

MANUALE PER LA GESTIONE AMBIENTALE DEI CORSI D'ACQUA



**SECONDA
EDIZIONE**

L'ESPERIENZA DEI CONSORZI DI BONIFICA



MANUALE PER LA GESTIONE AMBIENTALE DEI CORSI D'ACQUA

**SECONDA
EDIZIONE**

L'ESPERIENZA DEI CONSORZI DI BONIFICA



SECONDA EDIZIONE 2020

Coordinamento, redazione e revisione dei testi a cura di

Marco Monaci Consulente – Ingegnere ambientale

Supervisione scientifica

Giustino Mezzalana Direttore Sezione Ricerca e Gestioni Agroforestali, Veneto Agricoltura

Andrea Crestani Direttore ANBI Veneto

Marica Furini Responsabile Centro studi ANBI Veneto

Coordinamento editoriale

Stefano Barbieri Veneto Agricoltura

Realizzazione grafica

Federica Mazzuccato

Si ringrazia per la collaborazione

Consorzio di bonifica Veronese

Roberto Bin (Direttore), Andrea Ferrari

Consorzio di bonifica Adige Po

Giancarlo Mantovani (Direttore), Chiara Costantini, Elena Pacchin, Giovanni Veronese

Consorzio di bonifica Delta del Po

Giancarlo Mantovani (Direttore), Rodolfo Laurenti

Consorzio di bonifica Alta Pianura Veneta

Gianfranco Battistello (Direttore), Silvia Tizian

Consorzio di bonifica Brenta

Umberto Niceforo (Direttore), Massimo Fabris, Emiliano Maddalon, Samuele Pia, Giancarlo Trentin

Consorzio di bonifica Adige Euganeo

Stefano Vettorello (Direttore), Giuseppe Gasparetto Stori, Alberto Modena

Consorzio di bonifica Bacchiglione

Francesco Veronese (Direttore), Luigi Gennaro, Nazzareno Paganizza

Consorzio di bonifica Acque Risorgive

Carlo Bendoricchio (Direttore), Matteo Busolin, Paolo Cornelio, Stefano Raimondi

Consorzio di bonifica Piave

Paolo Battagion (Direttore), Eros Borsato, Stefano Gianni, Luigino Pretto

Consorzio di bonifica Veneto Orientale

Sergio Grego (Direttore), Giacomo Bortolussi, Graziano Paulon, Giampaolo Rossi

Consorzio di bonifica dell'Emilia Centrale - Aronne Ruffini

Consorzio della bonifica Burana - Carla Zampighi

Consorzio bonifica pianura di Ferrara - Valeria Chierici

Si ringrazia inoltre

Federico Correale, Roberto Fiorentin, Loris Agostinetto - Veneto Agricoltura

Pubblicazione edita da

Veneto Agricoltura

Agenzia veneta per l'innovazione nel settore primario

Viale dell'Università, 14 - Agripolis - 35020 Legnaro (Pd)

Tel. 049.8293711 - Fax 049.8293815

e-mail: info@venetoagricoltura.org

www.venetoagricoltura.org

con il contributo di

ANBI VENETO

Associazione Regionale Consorzi gestione e tutela del territorio e acque irrigue

Cannaregio 122, 30121 Venezia

Tel 041716533 – segreteria@anbiveneto.it

www.anbiveneto.it

È consentita la riproduzione di testi, foto, disegni ecc. previa autorizzazione da parte di Veneto Agricoltura, citando gli estremi della pubblicazione: Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua. Seconda edizione. L'esperienza dei Consorzi di Bonifica, Veneto Agricoltura, 2020. ISBN 9788863372595

PRIMA EDIZIONE 2011

Lavoro eseguito nell'ambito dell'accordo di collaborazione stipulato fra la Regione del Veneto e l'Azienda Regionale Veneto Agricoltura per la individuazione di soluzioni progettuali e gestionali per la riqualificazione ambientale multiobiettivo della rete di bonifica e di irrigazione. (art. 15 della legge n. 241 del 1990 e art. 23 della legge regionale n. 12 del 2009) di cui alla Delibera della Giunta Regionale n. 3759 del 9 dicembre 2009.

A cura di

Marco Monaci Consulente ambientale

Coordinamento scientifico da parte di Veneto Agricoltura

Giustino Mezzalana Direttore Sezione Ricerca e Gestioni Agroforestali

Lorenzo Furlan Dirigente Settore Ricerca Agraria

Supporto tecnico-scientifico

CIRF (Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale) - www.cirf.org

Autori

Giuseppe Baldo Studio Aequa engineering s.r.l.

