



greenchange



LIFE17 NAT/IT/00619 GREENCHANGE
Green infrastructures for increasing biodiversity
in Agro Pontino and Maltese rural areas

LINEE GUIDA PER LA GESTIONE AMBIENTALE DEI CANALI IRRIGUI E DEL RETICOLO IDROGRAFICO MINORE

Date:
20.11.2019

Version:
02.00

A cura di: Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale

Autori: G. Gusmaroli (coordinamento), G. Dodaro, A. Errico, M. Monaci

Sommario

1	ABSTRACT	3
2	PREMESSA.....	5
3	CONTESTO DI APPLICAZIONE.....	6
3.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	7
3.2	IDROGRAFIA	8
4	INTERVENTI INTEGRATI	13
4.1	LINEAMENTI GENERALI.....	13
4.2	BUONE PRATICHE	16
5	MANUTENZIONE DELLA VEGETAZIONE	22
5.1	LINEAMENTI GENERALI.....	22
5.2	FIUMI E TORRENTI: CRITERI DI INTERVENTO	35
5.3	PRO MEMORIA SINTETICO PER LA MANUTENZIONE	38
6	BIBLIOGRAFIA	40

1 ABSTRACT

The objective of this report is to illustrate techniques and good practices functional to a so-called environmental management of the drainage canals and of the small and medium-sized rivers and streams that plow the Agro Pontino.

Environmental management means an integrated and multi-objective way of managing water bodies, which tends to find a fair compromise between the need for mitigation of hydraulic risk, the need to provide good quality water for agriculture and the ecological role that drainage canals can develop, especially within highly artificialized agricultural areas.

The first part of the document describes the Agro Pontino territory and the history of its drainage, in order to frame the main hydrological characteristics and the most common problems that the Drainage Authority faces in the management of a vast network of drainage canals and of numerous natural water bodies. This description also briefly illustrates the main ecological features of this vast flat area, which is characterized by intense agricultural exploitation and preserves areas of high naturalistic value - largely these are small residual wetlands - isolated and disconnected from each other, with a ecological quality that is progressively worsening due to the numerous threats deriving mainly from anthropic activities. The main ones are: the increase in environmental fragmentation, linked to a low ecological functionality of the agricultural matrix; poor water quality, due to widespread pollution and poor self-purification capacity of water bodies; the growing spread of alien species.

In this context, both natural water bodies and drainage canals can play a very important ecological role, providing shelter and trophic resources and, above all, acting as an ecological corridor for many species of fauna. For these reasons it is important to analyze the possibilities of applying management methods other than traditional ones, such as to support local biodiversity and increase the ecological connectivity of the area.

The second part of the document therefore shows some examples of management strategies and interventions carried out in different Italian contexts, mainly drainage areas with characteristics similar to those of the Agro Pontino, which have aimed at a restoration of water bodies to achieve different objectives at the same time, including: increase in

ecological quality, mitigation of hydraulic risk, improvement of water quality, reduction of maintenance costs, new possibilities for recreational use of the territory by the population.

The final session is entirely dedicated to the problem of vegetation maintenance. In particular, the results of numerous researches and some demonstrative applications carried out in Italy are described which demonstrate how in many cases it is possible to obtain a consistent lowering of the water level and a consequent decrease in the risk of flooding without carrying out a complete cut of the vegetation present in the riverbed and along the banks, limiting themselves to mowing only a more or less wide portion according to the different hydraulic and environmental conditions (the so-called gentle maintenance).

2 PREMESSA

Il progetto LIFE GREENCHANGE, in linea con gli obiettivi della Strategia dell'UE per la biodiversità al 2020, e con la Comunicazione della Commissione sulle "infrastrutture verdi", mira a contrastare la perdita di biodiversità e a rafforzare il valore ecologico dei sistemi agricoli dell'Agro Pontino e maltesi attraverso la pianificazione e realizzazione di infrastrutture verdi e interventi multifunzionali nelle aree rurali, seminaturali e naturali.

Tra le azioni di conservazione previste dal progetto, è prevista la definizione di uno strumento di *governance* denominato "Patto per la Biodiversità" finalizzato a creare le condizioni di partenariato, condivisione di intenti e co-responsabilità per l'incremento della funzionalità e connettività ecologica del territorio agricolo (azione C1).

Nell'ambito del Patto è prevista la messa a punto di linee guida per la gestione dei corsi d'acqua presenti nei sistemi agro-ambientali dell'agropontino, che fungeranno da riferimento metodologico per gli accordi che verranno stipulati con le aziende agricole frontiste.

Il presente documento costituisce il prodotto atteso dall'azione di cui sopra e sarà oggetto di ulteriore sviluppo e implementazione insieme all'associazione nazionale dei Consorzi di bonifica e irrigazione (ANBI) nell'ambito delle azioni di *networking* e disseminazione di progetto (azione E.3, sub-azione E.3.1).

3 CONTESTO DI APPLICAZIONE

Le azioni previste dal progetto GreenChange interesseranno parte del reticolo idrografico dell'Agro Pontino, un'estesa pianura costiera del Lazio meridionale compresa fra i Monti Lepini-Ausoni a NE e il Mar Tirreno a SO e SE, mentre a NO – dove non esiste un segno fisiografico ben definito - il confine si fa convenzionalmente coincidere con il corso medio e inferiore del Fiume Astura. Quest'area ha una dimensione complessiva di circa 100.000 ha e comprende parte dei territori di 11 comuni della provincia di Latina (Aprilia, Cisterna di Latina, Cori, Latina, Pontinia, Sabaudia, San Felice Circeo, Sermoneta, Sezze, Sonnino, Terracina). Al suo interno è possibile riconoscere tre ambiti paesaggistici differenti:

- la fascia costiera, segnata dalla presenza di un ampio cordone dunale – sebbene fortemente ridotto rispetto alle dimensioni del passato – e di estesi laghi retrodunali;
- la fascia intermedia, a prevalente vocazione agricola, contraddistinta da una maggiore variabilità altimetrica, in cui ancora si riconoscono i segni di zone più depresse, a forte ristagno idrico (un tempo dette piscine), e di altre rilevate e più asciutte (tradizionalmente definite lestre);
- la fascia a ridosso delle prime propaggini dei Monti Lepini e Ausoni, che ospitava la porzione più estesa delle paludi pontine, oggi occupata da zone industriali e superfici agricole prevalentemente intensive.

Sotto il profilo strettamente geomorfologico la Pianura Pontina possiede i caratteri tipici di una piana costiera; è tuttavia possibile distinguere un settore "interno", ad evoluzione più alluvionale, ed uno più propriamente costiero. La linea di demarcazione tra i due viene normalmente identificata nel Fiume Sisto che attraversa approssimativamente in direzione NW-SE la maggior parte della piana, per una lunghezza complessiva di circa 35 km.

La porzione nord-orientale, interna, è legata agli apporti sedimentari dei corsi d'acqua che scendono dai versanti della catena Lepino-Ausona e dagli apporti idrici delle sorgenti basali, assumendo così i caratteri prevalenti di pianura alluvionale.

L'ambito più prossimo al mare detiene invece i caratteri prevalenti di pianura costiera, con un assetto governato dall'andamento del regime sedimentario litoraneo e dalla conseguente evoluzione della linea di riva.

Queste differenze si riflettono in parte anche sul profilo altimetrico. Il settore ubicato a NE e SE del fiume Sisto è contraddistinto da quote non superiori ai 10 m s.l.m. La porzione ad W del Sisto, con andamento sub parallelo alla linea di costa, è mediamente più elevata, con valori fino a 25 m s.l.m.. Nell'area a ridosso della duna costiera attuale è presente un'altra zona depressa, con quote anche al di sotto dell'attuale livello del mare.

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nella Pianura Pontina affiorano depositi plio-quaternari che dalla catena del Lepini e degli Ausoni si estendono fino all'attuale linea di costa. La successione sedimentaria si è sviluppata a partire da un ambiente deposizionale di tipo marino che è passato ad un ambiente transizionale costiero e poi ad uno continentale di tipo lacustro-fluviale.

Questa evoluzione si ripercuote in una grande variabilità verticale e laterale dei depositi. In dettaglio possono essere raggruppati in alcune grandi classi in relazione alla loro composizione e modalità di deposizione:

- terreni torbosi di origine lacustro-fluviali dell'Olocene;
- argille marine e transizionali, sabbie e ghiaie continentali e marine del Pleistocene superiore;
- depositi sabbiosi-limosi litorali e transizionali del Pleistocene medio;
- piroclastiti ed epivolcaniti riconducibili al vulcanismo albano;
- argille azzurre con intercalazioni sabbioseplio-pleistoceniche;
- depositi marini detritici del Pliocene.

I depositi lacustro-fluviali olocenici e pleistocenici, sono rappresentati da una grande varietà di terreni a differente composizione granulometrica e caratterizzati da marcate eteropie laterali: sabbie e argille, limi lagunari e lacustri, torbe e sedimenti alluvionali detritici in cui si intercalano livelli e/o orizzonti di travertini.

La parte emersa della struttura Lepino-Ausona, rappresentata da calcari di piattaforma con potenze di centinaia di metri, è interessata da vistosi fenomeni carsici ed ospita una falda imponente; ai bordi della dorsale, lungo il contatto con i depositi a minor permeabilità, vi sono allineate una serie di sorgenti con portate discrete. Parte della struttura carbonatica ospita invece un acquifero imprigionato.

3.2 IDROGRAFIA

Le caratteristiche idrogeologiche della Pianura Pontina dipendono in larga misura dai rapporti di giacitura che si sono determinati nel tempo tra i complessi geologici di diversa litologia.

Nell'area si individuano due circolazioni idrogeologiche principali:

- un acquifero carsico, all'interno dei depositi essenzialmente calcarei che costituiscono la dorsale lepina;
- un acquifero superficiale contenuto nei terreni quaternari della Pianura Pontina.

L'assetto idrogeologico sotto la piana è complesso. Si riconoscono un acquifero non-confinato vicino alla superficie, acquiferi multipli confinati e semi-confinati di limitata estensione a profondità maggiori e alla base un acquifero carbonatico ribassato, ricaricato dalla circolazione proveniente dai Lepini.

