

Per l'ingresso delle acque, in caso di piena, era prevista una soglia fissa realizzata con gabbionate, di adeguata ampiezza, completamente riempita con materiale lapideo, terreno e con l'inserimento di talle di specie autoctone, quali salici in varietà e ontani per il totale rinverdimento (*inlet*), sia per nascondere le strutture, sia per fare in modo che la crescita delle piante fungesse da elemento filtro naturale per i materiali trasportati

dalla corrente.

L'equilibrio idraulico dell'intera area era garantito da un'altra soglia di uscita (*outlet*), anch'essa realizzata con gabbionate rinverdite.

**REALIZZAZIONE: ERRORI ED OBIETTIVI MANCATI**

I lavori sono iniziati in ritardo, ad ottobre 2005, per questioni burocratiche. Purtroppo la direzione dei lavori è stata affidata ad un professionista esterno al consolidato gruppo di lavoro.

Questa scelta ha determinato la realizzazione del progetto con evidenti lacune ed errori di esecuzione, tra cui:

- il livello del piano campagna di progetto, circostante la zona umida, è stato rialzato di circa un metro



Figura 9 - Desolante vista dell'interno dell'area realizzata. Solo qualche talea (immersa in acqua) ha attecchito. Da notare la composizione molto grossolana delle pareti e la totale assenza di terreno vegetale.



Figura 10 - Talee secche sugli argini all'interno dell'area.



Figura 11 - Inlet realizzato. Totale assenza della vegetazione prevista e talee morte.

ricoprendo la superficie esistente con il materiale di scavo, formato prevalentemente da materiale inerte e ricoprendo il suolo esistente. Questo ha comportato la moria di tutta la vegetazione erbacea ed arbustiva presente e la necessità di dover attendere anni prima che possa attecchire altra vegetazione sul substrato realizzato (Figura 9);

- è stata eliminata la vegetazione spontanea arbustiva ed arborea da tutta l'area, ma non le piante di ulivo, che invece si sarebbero dovute "zollare" per ricollocarle fuori l'area;

- si è riscontrata una mancanza di conoscenza delle elementari regole di buona esecuzione delle opere di ingegneria naturalistica (ad esempio, le talee sono state infisse nelle pietre per qualche centimetro sia nelle mantellate che sugli argini, dopo la loro realizzazione. Mancando completamente terreno vegetale nel riempimento le talee sono rimaste a contatto con l'aria senza terreno e senza la possibilità di poter radicare) (Figure 10 e 11);

- è stata eliminata tutta la vegetazione ripariale presente sull'argine del Volturno, lasciando solo pochi e radi alberi (Figura 12);

- per la realizzare della mantellata sono state asportate le opere di difesa realizzate precedentemente. Ciò ha comportato la distruzione di un habitat ripariale che si era creato, compresa l'isola fluviale e l'area di calma a valle di essa;

- la mantellata a protezione dell'argine è stata realizzata non considerando il livello di magra del fiume, quindi il fiume sta erodendo al piede di essa causandone il progressivo cedimento;

- nonostante lo studio vegetazionale realizzato, conclusosi con la redazione di un abaco delle piante da utilizzare (Figura 8), sono state piantate specie di tipo ornamentale alloctone (ligustro, mirto, *Acer negundo* ed altre, che nulla hanno

a che fare con l'ambiente fluviale ripariale);

- la qualità delle acque doveva essere monitorata dall'ARPAC, in qualità di partner del progetto, ma nessun prelievo e relative analisi sono state effettuate sulle acque di falda (nei piezometri realizzati) e sulle acque superficiali, a valle della discarica e nell'area umida.

Tuttavia, all'interno delle aree perennemente allagate, si è attivato un processo naturale per cui si sta lentamente formando un ambiente umido che, sebbene non con le caratteristiche ed i tempi previsti in fase di progettazione, certamente sta contribuendo ad un miglioramento delle condizioni ambientali, ricreando un microhabitat adatto agli anfibi, che già numerosi si sono insediati. È inoltre ipotizzabile che i macroscopici errori segnalati vengano, con il tempo, "aggiustati" dalla mano della natura e dalla forza del fiume.

#### CONCLUSIONI

La realizzazione di una area umida sul Fiume Volturno, primo caso in Campania, voleva essere un'occasione per la sperimentazione della funzionalità di tali interventi e per una verifica progressiva del raggiungimento degli obiettivi



Figura 12 - Argine fluviale dopo la realizzazione (si veda la Figura 6 per confronto): la vegetazione riparia esistente è stata rimossa quasi completamente.

di progetto, così da poter essere un caso studio replicabile in altri contesti simili. Purtroppo, gli errori in fase di realizzazione hanno compromesso questa opportunità ed il raggiungimento degli obiettivi prefissati avrà bisogno di tempi molto più lunghi.