Bruno Boz Consulente ambientale

Matteo Busolin Consorzio di bonifica Acque Risorgive

Paolo Cornelio Consorzio di bonifica Acque Risorgive

Giordano Fossi Elementi - Studio Associato di Progettazione Ambientale

Fabio Masi Iridra s.r.l.

Marco Monaci Consulente ambientale

Stefano Raimondi Consorzio di bonifica Acque Risorgive

Giuliano Trentini Elementi - Studio Associato di Progettazione Ambientale

Si ringrazia per la collaborazione

Veneto Agricoltura - Settore Bioenergie e Cambiamento Climatico - Unità Complessa Colture Energetiche

Loris Agostinetto, Luigi Barella, Fabiano Dalla Venezia, Roberta Zanin

Veneto Agricoltura - Settore Attività Forestali - Centro per la Biodiversità Vegetale e il Fuori Foresta

Roberto Fiorentin, Cristina Dalla Valle, Andrea Rizzi

Andrea Longato, Studio Aequa engineering s.r.l.

Elaborazione grafica degli schemi progettuali

Gaetano Ruocco Guadagno, Studio Aequa engineering s.r.l.

ad esclusione di quanto riportato nel Capitolo *"Forestazione delle aree riparie e golenali"*,

a cura di Giordano Fossi, Elementi - Studio Associato di Progettazione Ambientale

In copertina

Foto: Consorzio di bonifica Acque Risorgive

Illustrazioni: Gaetano Ruocco Guadagno

Pubblicazione edita da

Veneto Agricoltura

Azienda Regionale per i Settori Agricolo, Forestale e Agroalimentare

Viale dell'Università, 14 - Agripolis - 35020 Legnaro (Pd)

Tel. 049.8293711 - Fax 049.8293815

e-mail: info@venetoagricoltura.org

www.venetoagricoltura.org

Realizzazione editoriale

Veneto Agricoltura

Azienda Regionale per i Settori Agricolo, Forestale e Agroalimentare

Coordinamento editoriale e realizzazione grafica

Alessandra Tadiotto, Silvia Ceroni, Federica Mazzuccato

Settore Divulgazione Tecnica, Formazione Professionale ed Educazione Naturalistica

Via Roma, 34 - 35020 Legnaro (Pd)

Tel. 049.8293920 - Fax 049.8293909

e-mail: divulgazione.formazione@venetoagricoltura.org

INDICE

PRESENTAZIONI	pag. 7
INTRODUZIONE	
Approccio e scopo della gestione ambientale dei canali.....	» 11
Guida alla lettura	» 12
1 GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO	
1.1 Approccio generale	» 17
1.2 Tipologie di intervento.....	» 18
SCHEDA R1 - Ampliamento di tipo naturaliforme dei canali.....	» 18
SCHEDA R2 - Realizzazione di nuovi canali naturaliformi.....	» 88
SCHEDA R3 - Gestione di aree per l'esondazione controllata delle piene nel territorio rurale	» 96
1.3 Promemoria sintetico per la realizzazione e la manutenzione degli interventi.....	» 97
1.4 Indicazioni di massima per il monitoraggio degli effetti.....	» 97
2 CONTROLLO DEL DISSESTO SPONDALE	
2.1 Approccio generale	» 101
2.2 Tipologie di intervento.....	» 102
SCHEDA D1 - Risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una "fascia di mobilità" del canale.....	» 103
SCHEDA D2 - Inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice	» 113
SCHEDA D3 - Copertura diffusa con astoni di salice	» 120
SCHEDA D4 - Palizzata rinverdita	» 129
SCHEDA D5 - Palificata semplice rinverdita con palo frontale verticale.....	» 134
SCHEDA D6 - Palificata doppia rinverdita	» 142
2.3 Criteri di progettazione	» 143
2.4 Stima degli effetti ambientali	» 149
2.5 Promemoria sintetico per la realizzazione e la manutenzione degli interventi.....	» 150
2.6 Indicazioni di massima per il monitoraggio degli effetti.....	» 152
3 MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ACQUA	
3.1 Approccio generale	» 155
3.2 Tipologie di intervento.....	» 155