Le profondità delle falde confinate sono variabili all'interno dei depositi quaternari e in alcuni casi in condizione di artesianità.

Il reticolo fluviale è di due tipi:

- naturale, con corsi d'acqua che dalla dorsale appenninica arrivano al Tirreno a N e a S del Circeo;
- artificiale, costituito da una serie di canali e fossi realizzati durante differenti iniziative di bonifica.

Il reticolo naturale nella piana è alimentato principalmente dalle sorgenti poste lungo il margine occidentale dei Lepini. Si tratta prevalentemente di emergenze puntuali ma si ritrovano anche sorgenti lineari lungo il corso del fiume Ufente, nei tratti in cui scorre più vicino alla dorsale.

Il reticolo artificiale rappresenta certamente uno dei principali segni distintivi di questo territorio, che fin da tempi remoti è stato interessato da trasformazioni delle aree paludose finalizzate alla realizzazione di insediamenti ed attività antropiche.

L'intervento di bonifica più significativo e completo, nell'antichità, venne avviato in epoca romana e portò alla realizzazione di numerose opere di regimazione dei principali corsi d'acqua e al risanamento di ampie porzioni di territorio, tanto da consentire il passaggio della Via Appia. La disgregazione dell'Impero Romano e il conseguente abbandono delle opere realizzate, fecero tornare la zona alla sua condizione originaria.

Un successivo intervento di bonifica rilevante fu realizzato a partire dal 1776, ad opera di Papa Pio VI. I lavori durarono per circa 20 anni e portarono ad una profonda riorganizzazione del reticolo idrografico, impostando un assetto del territorio che in alcuni caratteri principali si mantiene ancora oggi.

Di seguito, nel 1862, venne istituito il "Consorzio Idraulico della Bonificazione Pontina" dalla cui divisione ebbero origine il "Consorzio di Bonifica di Latina" e il "Consorzio della Bonificazione Pontina", recentemente riunificati sotto il "Consorzio di Bonifica dell'Agro Pontino".

Nel 1900 il Parlamento Italiano approvò il testo unico sulla bonifica delle terre paludose e dopo la Prima guerra mondiale venne realizzato il primo studio organico per la bonifica dell'Agro Pontino, eseguito nel 1918 dall'Ing. Marchi del Genio Civile di Roma. A seguito di tale studio, le paludi pontine furono divise in due aree, una affidata al Consorzio della Bonificazione Pontina, a sinistra del fiume Sisto, e l'altra al Consorzio di Bonifica di Piscinara, poi divenuto Consorzio di Bonifica di Latina, alla destra del fiume Sisto.

Il progetto del Marchi era basato sulla separazione delle acque e i criteri informativi dell'attuale bonifica non sono che l'applicazione pratica del suo studio. Uno degli elementi fondanti del progetto è stata la previsione del prosciugamento meccanico, mediante idrovore, dei terreni in cui il drenaggio non avveniva naturalmente per via della morfologia dei luoghi.

La cosiddetta "Grande Bonifica Integrale", realizzata in epoca fascista, trasformò radicalmente l'ambiente della pianura pontina, attraverso la realizzazione di una fitta rete di canalizzazioni, lunga nel complesso circa 200 km, che permette, ancora oggi, il drenaggio delle acque della pianura.

Attuando l'ipotesi del Marchi della separazione delle acque, il territorio fu diviso in tre bacini idrografici principali: le Acque Alte, le Acque Medie e le Acque Basse.

Il bacino delle Acque Alte è costituito da tutti i corsi d'acqua che data la provenienza hanno sufficiente pendenza e velocità per defluire a mare autonomamente ma che prima della bonifica s'immettevano direttamente nelle paludi. La principale opera di separazione tra le acque alte e il resto dell'Agro pontino è il Canale Acque Alte (poi denominato Canale Mussolini e successivamente, per la sola foce, Moscarello) che attraversa la fascia settentrionale della pianura trasversalmente ai corsi d'acqua naturali provenienti dai Monti Lepini e dai Colli Albani e ne intercetta l'apporto idrico, conferendolo direttamente a mare in località Foce Verde (comune di Latina).

Il bacino detto delle Acque Medie raccoglie le acque provenienti dai territori posti sopra il livello del mare ma il cui deflusso verso mare è ostacolato dalla maggiore altimetria della fascia costiera, in corrispondenza del cordone dunale antico e recente. È caratterizzato dalla presenza di tre canali principali:

- il Canale delle Acque Medie, che ricalca in buona parte il tracciato di una canalizzazione di epoca volsca e che, nel tratto terminale assume il nome di Rio Martino e segna il confine tra i comuni di Latina e Sabaudia;
- il Canale Sisto, che defluisce a mare tra Terracina e il promontorio del Circeo e che corre all'incirca lungo la linea di demarcazione tra gli affioramenti più arretrati della duna quaternaria e la pianura alluvionale;
- il Canale Linea Pio VI, che origina dal Canale Sisto come scolmatore di piena e corre per la quasi totalità del suo corso in adiacenza alla via Appia, per poi defluire a mare a Terracina, con un tratto finale in cui è pensile.

Il bacino delle Acque Basse interessa i terreni che in grande prevalenza si trovano al livello del mare o al di sotto. Il deflusso delle acque è garantito per sollevamento meccanico tramite 22 impianti idrovori che drenano circa 20 km². Tra questi il principale è quello di Mazzocchio, uno dei più grandi d'Europa, che solleva le acque conferendole nel corso pensile del fiume Ufente e poi nella Linea Pio VI (collettore portatore), nei pressi di Terracina. Gli impianti idrovori minori a carattere locale sollevano le acque e le immettono in canali secondari, che riversano la propria portata quasi sempre nel canale Linea Pio VI.

Questa profonda opera di riassetto idraulico e fondiario - assieme all'immigrazione di migliaia di famiglie di coloni provenienti dal Nord-Est dell'Italia e all'edificazione di nuovi centri urbani nella campagna bonificata (le cosiddette "città di fondazione") - hanno dunque avviato una profonda modificazione del territorio che è poi proseguita negli anni. Sebbene la matrice rurale, permeata dal reticolo idrografico dei canali di bonifica, rappresenti ancora l'aspetto dominante di quest'area, lo sviluppo urbano diffuso e la progressiva industrializzazione dell'agricoltura hanno acuito l'intensità delle trasformazioni, con una evidente alterazione del paesaggio e una rilevante perdita di biodiversità.

L'Agro Pontino rimane oggi una zona a forte vocazione agricola e alimentare, con la presenza di alcuni settori di punta che la collocano ai vertici regionali e nazionali (orticoltura, kiwi, olive da mensa e latte di bufala). Le produzioni sono intensive e specializzate, in pieno campo e in serra, e la frammentazione fondiaria è molto significativa.

Se si esclude il Parco Nazionale del Circeo, le aree di particolare valenza naturalistica risultano frammentate, isolate e fortemente minacciate. L'area di progetto è interessata dalla presenza di tre siti della rete Natura 2000: IT6040002 "Ninfa (ambienti acquatici)", IT6040003 "Laghi Gricilli" e IT6040008 "Canali in disuso della bonifica pontina". Gli ultimi due, in particolare, dipendono fortemente dalla qualità del reticolo idrografico di bonifica e mostrano attualmente una condizione generale meritevole di azioni di maggiore tutela e valorizzazione.

Anche la matrice agricola necessita di interventi e iniziative di riqualificazione, per ridurre gli impatti ambientali delle attività colturali e incrementare la sua capacità di fornitura di servizi ecosistemici. Per quanto attiene alla qualità ecologica del territorio, è noto che nelle zone di pianura a forte antropizzazione, le aree agricole possono svolgere un ruolo molto importante per la conservazione della biodiversità e della permeabilità del territorio, rappresentando superfici libere che possono supportare le esigenze trofiche e dispersive di alcune specie. Queste funzioni sono sostenute soprattutto in quelle zone in cui accanto alle colture permangono elementi naturali residuali quali piccole zone umide, siepi e filari, grandi alberi isolati e macchie di vegetazione naturale, che arricchiscono la qualità ambientale a scala di paesaggio.

Questa condizione appare oggi molto limitata all'interno dell'Agro Pontino, che ha perso quasi ovunque i caratteri idonei a ospitare un numero e una varietà di specie sufficiente a consentire uno stato di conservazione accettabile degli agroecosistemi. L'aumentata artificializzazione e le pratiche colturali intensive riducono la disponibilità di rifugi per la

fauna selvatica, il che ha portato alla diminuzione nella presenza delle specie di rilevante interesse conservazionistico. Questo vale ad esempio per gli Anfibi, la cui diffusione è diminuita a causa della crescente riduzione delle aree umide. Per quanto riguarda gli Uccelli, la forte meccanizzazione agricola, l'uso di prodotti chimici di sintesi, l'eliminazione di elementi naturali residui (siepi, filari, alberi isolati, muretti a secco) costituiscono fattori che, secondo una dinamica comune a molti altri contesti nazionali ed europei, influisce fortemente sullo stato di conservazione delle popolazioni di *farmland species*. L'utilizzo diffuso di prodotti inquinanti nella conduzione delle pratiche agricole determina l'incremento del carico di nutrienti sul reticolo idrografico minore. Ciò comporta un forte depauperamento della qualità delle acque e la forte alterazione – o la scomparsa – delle comunità di fauna acquatica. Sia i canali di bonifica che i corpi idrici naturali sono regimati, rettificati, con forti riduzioni della portata idrica. A ciò si aggiunge l'utilizzo di modalità di gestione della vegetazione spondale e in alveo di tipo tradizionale, che comporta sovente l'intera eliminazione della stessa lungo tutto il corso dei corpi idrici. Il complesso di questi fattori comporta la rarefazione e la scomparsa di habitat igrofili, riducendo le possibilità riproduttive di Anfibi, Rettili e Uccelli acquatici.