I molteplici errori esecutivi denunciano l'inesperienza o addirittura l'incapacità dell'impresa esecutrice; la direzione dei lavori ha dimostrato di non conoscere le problematiche legate alla realizzazione di un progetto così specifico quale un'area umida, la mancanza di capacità di controllo e gestione dei lavori, l'assenza di conoscenza delle più elementari tecniche di ingegneria naturalistica e di piantagione di specie vegetali. Sono inoltre stati proposti ed

eseguiti, in variante, opere di protezione spondale inadeguate e del tutto lontane dalla filosofia ispiratrice del progetto.

Non da meno si sottolinea l'"indifferenza" degli enti partecipanti al partenariato, decisamente competenti, che hanno, di fatto, ignorato le manchevolezze esecutive dei lavori. Il progetto qui descritto costituisce quindi un'occasione sprecata per realizzare un'opera particolare dalle molteplici peculiarità ed utilità per il territorio, dal punto di vista ambientale e fruitivo e per conoscere le valenze e le criticità di un'opera del genere nel contesto di progetto ed esecuzione, per verificarne la possibile replicabilità sul Volturno e su altri fiumi della regione Campania.



Figura 13 - Panoramica dall'outlet, dove prima vi era la zona di calma (si veda figura 3) adesso scorre il fiume (da destra verso sinistra). Da notare a sinistra segni di guado e passaggio di automezzi di cantiere, concausa della sparizione della zona di calma.





Il CIRF è un'associazione culturale tecnico scientifica senza fini di lucro, fondata nel 1999 per promuovere una gestione più sostenibile dei corsi d'acqua e favorire il dibattito tecnico-scientifico sull'approccio e le tecniche della riqualificazione fluviale.

Per conseguire questi obiettivi conduce attività di:

- formazione (corsi, viaggi studio, pubblicazioni tecnico-scientifiche);
- informazione (sito web, eventi, pubblicazioni divulgative, documenti di opinione);
- progetti pilota innovativi e ad alta valenza divulgativa (studi, piani..)

Attualmente il CIRF ricopre il ruolo di Segreteria Tecnica dell'*ECRR (European Centre for River Restoration)*, un'omologa organizzazione internazionale che mira a creare una rete europea tra istituzioni di rilievo nazionale che operano nel settore della Riqualificazione Fluviale.

Per informazioni [www.cirf.org](http://www.cirf.org).

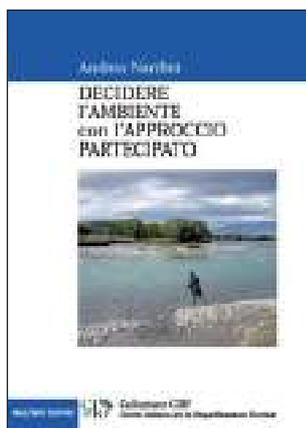
## LE NOSTRE PUBBLICAZIONI



### La Riqualificazione Fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio.

Un testo di 832 pagine che non si limita alle tecniche, ma le subordina alle strategie. Ma come metterle in pratica? Ecco allora le linee guida operative, rivolte soprattutto a chi ha potere decisionale; l'approccio tecnico integrato, una rivoluzione nel modo di pianificare e progettare; gli orientamenti alle tecniche d'intervento, dalla progettazione dell'assetto geomorfologico alle tecniche di protezione spondale e agli interventi di miglioramento dell'habitat; un metodo innovativo (FLEA) per misurare lo stato ecologico; i casi studio che illustrano esperienze reali.

Per una presentazione più esaustiva del testo è possibile consultare la pagina web: [www.cirf.org/pubbli/manualerf.php3](http://www.cirf.org/pubbli/manualerf.php3)



### Decidere l'ambiente. Una visione generale e indicazioni operative sulla problematica acqua, con esemplificazione sul fiume Taro.

Un libro che parla in modo originale delle tematiche inerenti le decisioni in ambito pubblico, che cerca di renderle accessibili con una esemplificazione sufficientemente completa da far capire di cosa si tratta, ma non eccessivamente profonda, per non disperdere il lettore.

Per una presentazione più esaustiva del testo è possibile consultare la pagina web: [www.cirf.org/pubbli/decamb.php3](http://www.cirf.org/pubbli/decamb.php3).

## CONDIZIONI DI VENDITA

L'acquisto può essere effettuato o presso la sede CIRF con ritiro diretto delle copie, oppure attraverso il sito Internet [www.cirf.org](http://www.cirf.org).

Costi (escluse spese postali)	Spese Postali	Modalità di pagamento
<u>La Riqualificazione Fluviale</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Associati CIRF: € 50,00</li><li>• Non associati CIRF: € 65,00</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pacco ordinario (consegna entro 10/12 giorni lavorativi): € 7,00</li><li>• Pacco celere (consegna entro 3 giorni lavorativi): € 9,10</li></ul>	Bonifico Bancario Contrassegno postale (solo per pacco ordinario)
<u>Decidere l'ambiente</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Associati CIRF: € 20,00</li><li>• Non associati CIRF: € 30,00</li></ul>		

Con il contributo di



AUTORITA' DI BACINO INTERREGIONALE  
DEL FIUME MAGRA



Con il patrocinio di



Regione Emilia-Romagna