	SCHEDA Q1 - Controllo dell'inquinamento diffuso mediante utilizzo di fasce tampone boscate	pag. 156
	SCHEDA Q2 - Interventi di riqualificazione morfologica finalizzati all'incremento della capacità autodepurativa dei canali	» 165
	SCHEDA Q3 - Creazione di zone umide in alveo.....	» 171
	SCHEDA Q4 - Creazione di zone umide fuori alveo.....	» 183
	SCHEDA Q5 - Creazione di trappole per sedimenti	» 234
	SCHEDA Q6 - Gestione conservativa della vegetazione acquatica	» 239
3.3	Promemoria sintetico per la realizzazione e la manutenzione degli interventi.....	» 240
3.4	Indicazioni di massima per il monitoraggio degli effetti.....	» 242
4	FORESTAZIONE DELLE AREE RIPARIE E GOLENALI	
4.1	Approccio generale	» 245
4.2	Criteri generali per la progettazione	» 245
4.3	Criteri generali per l'esecuzione.....	» 248
4.4	Tipologie di intervento.....	» 249
	SCHEDA F1 - Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi.....	» 249
	SCHEDA F2 - Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi esternamente alla pista di manutenzione.....	» 268
	SCHEDA F3 - Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi nelle aree golenali dei canali.....	» 271
	SCHEDA F4 - Realizzazione di AFI - Aree Forestali di Infiltrazione.....	» 276
4.5	Effetti ambientali.....	» 282
4.6	Voci di costo.....	» 282
4.7	Promemoria sintetico per la realizzazione e la manutenzione degli interventi.....	» 283
4.8	Indicazioni di massima per il monitoraggio degli effetti.....	» 284
5	GESTIONE SOSTENIBILE DELLA VEGETAZIONE ACQUATICA E SPONDALE	
5.1	Approccio generale	» 287
5.2	Tipologie di intervento.....	» 288
	SCHEDA G1 - Controllo a basso impatto della vegetazione in alveo.....	» 289
	SCHEDA G2 - Ombreggiamento per il controllo della vegetazione acquatica e spondale.....	» 311
5.3	Promemoria sintetico per la realizzazione e la manutenzione degli interventi.....	» 314
5.4	Indicazioni di massima per il monitoraggio degli effetti.....	» 315

**6 MISURA PSR 16.5: PROGETTI COLLETTIVI A CARATTERE AMBIENTALE FUNZIONALI
ALLE PRIORITÀ DELLO SVILUPPO RURALE**

6.1	Approccio generale	pag. 319
6.2	Tipologie di intervento.....	» 319
6.3	Criteri di progettazione	» 320
6.4	Stima degli effetti ambientali	» 320
6.5	Esempi realizzati	» 320
BIBLIOGRAFIA.....		» 339
INDICE ANALITICO DELLE SCHEDE		» 343

Presentazioni

SECONDA EDIZIONE 2020

In questi pochi mesi in cui mi sono occupato della materia della bonifica idraulica e dell'irrigazione ho avuto la fortuna e il piacere di conoscere Presidenti e Direttori, componenti di organi dei Consorzi di bonifica veneti, persone di elevato valore culturale e professionale, che assieme ad oltre 1.400 dipendenti dei Consorzi costituiscono il mondo della bonifica, dalla cui attività dipende la gran parte del territorio veneto.

Quando nel 2009 fu approvato il primo "Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua a supporto dei Consorzi di bonifica", i Consorzi di bonifica uscivano da una fase di profonda riorganizzazione, in attuazione della Legge regionale n. 12/2009, che aveva imposto la riduzione del numero dei Consorzi da 21 a 11 e la revisione di tutti gli atti fondamentali alla base dell'organizzazione dei Consorzi.

In tale contesto di grandi riforme, la Giunta Regionale ha voluto approvare quel primo Manuale che fu così innovativo da poter essere ritenuto rivoluzionario per le soluzioni progettuali che prevedeva, con particolare riferimento agli aspetti ambientali dei corsi d'acqua che attraversano il nostro territorio.

Se oggi è stata sentita l'esigenza di elaborare e pubblicare una nuova e più evoluta edizione del manuale, vuol dire che dal 2009 ad oggi una ulteriore crescita culturale e professionale ha investito il mondo della bonifica. Se nel 2009 si rilevava l'importanza della fauna ittica nei corsi d'acqua di bonifica, oggi si vuole realizzare sin dal momento progettuale, la possibilità che le acque di scolo ospitino il ciclo vitale dei macro invertebrati, che sono alimento della fauna ittica.