In questo contesto, pertanto, l'applicazione di modalità di gestione gentile e multicriteriale del reticolo idrografico, assume una particolare valenza per la ricostituzione di adeguati livelli di connettività ecologica. Nelle aree a forte presenza antropica, in cui gli ambiti naturali sono rarefatti e frammentati, i corsi d'acqua ed i canali artificiali possono svolgere infatti importanti funzioni connettive, fungendo da vie preferenziali di dispersione per alcune specie e da habitat rifugio, trofici e riproduttivi per altre.

4 INTERVENTI INTEGRATI

4.1 LINEAMENTI GENERALI

Numerose sono le problematiche che i Consorzi di bonifica devono affrontare nella loro azione di governo quotidiano del territorio: alluvioni, scarsa qualità dell'acqua, dissesto spondale, depauperamento della qualità ecologica e paesaggistica del reticolo idrografico e delle aree attraversate.

Garantire gli insediamenti e le popolazioni contro il rischio di alluvioni costituisce uno dei principali obiettivi dei Consorzi di bonifica: a tal fine i canali sono costruiti e gestiti affinché possano allontanare le acque dai territori nel minor tempo possibile, così da evitare esondazioni su centri abitati e aree agricole.

L'enorme sviluppo degli insediamenti degli ultimi decenni ha però reso la gestione del rischio idraulico da parte dei Consorzi sempre più problematica: le portate da smaltire sono, infatti, ulteriormente aumentate come conseguenza dell'urbanizzazione e le reti consortili faticano ora, in molte situazioni, a veicolare verso valle l'ingente massa d'acqua che si riversa nei canali.

Le acque del reticolo artificiale manifestano inoltre spesso problemi di qualità che causano degradazione delle condizioni dell'ecosistema acquatico e problemi alle aziende agricole che le utilizzano per l'irrigazione, oltre che disagi per la fruizione.

Causa di questa situazione è l'immissione di acque ricche di nutrienti provenienti dalle aree agricole e la presenza di scarichi puntiformi che riversano nei canali le acque provenienti dagli impianti di depurazione e dagli scolmatori della rete fognaria. La scarsa capacità autodepurativa dei canali aggrava inoltre il problema: sezioni regolari prive di disomogeneità, scarsa presenza di vegetazione in alveo e lungo le sponde e tracciato tendenzialmente rettilineo, diminuiscono, infatti, i tempi di residenza delle acque e la presenza di comunità biologiche utili per la degradazione naturale degli inquinanti.

Dal punto di vista strutturale, le sponde dei canali sono spesso soggette a fenomeni di dissesto e negli anni tendono a perdere la loro conformazione originale e ad arretrare a discapito dei terreni retrostanti, a causa dell'instabilità spondale per mancanza di coesione, per sifonamenti, per eccesso di carico, per l'assenza di vegetazione come elemento che

fornisce stabilità alla sponda stessa e per la stessa azione dei mezzi meccanici utilizzati per svolgere gli interventi di manutenzione periodica del canale.

La configurazione artificiale dei canali, a sezione regolare, andamento rettilineo e privi di elementi di diversificazione ecologica, ha, infine, progressivamente determinato la semplificazione e il degrado dell'ambiente di pianura, che mantiene tuttavia le potenzialità per un significativo incremento della sua naturalità grazie proprio alla presenza del fitto intreccio di canali che attraversano e interconnettono il territorio, a formare la struttura di una potenziale rete ecologica.

La soluzione di queste problematiche richiede ingenti sforzi economici e tecnici per adeguare la rete dei canali alla nuova situazione, ma costituisce anche un'occasione per rivisitare la strategia di gestione dei canali, così da ampliare il campo dei benefici ottenibili che gli importanti investimenti richiesti possono dare al territorio.

Numerose esperienze estere ed italiane suggeriscono come una strategia di progettazione multiobiettivo dei canali, basata su principi ecologici, possa essere una scelta vincente per affrontare le numerose problematiche tecniche e sfruttare le potenzialità ecologiche, paesaggistiche e fruibili evidenziate.

Secondo tale filosofia progettuale, dal punto di vista della gestione delle alluvioni, scopo degli interventi dovrebbe essere quello di "rallentare le acque" durante gli eventi di piena mentre attraversano il territorio rurale, così da aumentare la capacità di laminazione da parte di canali e di zone poco urbanizzate, per evitare pericolose esondazioni nelle zone poste a valle e individuate come siti da proteggere. Tale strategia si traduce concretamente in diverse azioni possibili: ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali, creazione di nuove porzioni di reticolo consortile assimilabili a corsi d'acqua naturali, esondazione controllata delle piene sul terreno rurale, che diviene così elemento da valorizzare e riqualificare, essenziale per proteggere le aree abitate.

Una strategia utile per il miglioramento della qualità delle acque secondo una logica multiobiettivo richiede invece di integrare i classici interventi alla fonte (depurazione degli inquinanti immessi in modo puntuale), con azioni volte al recupero della capacità autodepurativa dei canali e del territorio, che possono generare benefici anche nei confronti della biodiversità, del paesaggio, della stabilità delle sponde, della fruibilità.

I medesimi interventi di ampliamento dei canali realizzati per finalità idrauliche, di aumento della loro funzionalità ecologica e di rallentamento delle piene, costituiscono quindi le

precondizioni affinché i canali possano incrementare la loro capacità autodepurativa, contribuendo a migliorare la qualità dell'acqua fluente; in questo senso, una progettazione multiobiettivo finalizzata ad ottimizzare la gestione del rischio idraulico, della qualità dell'acqua e dell'ecosistema acquatico permette di ottimizzare l'uso delle risorse economiche disponibili.

Canali riqualificati dal punto di vista ecologico necessitano generalmente di minori interventi di gestione e consolidamento delle sponde e permettono di ridurre i conseguenti costi di manutenzione: nel caso si renda comunque necessario intervenire per consolidare le sponde, ad esempio in canali non riqualificati, è possibile adottare una strategia più convenzionale ma comunque innovativa se applicata ai canali, che prevede di affidare la stabilità delle sponde all'insediamento su di esse di vegetazione arbustiva e arborea oppure di utilizzare le tecniche dell'ingegneria naturalistica "viva" come utile strumento di supporto per raggiungere i risultati voluti.

Gli interventi multiobiettivo sopra delineati permettono di incrementare in modo deciso la funzionalità ecologica dei canali: centrando invece l'attenzione solo su quest'ultimo fine, è possibile mettere in campo interventi prettamente naturalistici, focalizzati ad esempio sulla forestazione delle rive e delle aree golenali dei canali o sulla creazione di microhabitat finalizzati a favorire determinate specie di fauna e flora, così da sfruttare l'enorme estensione della rete consortile e la sua grande capacità di interconnessione del territorio, che costituisce un'opportunità per incrementare in modo significativo la valenza ecosistemica della pianura.

4.2 BUONE PRATICHE

La strategia di riqualificazione multiobiettivo dei canali delineata al capitolo precedente ha trovato applicazione prima sperimentale e poi ordinaria in diversi Consorzi di bonifica italiani, che hanno iniziato a mutare l'approccio alla gestione del rischio alluvionale, della qualità dell'acqua, del dissesto spondale e della qualità ecologica e paesaggistica del territorio.

Si riportano di seguito alcuni esempi tratti dal "Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua a supporto dei consorzi di bonifica" (Veneto Agricoltura, 2012) e dalle "Linee guida per la riqualificazione ambientale dei canali di bonifica in Emilia-Romagna" (Regione Emilia-Romagna, 2015).

TIPOLOGIA: Ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali

INTERVENTO: Riqualificazione del collettore Favaro

ATTUATORE: Consorzio di bonifica Acque Risorgive (Veneto)

L'allargamento naturalistico delle sezioni dei canali e la creazione di alvei sinuosi e diversificati prevede lo sbancamento di una o entrambe le sponde e la creazione di golene allagabili periodicamente, allo scopo di aumentare la sezione disponibile al deflusso delle acque.

L'intervento è completato con la messa a dimora di alberi e arbusti nella golena e/o lungo le sponde dell'alveo di magra, in funzione delle verifiche idrauliche e della scabrezza consentita; l'ampia sezione consente inoltre, solitamente, il mantenimento, la crescita spontanea e/o l'inserimento di piante palustri in alveo, su cui eventualmente eseguire uno sfalcio periodico tendenzialmente a frequenza minore rispetto alla situazione pre-allargamento.

L'alveo così riqualificato e attentamente progettato dal punto di vista naturalistico permette di mantenere o introdurre processi di diversificazione morfologica e aree a diversa velocità di corrente e profondità, che favoriscono la creazione e il mantenimento di habitat, con benefici effetti per le specie animali e vegetali.

Gli allargamenti di sezione di tipo naturaliforme, oltre a permettere un aumento dei volumi disponibili per accogliere e laminare le piene e un complessivo miglioramento

dell'ecosistema del canale, apportano benefici alla qualità dell'acqua grazie all'aumento della capacità autodepurativa, riqualificano il paesaggio di pianura e incrementano le possibilità di fruizione del territorio.



Allargamento di sezione del Collettore Favaro e creazione di golene allagabili colonizzate da vegetazione palustre (Consorzio di bonifica Acque Risorgive).

TIPOLOGIA: Creazione di zone umide in alveo

INTERVENTO: riqualificazione della Fossa Pagana

ATTUATORE: Consorzio di bonifica Acque Risorgive (VE)

Le zone umide (wetland) in alveo sono una tipologia d'intervento che punta a ricreare le caratteristiche idrauliche, vegetazionali, ambientali e i processi biologici propri delle zone umide naturali, al fine di migliorare la qualità delle acque dei corpi idrici, nel caso specifico dei canali; in queste aree, ottenute allargando parte del canale per ricreare lungo il suo tracciato una vasca naturaliforme, profonda qualche decina di centimetri, occupata dall'acqua che scorre lentamente verso valle e colonizzata da vegetazione acquatica, si svolgono infatti i processi autodepurativi tipici delle zone umide.

Le wetland trattano i carichi inquinanti (nutrienti, BOD, solidi sospesi) una volta che questi hanno già raggiunto il corso d'acqua; possono quindi essere utilizzate nei casi in cui non sia più possibile, o non sia sufficiente, intervenire sulla fonte degli inquinanti prima che questi giungano al canale.

Le zone umide in alveo permettono il trattamento di tutta la portata di un corso d'acqua e sono quindi spesso utilizzate su corpi idrici di piccole dimensioni, in particolare lungo i canali, i quali possono trarre un elevato beneficio non solo in termini di miglioramento della qualità dell'acqua ma anche di diversificazione di un ecosistema generalmente banalizzato.



Costruzione di una zona umida in alveo lungo la Fossa Pagana. A sinistra: il canale prima della realizzazione degli interventi di riqualificazione. A destra: allargamento e rimodellamento della sezione al fine di costruire la zona umida in alveo (Consorzio di bonifica Acque Risorgive).

TIPOLOGIA: Palificata semplice rinverditata con palo frontale verticale

INTERVENTO: riqualificazione del canale di Budrione

ATTUATORE: Consorzio di bonifica Emilia Centrale (Emilia Romagna)

La palificata semplice è costituita da un'incastellatura di tronchi in legname tondo composta da pali appuntiti e inseriti nel pendio stesso e da una sola fila di pali posti orizzontalmente sul lato esterno dell'opera, fissati tra loro a formare camere frontali nelle quali vengono inserite fascine e astoni di salicacee. Frontalmente è presente un palo verticale sul quale sono chiodati i tronchi correnti e quelli trasversi. Lo sviluppo dell'apparato radicale della vegetazione messa a dimora (astoni) crea in pochi anni un'armatura nel terreno con effetto stabilizzante: la funzione della parte strutturale è infatti da considerarsi transitoria ed è progressivamente sostituita dall'azione consolidante delle piante. Nell'applicazione qui mostrata, la palificata fornisce protezione al piede e alla sponda stessa e ne garantisce il consolidamento; grazie alla messa a dimora di astoni, essa consente inoltre di ottenere, oltre all'effetto strutturale, anche la contemporanea formazione di una fascia riparia, seppur inizialmente semplificata. Essa determina comunque una certa artificializzazione della sponda ed è raccomandabile solo nei contesti nei quali sia necessario mantenere una sponda stabile.



A sinistra: palificata semplice rinverditata con palo frontale realizzata lungo un canale onde evitare dissesti in corrispondenza di una strada. L'intervento è stato poi completato mediante messa a dimora di astoni di salice sulla sommità dell'opera, così da creare una fascia riparia seppur semplificata. A destra: l'intervento dopo 4 anni (Canale di Budrione – Provincia di Modena), ove si nota la fascia riparia a salici sviluppatasi in seguito alla realizzazione della palificata viva (Consorzio di bonifica dell'Emilia centrale).

TIPOLOGIA: Creazione di zone umide fuori alveo

INTERVENTO: creazione dell'area umida di Cà di mezzo

ATTUATORE: Consorzio di bonifica Adige Euganeo (Veneto)

Le zone umide fuori alveo hanno una struttura analoga a quelle in alveo, ma differiscono da queste ultime nel sistema di alimentazione, costituito da un canale derivatore, preferibilmente seminaturale, che permette di alimentare la zona umida con una frazione della portata complessiva del corso d'acqua.

Si tratta quindi di sistemi che, a parità di tipologia e dimensioni del canale, possono trattare una portata inferiore rispetto alle zone umide in alveo, attraversate dall'intero flusso idrico, ma che in genere presentano migliori prestazioni grazie al mantenimento di condizioni più costanti per l'ottenimento di una capacità autodepurativa massima in ogni stagione dell'anno e indipendentemente dal regime idraulico del canale stesso.

Questa tipologia di zone umide può essere utilizzata per depurare una quota della portata ordinaria (in questo caso l'alimentazione è costante e l'efficienza di rimozione degli inquinanti, dipendente dal tempo di ritenzione, è massima) o per laminare e depurare le sole portate di piena (l'alimentazione è sporadica e lo scopo principale è la laminazione dei picchi di portata nel canale).



Zona umida fuori alveo "Cà di mezzo" (Consorzio di bonifica Adige Euganeo).

TIPOLOGIA: Controllo dell'inquinamento diffuso

INTERVENTO: Realizzazione di fasce tampone boscate

ATTUATORE: Consorzio di bonifica Acque Risorgive (Veneto)

Le Fasce Tampone Boscate (FTB) sono dei sistemi costituiti da filari di vegetazione arborea e arbustiva posti generalmente lungo le sponde dei corsi d'acqua o, ancor meglio, lungo la fitta rete di scoline presenti nei campi coltivati, in grado di intercettare e ridurre i nutrienti (azoto o fosforo) generati principalmente dalle attività agricole e diretti ai corpi idrici.

L'azione depurativa avviene grazie a una serie di processi che si svolgono sia nel soprassuolo (ad esempio ritenzione dei sedimenti da parte della vegetazione) sia e soprattutto nella porzione di suolo interessata dagli apparati radicali (rizosfera).

Condizione necessaria perché i processi di denitrificazione avvengano è che i nutrienti, veicolati dai deflussi superficiali o sub-superficiali o per risalita della falda, attraversino questi sistemi arborei: da ciò ne consegue che non necessariamente ciascuna siepe o filare posto lungo un corso d'acqua possa essere definito fascia tampone, non potendo sempre svolgere il processo di rimozione degli inquinanti (effetto tampone).



Filare arboreo-arbustivo con finalità naturalistiche e funzione di fascia tampone boscata posto sulla sponda subito a ridosso del ciglio: la pista di manutenzione rimane transitabile e la vegetazione non interferisce con la funzionalità idraulica del canale (Consorzio di bonifica Acque Risorgive).

5 MANUTENZIONE DELLA VEGETAZIONE

5.1 LINEAMENTI GENERALI

Le positive ricadute ambientali legate alla presenza di vegetazione in alveo lungo i corpi idrici sono innumerevoli: la comunità vegetale acquatica fornisce ad esempio risorse alimentari, ambienti di rifugio e substrati a una ricca varietà di vertebrati e invertebrati e può permettere perciò al canale di ospitare un numero elevato di specie e di sviluppare comunità animali e vegetali più stabili. Per la gestione ambientale dei corsi d'acqua a supporto dei consorzi di bonifica.

Le foglie e gli steli della vegetazione costituiscono inoltre un esteso substrato che favorisce la colonizzazione da parte del *perifiton*, cioè dell'insieme di alghe, batteri, protozoi, detriti organici, particelle di carbonato di calcio che costituiscono un *biofilm* in grado di decomporre la sostanza organica presente nell'acqua, di assimilare i nutrienti e di favorire la trasformazione dell'azoto nitrico disciolto in azoto gassoso: la presenza delle piante acquatiche all'interno dell'alveo favorisce quindi la depurazione naturale delle acque e attenua così gli effetti dell'inquinamento in esse presente. La presenza di vegetazione acquatica al piede di sponda ha inoltre benefici effetti nei confronti del dissesto spondale e può permettere di diminuire le necessità di ripresa frane e consolidamento spondale.

D'altro canto, lo sviluppo eccessivo della vegetazione acquatica lungo i canali ed i fiumi può ridurre la loro funzionalità idraulica e portare all'esondazione delle acque in caso di eventi meteorici intensi. Gli Enti responsabili della gestione del reticolo idrografico eseguono pertanto frequenti interventi di manutenzione della vegetazione (sfalcio o trinciatura) allo scopo di evitarne la proliferazione e impedire così l'allagamento delle aree prospicienti i canali.

Spesso tali operazioni di manutenzione prevedono la rimozione pressoché completa della vegetazione e la perdita delle potenzialità ecologiche ad essa associate, trasformando così

fiumi e canali in ecosistemi degradati e banalizzati. L'attuale presa di coscienza in merito all'importanza ecologica della vegetazione in alveo ha però iniziato a modificare tale approccio e ha portato allo sviluppo di prassi di manutenzione più attente alla conservazione dell'ecosistema acquatico, basate su modalità di taglio più conservative della vegetazione acquatica o sull'uso dell'ombreggiamento come tecnica alternativa per il suo controllo. Numerose esperienze hanno infatti mostrato come in molti casi sia possibile ottenere un consistente abbassamento del livello idrico e una conseguente diminuzione del rischio di esondazione senza effettuare un taglio completo della vegetazione presente in alveo e lungo le sponde, limitandosi a sfalciarne solo una porzione più o meno larga in funzione delle diverse situazioni e ad effettuare tagli selettivi sulla vegetazione arborea. Queste esperienze hanno quindi aperto la strada alla sperimentazione delle modalità di "gestione gentile" (*gentle maintenance*) della vegetazione acquatica e spondale illustrate nel presente capitolo, che necessitano ora di essere sperimentate e adattate alle diverse tipologie di canali e alle differenti situazioni presenti nei Consorzi di bonifica dell'Agro Pontino, ricercando il giusto equilibrio tra le esigenze di sicurezza idraulica e quelle ambientali, paesaggistiche e fruttive dei canali.

La manutenzione a basso impatto della vegetazione in alveo permette un notevole incremento della biodiversità dei canali: la manutenzione continua e caratterizzata dall'asportazione totale della vegetazione genera infatti una netta riduzione delle specie vegetali e animali presenti nel corso d'acqua e la conseguente proliferazione di poche specie molto resistenti e ben adattate a questo tipo di stress. Lo sviluppo e il mantenimento della vegetazione favorisce invece un incremento del numero di specie vegetali presenti nei canali che, a medio-lungo termine, può permettere di tenere sotto controllo lo sviluppo delle specie invasive; si può inoltre assistere all'arricchimento delle zoocenosi, che dalla vegetazione traggono risorse alimentari, ambienti di rifugio e habitat per lo svolgimento delle diverse fasi del ciclo vitale. La vegetazione in alveo, come già ricordato, incrementa inoltre la capacità autodepurativa grazie al ruolo diretto (assorbimento) e indiretto (sostegno alle comunità batteriche) esercitato dalla vegetazione nella trasformazione, nell'immagazzinamento e nell'utilizzo delle sostanze veicolate dalle acque.