Tutto ciò non è solo indice di qualità delle acque di bonifica, ma è anche espressione di una qualità ambientale del territorio che è requisito fondamentale della qualità della vita, che noi tutti vogliamo assicurare a noi stessi e alla popolazione della nostra regione.

ASSESSORE ALL'AGRICOLTURA
REGIONE DEL VENETO
Federico Caner

Oltre l'80% della rete idrografica della pianura veneta, pari a 27mila km di fiumi e canali, rientra nella gestione dei Consorzi di Bonifica cui spetta la distribuzione dell'acqua nelle campagne per fini irrigui e la sicurezza idraulica di 1,2 milioni di ettari di territorio pari a 2/3 della superficie complessiva della regione.

Come nervature di una foglia necessarie a distribuire la linfa vitale, questi corsi d'acqua rappresentano un elemento indispensabile per il paesaggio veneto: non solo per l'irrigazione e non solo in ottica anti allagamento. Ogni tipologia di corso d'acqua – dai grandi fiumi ai fossi che solcano le campagne – rappresenta un presidio di biodiversità, sempre più importante in un contesto generale caratterizzato da mutamenti climatici, cementificazione, diminuzione di sostanza organica nel terreno.

La manutenzione di fiumi e canali, in quest'ottica, non è più solo una questione di ingegneria idraulica. Il ripristino di argini, il sezionamento di uno scolo, la realizzazione di una golenata o di un manufatto di regolazione delle piene richiede oramai una visione ambientale che tenga conto delle specie vegetali e animali, degli aspetti paesaggistici e sociali. La necessità di una rinaturalizzazione dei corsi d'acqua passa dunque per una manutenzione dolce, per una riscoperta degli andamenti sinuosi che oltre a rallentare lo scorrimento dell'acqua a vantaggio della sicurezza idraulica, consenta, magari, anche la realizzazione di aree di fitodepurazione per un disinquinamento naturale della risorsa.

Questo manuale segue una pubblicazione, di oltre 10 anni fa, in cui Consorzi di Bonifica, Veneto Agricoltura e la Regione del Veneto avevano posto le basi per una nuova coscienza ambientale nella gestione dei corsi d'acqua. Gli interventi che nel volume di allora rappresentavano fiori all'occhiello di un nuovo modo di concepire la manutenzione dell'ambiente in questi anni recenti sono divenuti prassi, e ispirano nuove idee di progettazione sempre più in sintonia con scelte generali di sostenibilità nelle infinite interrelazioni tra uomo ed ecosistema. Un manuale tecnico, sicuramente; ma anche un'opera che assume un'inattesa valenza ricreativa-culturale. Molti degli interventi illustrati nel volume interessano infatti luoghi di passeggiate e bicicletate del fine settimana: sentieri, ciclovie su argini e zone golenali che, magari lontano dal traffico automobilistico, ci permettono di vivere in tranquillità splendidi ambienti generati dall'acqua.

PRESIDENTE DI ANBI VENETO
Francesco Cazzaro

Poche cose sono tradizionali come la buona gestione delle acque a fini irrigui e di bonifica, lavoro che in Veneto viene egregiamente svolto dai Consorzi di Bonifica; al tempo stesso pochi settori sono interessati da profonda innovazione come quello della gestione delle acque, in risposta alle nuove sfide del cambiamento climatico, della difesa della biodiversità, dell'evoluzione della società.

Veneto Agricoltura è l'“*Agenzia veneta per l'innovazione nel settore primario*” e svolge attività di supporto alla Giunta regionale nell'ambito delle politiche che riguardano i settori agricolo, agro-alimentare, forestale e della pesca (LR 37/14, art. 2). È in questo ambito che dieci anni fa, nel 2011, Veneto Agricoltura, in strettissima collaborazione con l'allora Unione Veneta Bonifiche (oggi ANBI Veneto – Associazione Regionale dei Consorzi di gestione e tutela del territorio e acque irrigue), pubblicò la prima edizione del presente manuale.

Nella prima edizione erano stati esposti i principi scientifici e tecnici che permettono di attuare una gestione dei corsi d'acqua che mantenga la tradizionale efficienza ed efficacia ma che sia nel contempo in grado di dare risposta alle nuove sfide.