CANALI DI BONIFICA: CRITERI DI INTERVENTO

I principali interventi di manutenzione per il controllo della vegetazione acquatica e spondale attenti alle peculiarità naturalistiche dei canali possono essere così classificati:

- 1) controllo diretto della vegetazione acquatica e spondale
- 2) controllo indiretto della vegetazione acquatica e spondale.

Nei paragrafi seguenti si forniscono indicazioni tecniche per la realizzazione degli interventi di manutenzione proposti, indicazioni che permettono di inquadrare, senza la pretesa di essere esaustivi, gli aspetti principali di cui tener conto in fase di pianificazione e progettazione di tali interventi.

Interventi per il controllo diretto della vegetazione acquatica e spondale

Le modalità di manutenzione a basso impatto della vegetazione, sia che riguardino il fondo sia che si riferiscano alle sponde del canale, devono tener conto di alcuni accorgimenti generali affinché possano esprimersi al meglio le potenzialità ecologiche della rete idrica consortile, accorgimenti che potranno essere applicati in modo più o meno stringente in funzione del grado di compromesso possibile con le esigenze idrauliche, paesaggistiche, fruibili di ogni singolo canale e della situazione territoriale:

- diversificare la velocità di corrente: per ottenere un miglioramento significativo dello stato ecologico del canale è necessario e puntare a raggiungere un assetto generale del canale molto più simile a quello di un corso d'acqua in condizioni naturali, ove l'acqua scorre in modo sinuoso; la meandrazione della corrente, ottenibile anche in canali rettilinei agendo sulle modalità di taglio della vegetazione e senza prevedere allargamenti di sezione, crea infatti zone a differenti velocità e di conseguenza microhabitat e maggiore biodiversità;
- evitare di movimentare il fondo durante lo sfalcio della vegetazione acquatica. Laddove possibile, evitare l'escavazione ed la risospensione dei sedimenti fini è essenziale per limitare i fenomeni di scalzamento delle sponde dovute all'eccessivo approfondimento

dell'alveo, evitare i rilasci di fosforo solubile causati dalla risospensione del sedimento e preservare la zona iporreica del canale (ambiente subsuperficiale dei sedimenti di fondo in cui possono essere trasformati sia i nutrienti apportati dalla falda sia quelli trasportati dal corso d'acqua stesso);

- raccogliere lo sfalcio entro dodici ore dal taglio: la vegetazione sfalcata dovrebbe essere rimossa dal corpo idrico il più rapidamente possibile, in modo da evitare il rilascio nel corso d'acqua dei nutrienti immagazzinati nei tessuti vegetali (*leaching*);
- evitare lo sfalcio di un intero canale nello stesso momento: laddove possibile, da un punto di vista ambientale è ideale per mantenere sempre, in tratti dello stesso corso d'acqua biocenosi sufficientemente diversificate e in grado di ricolonizzare rapidamente le contigue porzioni impattate dal taglio della vegetazione (l'applicazione di tale accorgimento può però scontrarsi con difficoltà operative e di sicurezza in corsi d'acqua soggetti a rischio idraulico e può essere potenzialmente onerosa da un punto di vista economico a causa dei notevoli spostamenti di mezzi e operatori);
- evitare di intervenire nei periodi riproduttivi: al fine di rispettare il periodo riproduttivo della fauna ittica e di quella ornitica, che generalmente si concentra nel periodo compreso tra febbraio e giugno, il momento ideale per eseguire il taglio della vegetazione acquatica del canale è compreso tra agosto e ottobre; anche in questo caso possono però incontrarsi difficoltà attuative dovute alla crescente domanda di sfalcio delle zone urbane e periurbane (è quindi opportuno considerare ogni canale in base alle sue peculiarità, tra cui presenza di particolari valenze ecologiche, ubicazione in ambiente urbano o in aree di particolare pregio naturalistico/ ambientale, ecc.);
- preservare le specie autoctone, in particolare quelle rare e minacciate: in un'ottica di salvaguardia della biodiversità, particolarmente importante è porre attenzione alla conservazione di specie vegetali rare e minacciate¹;

¹ Alcune specie di elevato valore conservazionistico sono proprie di habitat scomparsi dalla generalità della pianura, quali i prati umidi (moliniati in senso lato), e pertanto relegate entro vegetazioni più igrofile, quali le cenosi di sponda ad alte carici, tuttora localmente diffuse e che presentano sufficienti affinità ecologiche. Entro la fascia di vegetazione spondale sono inoltre presenti anche svariate specie rare proprie degli stessi cariceti e canneti. Molte di queste specie, tra cui si citano a titolo esemplificativo *Allium angulosum*, *Cirsium canum*, *Gentiana pneumonanthe*, *Senecio paludosus*, *Hibiscus palustris*, sono caratterizzate da fioriture e fruttificazioni tardive (piena/tarda estate, inizio autunno) e in alcuni casi non hanno una efficace

- lasciare una fascia di vegetazione al piede di sponda, in particolare in corrispondenza della parte esterna della curva, in modo da diminuire gli effetti destabilizzanti della corrente sulla sponda e, allo stesso tempo, ridurre i danni apportati dai mezzi di manutenzione durante le operazioni di sfalcio.

La manutenzione della vegetazione del fondo è effettuata solitamente sia nei confronti delle piante acquatiche (idrofiti) sia di quelle palustri (elofite); quando la profondità dell'acqua è limitata e costante, si possono infatti formare in alveo densi popolamenti di vegetazione palustre che invadono il canale e oppongono una forte resistenza al deflusso idrico. Il contenimento di tale vegetazione, in particolare delle specie palustri tipiche del canneto, si rende pertanto necessario per limitare i rischi di esondazione e, dal punto di vista ambientale, per evitare il formarsi di popolamenti monospecifici. La gestione della vegetazione di fondo può essere eseguita adottando in molte situazioni strategie di sfalcio a basso impatto, che prevedono il taglio delle specie vegetali solo su 1/3 o 2/3 della larghezza del fondo alveo, evitando per quanto possibile la sua completa eliminazione e creando così un canale di corrente, possibilmente sinuoso. Questo, come già ricordato in premessa, favorisce la diversità morfologica e ambientale all'interno del corso d'acqua, protegge il piede della sponda da fenomeni di erosione e permette di conservare il potere autodepurante delle piante acquatiche. Tale modalità di manutenzione può essere attuata mediante l'impiego dei normali mezzi a disposizione dei Consorzi, quali ad esempio la barra falciante montata su un'imbarcazione o sul braccio di un trattore, o la benna falciante montata su un escavatore

Il taglio incompleto della vegetazione sul fondo permette generalmente di abbassare in modo consistente il livello idrico e, allo stesso tempo, di mantenere alta la funzionalità ecologica del canale; come già ricordato, intensità di taglio maggiori portano a miglioramenti trascurabili dell'efficienza idraulica ma ad un incremento significativo degli impatti ambientali sul canale, fatto che ne consiglia l'uso solo nelle situazioni a conclamato

propagazione agamica, perciò le popolazioni relitte presenti lungo la fascia anfibia dei corsi d'acqua a lento deflusso subiscono una progressiva rarefazione in conseguenza di tagli reiterati in periodo vegetativo, che non consentono loro di riprodursi efficacemente per via gamica e di disseminare. Per conservare efficacemente tali importanti componenti della diversità biologica planiziale, è necessario, oltre alla localizzazione con mappatura e georeferenziazione delle popolazioni residuali, una pianificazione dei tagli che individui porzioni di vegetazione da destinare alla conservazione, per le quali lo sfalcio avvenga il più tardivamente possibile (autunno) compatibilmente con le esigenze idrauliche.

ed elevato rischio di esondazione, ad esempio nei casi in cui la sezione idraulica sia insufficiente anche eliminando totalmente la vegetazione. Il canale di corrente può tendere ad approfondire la sezione centrale dell'alveo in cui si sviluppa il deflusso sinuoso a causa dell'aumento di velocità generato dalla minor sezione a disposizione dell'acqua, ristretta dalla presenza di vegetazione al piede di sponda; questo fatto può far sì che il canale di corrente si mantenga autonomamente libero dalla vegetazione e richieda progressivamente un numero sempre più esiguo di sfalci annui per mantenerlo funzionale, che può ridursi anche a uno solo.

Da un'analisi dei tempi di lavorazione eseguita dal Consorzio di bonifica Acque Risorgive nel corso di otto anni, in alcune situazioni specifiche, si è osservato come l'utilizzo del canale di corrente, quando eseguito in particolar modo mediante benna falciante, determini una notevole diminuzione nei tempi di esecuzione del taglio. Ciò è dovuto in primo luogo al fatto che con il canale di corrente lo sfalcio è limitato a una ridotta fascia di vegetazione senza procedere con più passaggi, in secondo luogo si è riscontrata una maggior celerità nei movimenti del braccio idraulico, qualora lo sfalcio riguardi esclusivamente la vegetazione erbacea senza alcun asporto di sedimento.

Come già anticipato in precedenza, per quanto concerne l'utilizzo di modalità a basso impatto per la manutenzione della vegetazione di sponda occorre tenere in debita considerazione le caratteristiche e la localizzazione del canale. Laddove possibile, è da preferire un unico taglio annuale lungo tutta la scarpata, eseguito in stagione autunnale, finalizzato a limitare l'accumulo della lettiera ed evitare lo sviluppo della vegetazione arbustiva. Laddove, per necessità di tipo idraulico, fruitivo o altro si renda necessario anche un taglio nel corso della stagione vegetativa, è da evitare il periodo febbraio-giugno, durante il quale gran parte delle specie ornitiche ed ittiche sono in fase riproduttiva. E' sempre auspicabile valutare la possibilità di mantenere una fascia di vegetazione palustre al piede di sponda che, oltre a potenziare la valenza ecologica del canale, permette di evitare i danni, e conseguenti cedimenti spondali, causati dall'azione diretta dei mezzi di manutenzione, oltre che contribuire alla protezione della sponda dall'azione della corrente.

Interventi per il controllo indiretto della vegetazione acquatica e spondale

Oltre alla disponibilità di acqua e nutrienti, un fattore che governa in modo significativo la crescita della vegetazione spondale e acquatica è rappresentato dalla disponibilità di

radiazione solare. Per questo motivo, l'ombreggiamento dei canali mediante la piantagione o il rilascio di filari arbustivi e arborei lungo le sponde può costituire un naturale controllo alla crescita della vegetazione che viene solitamente sottoposta allo sfalcio.

Contenendo il passaggio dei raggi solari, si diminuisce infatti la crescita delle piante acquatiche ed erbacee a tal punto che, in alcune situazioni, può essere consigliabile prevedere filari arborei discontinui sulle due sponde o lungo un solo lato del canale, al fine di evitare un'eccessiva riduzione della presenza di vegetazione e dei danni ambientali che ne conseguono. La presenza di vegetazione arborea lungo le sponde dei canali deve ovviamente essere attentamente conciliata con le necessità di gestione del canale e degli individui arborei o arbustivi.

Come esposto sopra, l'ombreggiamento derivante dalle chiome di piante arboree e arbustive messe a dimora lungo le sponde dei canali può contribuire a limitare lo sviluppo abnorme della vegetazione acquatica e delle sponde dei canali, limitando così l'eccesso di eutrofizzazione, portando quindi ad una riduzione degli interventi di manutenzione meccanica in alveo. È tuttavia evidente che, in chiave ecologica, l'ombreggiamento può essere considerato d'ostacolo alla crescita di altri organismi se elimina completamente la vegetazione in alveo, specialmente in situazioni a basso rischio di esondazioni ove la vegetazione acquatica può essere, almeno in parte, conservata. Le modalità di messa a dimora di filari alberati lungo i canali allo scopo di favorire l'ombreggiamento e il controllo della vegetazione acquatica non possono essere facilmente generalizzate e richiedono lo studio dei singoli casi specifici da parte dei Consorzi, così da valutare non solo il posizionamento ottimale in relazione al sole, ma anche gli aspetti legati alla manutenzione del canale e alla gestione dei filari alberati.

Attrezzature e mezzi d'opera adattabili per l'uso lungo i canali

Tra i mezzi d'opera maggiormente utilizzati per lo sfalcio della vegetazione spondale o arginale è utile citare:

- la barra falciante a doppia lama oscillante è caratterizzata da una ridotta velocità di lavoro e dalla necessità di provvedere al recupero della vegetazione tagliata. Quando la barra viene montata su motobarche per eliminare le macrofite acquatiche, la vegetazione fluttua sull'acqua e il recupero può essere eseguito immediatamente da personale posto sugli argini con l'ausilio di forche o, in seguito, in corrispondenza di

ponti dove vengono realizzate le "ferme". Il recupero avviene poi mediante un autocarro dotato di gru a braccio articolato con apposita "forca prensile".

- la benna falciante, attrezzatura intercambiabile montata di norma su macchine operatrici adibite a movimento terra, è costituita da una benna formata da barre di ferro sagomate che, durante la lavorazione, lasciano passare l'acqua trattenendo invece la vegetazione sfalciata; al posto dei denti da scavo è montata una barra falciante a doppia lama oscillante. Le modalità d'uso e le caratteristiche intrinseche delle benna falciante possono determinare un'azione di risezionamento del fondo dei canali, che comporta la movimentazione di sostanze organiche, la rimozione di nicchie ecologiche, danni al piede di sponda e conseguente aumento del trasporto solido: per evitare tale azione di risezionamento è necessario porre attenzione a non approfondire troppo il taglio della vegetazione di fondo e concentrare tale intervento lungo il canale di corrente. Diventano quindi di estrema importanza, per ottenere i risultati voluti, la formazione dell'operatore, la consistenza dell'attrezzatura e le sue modalità d'uso.
- il trinciasarmenti, il quale può operare fino al piede di sponda o bagnasciuga. Le diverse situazioni in cui tali macchine operano hanno portato allo sviluppo di varie combinazioni e attacchi al fine di realizzare lo sfalcio in tutte le tipologie di corso d'acqua. Il trinciasarmenti può essere ad esempio montato su braccio articolato portato da un trattore agricolo o da uno specifico semovente, che consente passate di larghezza pari a 1-1,5 m e di accedere a zone altrimenti non raggiungibili, scavalcando una vegetazione a ciglio che può giungere sino ad un'altezza di 1-1,5 m; tale combinazione consente di lavorare anche sulla sponda opposta a quella di transito in canali di ridotte dimensioni e presenta una velocità di lavorazione media di circa 4 km/h. Il trinciasarmenti può inoltre essere montato posteriormente e lateralmente a un trattore agricolo, che in questo caso permette di realizzare passate con larghezza di lavoro di 2-2,5 m; in questo modo è possibile operare sulla sommità arginale e lavorare in un solo passaggio su sponde con larghezza pari o inferiore alla larghezza dell'attrezzatura stessa, con velocità di lavorazione che possono arrivare anche a 6 km/h. Queste attrezzature, nei loro diversi aspetti, sono ampiamente diffuse per i vantaggi operativi ed economici che comportano: consentono, infatti, una buona velocità di esecuzione e una triturazione e distribuzione omogenea della vegetazione sul terreno, necessaria per la sua degradazione, tali da rendere non necessario l'intervento di altre macchine. I fenomeni di umificazione e mineralizzazione che s'instaurano contribuiscono ad aumentare la

fertilità del suolo, favorendo così lo sviluppo di specie erbacee a rapida crescita (nitrofile).

- le falciatrici a dischi montate su trattori tradizionali o specifiche per pendenze elevate; si tratta di un'attrezzatura utilizzata solitamente per la produzione di foraggio, caratterizzata da una buona velocità di lavorazione unita a una bassa richiesta di potenza idraulica e meccanica e da pesi non rilevanti. Le falciatrici a dischi sono costituite da una serie di dischi orizzontali – circolari, ellittici o triangolari – posti in parallelo sul telaio, dotati ai loro estremi di due lamini articolati. Sebbene l'utilizzo di queste attrezzature non sia molto diffuso nella manutenzione dei corsi d'acqua, se non nello sfalcio delle grandi arginature, soprattutto lato campagna, per scopi di fienagione, la loro diffusione, anche su piccoli mezzi radiocomandati, riveste un certo interesse perché favorisce lo sviluppo di un cotico erboso di qualità con buona capacità di consolidamento delle sponde.

Attrezzature e mezzi d'opera appositamente progettati per l'uso lungo i canali

La manutenzione della vegetazione dei canali, eseguita secondo le modalità innovative sinteticamente illustrate in precedenza, può essere favorita, oltre che da un diverso utilizzo dei mezzi a disposizione dei Consorzi e delle Aziende, dall'adozione di attrezzature e mezzi d'opera appositamente. I mezzi più comunemente utilizzati sono infatti stati adattati a partire dai macchinari sviluppati per l'utilizzo in agricoltura e sono soggetti a evidenti difficoltà nell'operare in situazioni, tipiche dei canali, in cui la macchina operatrice (es. trinciatrice montata su braccio) si trova a sbalzo rispetto alla macchina motrice, sottoponendo quest'ultima a sollecitazioni strutturali anomale. Sono poi frequenti situazioni in cui la possibilità di accesso al canale da parte dei mezzi per la manutenzione risulta difficoltosa a causa delle dimensioni dei macchinari utilizzati, progettati originariamente per lavorare su campi e non lungo strette piste di manutenzione.

I mezzi d'opera specifici per lo sfalcio dei canali sono una categoria di macchine che negli ultimi anni ha riscontrato un notevole sviluppo e successo; tra i mezzi innovativi, oltre alla barca dotata di barra falciante e già adottata dai Consorzi, si segnalano:

- I semoventi idrostatici, caratterizzati da alcune specificità costruttive che li rendono generalmente più efficienti dei mezzi tradizionali: presentano infatti notevoli capacità di

sbraccio, un baricentro basso e diverse particolarità che li differenziano da quelli classici, come la pressione al suolo o la versatilità dei movimenti;

- i mezzi anfibi, utili per lavorare in tratti di canale altrimenti inaccessibili, in quanto in grado di operare come natanti, in presenza di un sufficiente tirante d'acqua e, qualora ciò non sia possibile, anche in appoggio sul fondo del canale²;
- il ragno, mezzo flessibile dotato di eccellenti doti di stabilità anche in situazioni dove il piano di appoggio è minimo, non regolare e variabile lungo il canale; ha lo svantaggio di muoversi molto lentamente, ma rappresenta l'unica soluzione possibile in situazioni di particolare inaccessibilità.

Esempi di sperimentazioni in campo

La capacità di deflusso del canale è influenzata dalla presenza di vegetazione in alveo e l'estensione e la frequenza delle operazioni di manutenzione devono essere definite tenendo conto degli effetti idraulici potenzialmente prodotti; per stabilire quale grado di compromesso accettare tra garanzia della funzionalità idraulica e conservazione della valenza ecologica del canale è quindi necessario effettuare da una parte simulazioni idrauliche che permettano di stabilire gli effetti di diverse modalità di gestione della vegetazione sui livelli idrometrici e in generale sul rischio idraulico, e dall'altra sperimentazioni in campo che permettano di tarare i modelli di taglio ipotizzati. La simulazione idraulica deve tener conto della capacità della vegetazione di flettere all'aumentare della portata e di modificare quindi la resistenza offerta al moto al variare dei deflussi. Senza tener conto di questa peculiarità, i modelli idraulici possono infatti sovrastimare gli innalzamenti dei livelli idrici generati dalla presenza di vegetazione acquatica, inducendo all'utilizzo di pratiche di gestione molto impattanti sull'ecosistema dei canali. Occorre inoltre tener conto, come già ricordato, che una manutenzione effettuata mediante la creazione di un canale di corrente sinuoso può portare ad un approfondimento

² Questi mezzi sono infatti dotati di un doppio sistema di propulsione a elica per la navigazione e mediante specifici cingoli per i lavori in appoggio sul letto del canale. Gli anfibi sono mezzi d'opera che si differenziano principalmente per le diverse soluzioni di propulsione e galleggiamento adottate e per le specializzazioni operative. Si possono infatti avere anfibi dotati o meno di braccio idraulico, per lavorare anche sulle sponde di canali di ridotte dimensioni, o specializzati per l'uso di attrezzature come pompe da fango, benne da scavo, trinciasarmenti, barre falcianti di svariate forme o apposite forche o rastrelli per la rimozione della vegetazione dall'alveo.