In questa seconda edizione, largamente ampliata, si passa dalla teoria alla pratica, mostrando come negli ultimi dieci anni il mondo dei Consorzi di Bonifica veneti abbia colto la sfida dell'innovazione nella gestione dei corsi d'acqua, attuando in modo diffuso nel territorio regionale interventi fortemente innovativi per quanto riguarda la gestione ambientale (e spesso anche ricreativa) dei corsi d'acqua.

Questo manuale è frutto della costante collaborazione di Veneto Agricoltura con il mondo della bonifica (ANBI e singoli Consorzi di Bonifica). Solo per fare alcuni esempi basti ricordare quanto fatto nell'azienda Diana di Mogliano Veneto sul tema delle aree tampone (progetto Nicolas) o nel corso delle giornate dimostrative in campo sulla manutenzione dei corsi d'acqua; la collaborazione per la fornitura di materiali vivaistici adatti alla ricostituzione di aree umide, fasce golenali e ripariali; la gestione di progetti LIFE quali *Beware, Aquor, WStore2, Risorgive, Sorba*; il supporto alla realizzazione di aree forestali di infiltrazione; l'intensa attività di divulgazione tecnica e di formazione professionale.

Questo manuale testimonia e dà conto di un efficiente modo di operare in cui si passa dall'idea, al caso pilota, all'attuazione a grande scala, processo attraverso al quale l'innovazione viene trasferita al territorio ed alle imprese.

DIRETTORE DI VENETO AGRICOLTURA
Nicola Dell'Acqua

Introduzione

APPROCCIO E SCOPO DELLA GESTIONE AMBIENTALE DEI CANALI

Le numerose esperienze di gestione ambientale dei canali realizzate in Veneto negli ultimi decenni, così come i progetti di riqualificazione che anche in altre Regioni italiane, e ancor prima all'estero, hanno visto la luce, mostrano chiaramente le potenzialità offerte da una strategia di progettazione multiobiettivo basata su principi ecologici per **affrontare le numerose problematiche tecniche cui devono dare risposta i Consorzi di bonifica veneti**.

Rischio di alluvioni, scarsa qualità dell'acqua, dissesto spondale, costi di manutenzione della rete idrica consortile, ambiente e paesaggio di pianura semplificati e degradati sono, infatti, questioni che trovano nella gestione ambientale dei canali un approccio utile per sfruttare al meglio le risorse economiche a disposizione e generare così vantaggi ad ampio spettro per il territorio.

La **gestione ambientale** dei canali (spesso denominata anche "riqualificazione ambientale"), secondo l'approccio che si è progressivamente consolidato negli anni, è infatti considerata nel presente manuale come un insieme di interventi e strategie che, modificando anche in modo rilevante struttura e modalità di gestione della rete idrica consortile, permette di raggiungere obiettivi idraulici, strutturali, di qualità delle acque e paesaggistici, attraverso il miglioramento dell'ecosistema dei canali e del territorio, integrando in questo modo le usuali pratiche dell'ingegneria civile-idraulica seguite dai Consorzi di bonifica.

Il termine **gestione** è quindi utilizzato nel testo secondo un'**accezione ampia**, a comprendere diverse tipologie di attività che vanno dalla pianificazione-progettazione alla realizzazione degli interventi sino alle operazioni di manutenzione dei canali e dei progetti realizzati.

Con la gestione ambientale dei canali così intesa, le **potenzialità ecologiche e paesaggistiche**

della rete consortile hanno la possibilità di essere espresse pienamente, superando la logica delle azioni di tipo esclusivamente naturalistico a valenza locale fino ad oggi subordinate al mantenimento della funzionalità idraulica dei canali. Grazie a progetti quali, ad esempio, l'ampliamento naturalistico di sezione a fini idraulici, la creazione di zone umide in alveo per la depurazione delle acque, la realizzazione di fasce tampone boscate lungo le sponde per intercettare gli inquinanti diffusi e la gestione a basso impatto della vegetazione per preservare l'ecosistema acquatico, si interviene infatti su problemi pressanti per i Consorzi, ottenendo come prodotto apparentemente collaterale, ma in realtà centrale nella definizione della strategia progettuale, la riqualificazione e rivitalizzazione, anche economica, di ampie porzioni di territorio.