spontaneo del fondo a causa dell'aumento di velocità che si genera nella sezione ridotta del canale di corrente. Le sperimentazioni in campo, come quelle eseguite dal Consorzio di bonifica Acque Risorgive (Zane G., 2003; Mazzuccato C., 2003) o dalla Facoltà di agraria dell'Università degli studi di Milano (Bischetti G.B., Gandolfi C., 2005) e Firenze (Errico et al., 2019), possono invece permettere ai Consorzi di bonifica di verificare nelle differenti situazioni territoriali quale sia l'influenza di diverse modalità di taglio della vegetazione sui livelli idrici, sulle velocità e sulle portate e in definitiva confermare la non proporzionalità tra ampiezza delle porzioni di sezione sfalciate e diminuzione dei livelli idrici. Le sperimentazioni eseguite dal Consorzio di bonifica Acque Risorgive ad esempio sul Rio Draganziolo (in provincia di Treviso), in occasione degli sfalci, eseguiti con motobarca falciante, della vegetazione acquatica (*Vallisneria* sp.) ancorata al fondo del canale e occupante l'intera sezione liquida, confermano la tesi sostenuta; tali esperienze non hanno in ogni caso la pretesa di fornire risultati con validità generale, ma solo un'importante dimostrazione locale di come sia possibile, anche dal punto di vista idraulico, adottare metodi di gestione della vegetazione più conservativi rispetto alla prassi abituale. Seguendo il calendario degli interventi di manutenzione, nella sperimentazione sul Rio Draganziolo è stato eseguito dapprima lo sfalcio di un canale di corrente centrale (1° sfalcio) corrispondente a circa 1/3 della larghezza del fondo del canale, seguito poi dal taglio di un secondo corridoio in destra idraulica (secondo sfalcio), portando a 2/3 la larghezza sfalcata, sfalcando infine il restante corridoio in sinistra idraulica (terzo sfalcio). Con il taglio di un canale di corrente di larghezza pari a 1/3 del fondo, il livello idrico subisce un calo molto consistente, decisamente maggiore di quello ottenuto successivamente mediante i tagli consecutivi delle due strisce laterali di vegetazione. Con la creazione di un canale di corrente pari a 1/3 della larghezza del fondo (primo sfalcio) il livello idrico si abbassa di una percentuale variabile dal 73% all'81% rispetto alla massima diminuzione ottenibile mediante sfalcio completo della vegetazione; con la creazione di un canale di corrente di ampiezza maggiore (2/3 della larghezza del fondo), corrispondente al taglio di due strisce di vegetazione (secondo sfalcio), la diminuzione percentuale del livello idrico rispetto al massimo possibile oscilla dall'83% al 93%. La sperimentazione effettuata evidenzia quindi che con il taglio di un canale di corrente, non necessariamente rettilineo, la diminuzione del livello idrico che ne consegue si attesta su valori di poco inferiori al massimo ottenibile con il taglio completo; questo fatto suggerisce la possibilità di tutelare parte della vegetazione acquatica presente nei canali, posto che situazioni di elevato rischio idraulico non richiedano di massimizzare la funzionalità idraulica del canale, sfruttando anche l'ulteriore e molto limitato abbassamento del livello idrico ottenibile dallo sfalcio completo

della vegetazione. I risultati ora descritti sono stati ulteriormente confermati dalle esperienze realizzate sui corsi d'acqua Tasca e Bigonzo.

Un'esperienza simile è stata recentemente condotta nel comprensorio di bonifica di Versilia-Massaciuccoli, dove l'Università di Firenze in collaborazione con il Consorzio di Bonifica ha effettuato due campagne sperimentali finalizzate alla stima diretta della scabrezza e dei livelli idrici in due canali delle acque basse colonizzati da canneto a prevalenza di *Phragmites australis*. Sul Fosso Bresciani, le misure idrauliche sono state ripetute per tre scenari vegetazionali diversi, con modalità identiche, al fine di ottenere tre scale di deflusso comparabili fra loro. Il primo scenario è stato individuato nella condizione di massimo sviluppo della vegetazione prima dello sfalcio estivo, solitamente effettuato nel mese di luglio-agosto. Il secondo scenario, concepito come ipotesi gestionale alternativa a quella tradizionale, è stato ottenuto dallo sfalcio della vegetazione da una sponda e dal centro dell'alveo, con il rilascio dell'altra sponda allo stato naturale. Il terzo scenario, rappresentativo della modalità ordinaria di gestione praticata dal Consorzio, ha previsto la totale rimozione della copertura vegetale su tutta la sezione. Gli sfalci sono stati effettuati con trinciatrice agricola per la parte emergente, e con benna falciante montata su escavatore per la parte sommersa. I risultati hanno mostrato come in luglio il canale presentasse, prima dei tagli, un indice n di Manning pari a 0.06-0.08, che si riduceva a 0.03 (valore utilizzato nella progettazione del canale stesso) dopo lo sfalcio del letto e di una sola sponda. Lo sfalcio anche sull'altra sponda ha ulteriormente diminuito il coefficiente fino a valori di 0.02. La sperimentazione ha dimostrato che lo sfalcio è efficace nel ridurre la resistenza al moto dell'alveo, ma che un taglio parziale opportunamente condotto può già ottenere risultati soddisfacenti, unendo alla riduzione del rischio di esondazione una maggiore conservazione della funzionalità ecologica del canale.

Le sperimentazioni sul fosso Piaggetta hanno invece interessato un canale abbandonato da quattro anni, colonizzato da un denso popolamento di *Phragmites*. In questo caso lo scenario di taglio intermedio è stato realizzato con il taglio di una canale centrale pari a circa metà della larghezza della sezione, effettuato con benna falciante. Anche in questo caso, le differenze in termini di scabrezza e capacità di smaltimento del canale non sono risultate significative fra lo scenario di taglio parziale e totale. La sperimentazione ha inoltre permesso di evidenziare un altro aspetto interessante connesso alla gestione. A causa delle estrema densità degli steli, lo sfalcio effettuato dalla benna è stato effettuato a 10-15 cm dal fondo. Ciò ha comportato che, sebbene il canale apparisse sgombro da vegetazione, gran parte del perimetro bagnato era rimasto fortemente scabro. Questa osservazione ha

evidenziato un altro aspetto importante della gestione: e cioè che il solo sfalcio della parte emergente della vegetazione (spesso praticato con trincia-sarmenti, che non operano sotto il pelo dell'acqua) costituisce un intervento che, se da un lato costituisce un forte impatto sull'ecosistema acquatico, ha una efficacia in termini di riduzione della scabrezza molto contenuto.

La letteratura scientifica degli ultimi decenni ha dimostrato inoltre a più riprese l'importanza della vegetazione in alveo (e di quella spondale) per la stabilità delle sponde, fatto che avallava la scelta di mantenere (o favorire) per quanto possibile la presenza di vegetazione lungo i canali, ad esempio mediante la creazione appena descritta di una canale di corrente. Alcune sperimentazioni realizzate dal Consorzio di bonifica Acque Risorgive, ad esempio sullo scolmatore di Noale, sullo scolmatore di Mestre e sul collettore Carmason, forniscono un'ulteriore conferma a tale tesi e, seppur con valenza locale, suggeriscono di continuare ed ampliare la ricerca di modalità conservative della vegetazione acquatica. La colonizzazione del piede di sponda da parte delle elofite permessa lungo i canali citati e soggetti a franamenti spondali ha infatti mostrato numerosi vantaggi, sia strutturali, quali il rallentamento o la stabilizzazione dei franamenti dove la vegetazione ha colonizzato stabilmente il piede di sponda danneggiato, sia ambientali, con l'aumento della biodiversità faunistica e vegetazionale.

Dal punto di vista gestionale queste osservazioni, qualora verificate su larga scala, potrebbero avere dei risvolti molto interessanti per lo sviluppo di criteri innovativi di gestione dei canali, ottenendo come importante effetto, oltre a quelli ambientali, una possibile riduzione dei costi relativi ai ripristini spondali dovuta:

- a una possibile programmazione di medio– lungo periodo dei consolidamenti, grazie alla stabilizzazione delle frane già in atto (dilazione di costi e miglior programmazione);
- alla possibile scelta di non intervenire nei casi meno gravi;
- alla progressiva riduzione nel tempo del numero dei ripristini, la cui concausa è in molti casi legata proprio all'eliminazione dei canneti al piede di sponda e ai danni diretti causati in questo punto dai mezzi per la manutenzione dei canali.

5.2 FIUMI E TORRENTI: CRITERI DI INTERVENTO

Lungi corsi d'acqua naturali le condizioni che si possono riscontrare possono essere molto più complesse e variegate di quanto si osserva nei reticoli di bonifica. In tal senso non è possibile considerare un corso d'acqua come un insieme indifferenziato. Spesso la gestione della vegetazione viene attuata commettendo degli errori che possono compromettere la funzionalità del sistema fluviale, senza portare necessariamente a benefici tangibili in termini di riduzione del rischio idraulico. Fra gli errori più comunemente diffusi, si ricordano:

- considerare la vegetazione riparia presente come un'unica entità; la vegetazione ripariale, specialmente negli alvei naturali, presenta caratteristiche estremamente diversificate in base alla posizione all'interno dell'alveo e lungo l'asta fluviale. Pianificare e progettare interventi che non tengano conto di questa eterogeneità può portare a squilibri considerevoli nei popolamenti vegetali ripariali, ma anche spreco di risorse economiche talvolta evitabile;
- avere un approccio statico della gestione: la vegetazione ripariale costituisce un ecosistema dinamico, tanto più variegato ed attivo nei suoi processi evolutivi tanto maggiore è la naturalità del corso d'acqua che la sostiene. Pertanto, nei corsi d'acqua che conservano un minimo di naturalità non esiste una tecnica di intervento esatta e ripetibile nel tempo uguale a sé stessa. Ogni intervento deve essere progettato sulla base di valutazioni specifiche per quel sito di intervento e anche per quel determinato istante temporale. Nella progettazione di un intervento si deve considerare quali sono i fattori che hanno portato a quel tipo di popolamento, e come lo stesso popolamento reagirà in seguito all'intervento di gestione. Ciò che è il fiume oggi, potrebbe non essere lo stesso di anni fa, né dei prossimi anni.
- pensare di intervenire sempre e comunque: il non intervento è una scelta gestionale ben precisa. È sbagliato pensare che tutti i corsi d'acqua, lungo l'intero corso richiedano periodici interventi di taglio della vegetazione. Se non si riscontrano evidenti motivazioni per cui intervenire, il miglior metodo di gestione è il monitoraggio dei processi naturali.

In generale, è tecnicamente sbagliato avere un'unica filosofia d'intervento, progettando con gli stessi criteri dalla montagna alla pianura, e pensando di attuare interventi definitivi. La

gestione dovrebbe presentare criteri differenziati almeno tenendo conto di tre macrocategorie di corso d'acqua, in base al suo grado di naturalità:

- tratti naturaliformi;
- tratti fortemente artificializzati;
- tratti moderatamente artificializzati.

Tratti naturaliformi

Nei corsi d'acqua che presentano una elevata naturalità (libertà di movimento, alveo ampio e diversificato, connessione con le aree golenali e la piana inondabile, assenza di strutture antropiche) la vegetazione spesso non costituisce un problema di rischio idraulico. Infatti, i naturali processi di erosione, deposizione e passaggio delle piene sono sufficienti a mantenere la vegetazione in condizioni di flessibilità, permettendo lo sviluppo di popolamenti arborei rigidi solo ai margini dell'alveo di piena ordinaria. Si dimostra che in alvei ad elevata larghezza (larghezza/altezza > 10) la vegetazione che cresce sulle sponde interferisce con una percentuale della portata talmente da ridotta da rendere del tutto trascurabile la maggiore scabrezza dovuta alla presenza di piante. Inoltre la presenza di tali popolamenti ai margini dell'alveo funge da prezioso "pettine" per la natura e trattenuta del materiale flottante, che in assenza della vegetazione si muoverebbe liberamente verso valle.

Nei corsi d'acqua naturaliformi gli interventi dovrebbero essere limitati alle aree maggiormente sensibili, quali i tratti a monte e valle dei ponti o di altre opere idrauliche, e limitati alla rimozione di quelle piante o quei depositi di legname che potrebbero realmente creare problemi di esondazione o ostruzione.

Tratti fortemente artificializzati

Nei tratti fortemente antropizzati, caratterizzati da una assente o limitata mobilità fluviale, alveo confinato e rettificato, presenza di argini ed elevata densità di opere idrauliche, la vegetazione costituisce spesso un ostacolo al deflusso e non è quindi compatibile con le condizioni di progetto. In tali situazioni le modalità di gestione più sostenibili sono quelle già illustrate nel capitolo relativo ai canali di bonifica.

Tratti moderatamente antropizzati

La maggioranza dei corsi d'acqua dell'Agro Pontino presentano caratteristiche intermedie rispetto alle due categorie presentate in precedenza. Pertanto, la gestione della vegetazione in questi contesti dovrebbe essere diversificata e specifica tratto per tratto, basandosi sulle differenti funzioni che si vogliono massimizzare nel corso d'acqua stesso. In generale, la gestione della vegetazione arborea dovrebbe essere praticata seguendo l'approccio dei tagli selettivi e dei diradamenti, andando ad asportare solo le piante cresciute in posizioni pericolose o che mostrano segni di senescenza e instabilità.

Gestione delle specie alloctone invasive

Nei corsi d'acqua dell'Agro Pontino si riscontra in taluni tratti una forte presenza di specie invasive (p.es. *Arundo donax*). Interventi di taglio massivo o trinciatura non comportano un effettivo contenimento di questa specie, che si avvantaggia proprio di una gestione intensiva che mette in crisi specie autoctone meno competitive e a più lento accrescimento. La gestione degli arundeti dovrebbe essere finalizzata alla progressiva eradicazione della specie, intervenendo con l'asportazione dell'intera parte epigea ed ipogea e successivo reimpianto di specie autoctone con finalità di copertura.

In generale, dovrebbero essere vitati interventi di taglio raso di tutta la copertura vegetale o interventi di movimento terra non seguiti da un successivo intervento di rinverdimento con specie autoctone. Infatti è proprio in queste aree "scoperte" che le specie aliene sono maggiormente aggressive e tendono a sostituirsi ai popolamenti locali.

Negli interventi selettivi si deve privilegiare il rilascio delle specie autoctone, intervenendo sulle alloctone nella prospettiva di sfruttare l'ombreggiamento delle stesse e quindi il loro progressivo deperimento per perdita dell'habitat ideale. Gli interventi si dovrebbero concentrare sulla finalità di creare un canale centrale sgombro da individui arborei rigidi, mantenendo fasce arboreo/arbustive a protezione delle sponde e come ombreggiamento.

5.3 PRO MEMORIA SINTETICO PER LA MANUTENZIONE

Quadro sinottico alcune raccomandazioni per la manutenzione della vegetazione.

1) Nei corsi d'acqua artificiali o artificializzati praticare la "manutenzione gentile:

- sfalciare le piante palustri in alveo a frequenza minore rispetto alla situazione preallargamento;
- creare un canale di corrente centrale nell'alveo di magra, preferenziale e sinuoso, bordato da macchie di vegetazione acquatica (canneto);
- lasciare una fascia di vegetazione al piede di sponda, in particolar modo in corrispondenza della parte esterna della curva, per diminuire gli effetti destabilizzanti della corrente sulla sponda e ridurre i danni apportati dagli stessi mezzi di manutenzione durante le operazioni di sfalcio;
- evitare di movimentare il fondo, così da limitare i fenomeni di scalzamento delle sponde dovute all'eccessivo approfondimento dell'alveo;
- raccogliere la vegetazione entro 12 ore dal taglio, in modo da evitare il rilascio nel corso d'acqua dei nutrienti immagazzinati nei tessuti vegetali;
- eseguire il taglio della vegetazione acquatica del canale tra agosto e ottobre, momento ideale, dal punto di vista biologico; considerare in ogni caso il singolo canale in base alle sue peculiarità, in particolare se posto all'interno di aree urbane e periurbane;
- porre attenzione alla conservazione di specie vegetali rare e minacciate.

2) Sfruttare la capacità dei filari arborei di ombreggiare l'alveo del canale per limitare il proliferare della vegetazione acquatica e spondale:

- realizzare o mantenere siepi arboreo-arbustive composte da specie autoctone sulla sponda lato sud del canale (o comunque sulla lato da cui proviene la maggiore insolazione), preferibilmente con un orientamento est-ovest.

3) Conoscere, pianificare, monitorare:

- La manutenzione dei canali relativamente al controllo della vegetazione dovrebbe essere basata su piani di gestione annuali flessibili, da definire a seguito di controlli periodici della composizione e della quantità della vegetazione in scarpata e alveo, che prevedano per quanto possibile l'alternanza e/o l'implementazione contemporanea di strategie diverse, evitando schemi rigidi di turni a calendario. Il modello ideale da seguire sarebbe quello di predisporre:
 - i) un quadro conoscitivo, redatto annualmente o per cicli poliennali da esperti in idraulica ambientale, ma anche di ecologia e botanica, finalizzato ad individuare le emergenze ambientali, le criticità idrauliche e i valori da tutelare all'interno del comprensorio;
 - ii) un piano di gestione annuale o poliennale che tenga conto dei contenuti del quadro conoscitivo;
 - iii) un report di monitoraggio, redatto annualmente, finalizzato ad analizzare gli effetti della gestione ed i trend in atto lungo il reticolo in gestione.

6 BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (2009). Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua a supporto dei Consorzi di bonifica. Regione Veneto. A cura di CIRF (Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale) e UVB (Unione Veneta Bonifiche).

Bischetti G.B., Gandolfi C. (2005). Un canale sperimentale per la valutazione delle resistenze idrauliche della vegetazione. Atti del Convegno AIIA, L'ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea, 2005.

Buisson, R. S. K., Wade, P. M., Cathcart, R. L., Hemmings, S. M., Manning, C. J. & Mayer, L. (2008). The Drainage Channel Biodiversity Manual: Integrating Wildlife and Flood Risk Management. Association of Drainage Authorities and Natural England, Peterborough.

Consorzio di bonifica Muzza Bassa Lodigiana - WWF Italia (2006). La gestione naturalistica del reticolo di pianura. Con il contributo di Fondazione Cariplo.

D'Antoni S., Battisti C., Cenni M. e Rossi G.L. (a cura di) (2011). Contributi per la tutela della biodiversità delle zone umide. Rapporti ISPRA 153/11.

Errico A. (2017). The effect of flexible vegetation on flow in drainage channels. Field surveys and modelling for roughness coefficients estimation. Tesi di Dottorato presso Università degli Studi di Firenze.

Errico A., Pasquino V., Maxwald M., Chirico G.B., Solari L., Preti F. (2018). The effect of flexible vegetation on flow in drainage channels: Estimation of roughness coefficients at the real scale, Ecological Engineering, Volume 120, pages 411-421, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.06.018>.

Errico A., Lama G.F.C., Francalanci S., Chirico G.B., Solari L., Preti F. (2019). Flow dynamics and turbulence patterns in a drainage channel colonized by common reed (*Phragmites australis*) under different scenarios of vegetation management. Ecological Engineering, Volume 133, pages 39-52.

Geosphera, a cura di Giancarlo Bovina (2013). Linee guida interventi canali di bonifica. Life Rewetland (LIFE08 ENV/IT/000406) - azione 8.2.

Regione Emilia Romagna (2016). Linee guida per la riqualificazione ambientale dei canali di bonifica in Emilia-Romagna. A cura di Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica e CIRF (Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale).

Zane G. (2003). Analisi e proposte per la manutenzione della vegetazione erbacea nei canali di bonifica. Tesi di laurea, Università degli Studi di Padova, Facoltà di Agraria, a.a. 2002-2003.