Pianificare e progettare interventi di riqualificazione dei canali secondo l'approccio descritto richiede di mettere in campo un **ampio spettro di competenze tecniche**, che spaziano dall'ingegneria idraulica e civile a quella sanitaria, dalla biologia alle scienze ambientali, naturalistiche, agronomiche e forestali fino alla biochimica; sono inoltre necessari accorgimenti specifici legati al particolare funzionamento delle reti idriche consortili, che rendono la definizione e la progettazione multiobiettivo degli interventi di riqualificazione il tipico banco di prova per un approccio realmente integrato tra discipline diverse.

Con il presente **manuale** si intendono fornire le **principali indicazioni tecniche** utili a inquadrare, senza pretesa di esaustività vista la complessità della materia, gli aspetti principali di cui tener conto in fase di progettazione, realizzazione e manutenzione dei più importanti interventi di gestione ambientale dei canali.

L'iniziativa vuole in questo modo favorire un processo, già in atto, di valorizzazione a largo spettro della rete di canali e corsi d'acqua che attraversano la pianura veneta.

Il manuale non deve essere in ogni caso inteso come un catalogo di interventi tipo che vieta azioni diverse da quelle descritte e pone vinco-

li ai lavori di manutenzione dei canali esistenti, quanto piuttosto come uno strumento che promuove e incentiva modalità progettuali e gestionali dei canali innovative.

Alcune delle indicazioni fornite potranno essere applicate solo nel caso di realizzazione di nuovi interventi, che modificano l'assetto dei canali in funzione delle nuove esigenze idraulico-ambientali e che necessitano ovviamente, per essere messi in campo, di adeguati finanziamenti; in altre situazioni, nel caso di canali esistenti, si potrà invece valutare caso per caso quali indicazioni del manuale recepire in base alle caratteristiche peculiari del sito di progetto.

GUIDA ALLA LETTURA

Il capitolo **"Gestione del rischio idraulico"** focalizza la sua attenzione sui progetti di riqualificazione ambientale dei canali intesi come strumento utile sia per gestire il rischio di inondazioni del territorio sia per migliorare lo stato dell'ecosistema e del paesaggio e la fruibilità della pianura.

Il capitolo **"Controllo del dissesto spondale"** mostra invece come la gestione ambientale dei canali possa contribuire a risolvere i problemi di stabilità delle sponde valorizzando contemporaneamente il ruolo ecologico e paesaggistico della rete idrica consortile.

Il capitolo **"Miglioramento della qualità delle acque"** descrive le modalità tecniche per l'aumento della capacità autodepurativa dei canali e del territorio, come strumento integrativo dei classici interventi di depurazione dei reflui che permette di generare benefici anche nei confronti della biodiversità, del paesaggio, della stabilità delle sponde e della fruibilità.

Il capitolo **"Forestazione delle aree riparie e golenali"** presenta una panoramica di soluzioni per il posizionamento di siepi arboreo-arbustive lungo la rete dei canali che, secondo una logica multiobiettiva, risultano essere di grande utilità per la loro valenza naturalistica, per il contributo dato alla stabilità delle sponde, al controllo della vegetazione acquatica e dell'inquinamento diffuso e per la possibile remuneratività economica che possono fornire al mondo agricolo.

Il capitolo **"Gestione sostenibile della vegetazione acquatica e spondale"** illustra le strategie di sfalcio a basso impatto dei canali, adatte a ricer-

care un possibile compromesso tra esigenze di funzionalità idraulica e conservazione o aumento delle potenzialità ecologiche della rete idrica gestita dai Consorzi.

Il capitolo **"Misura PSR 16.5: progetti collettivi a carattere ambientale funzionali alle priorità dello sviluppo rurale"** mostra infine gli interventi che i Consorzi possono realizzare in collaborazione con il mondo agricolo lungo la rete di drenaggio privata, grazie al supporto dei fondi messi a disposizione del PSR.

Preme in ogni caso sottolineare che gli interventi associati a una determinata area tematica, che costituisce di fatto anche l'obiettivo principale dell'azione, sono in realtà tipicamente multiobiettivi e permettono quindi di raggiungere non solo lo scopo primario dichiarato ma anche altri fini secondari, seppur a livelli inferiori: ad esempio, l'intervento *"ampliamento di tipo naturaliforme dei canali"*, classica azione di riqualificazione dei canali utile alla *"gestione del rischio idraulico"* (che costituisce spesso il suo obiettivo principale), permette di generare anche un notevole *"miglioramento dell'ecosistema"* e un altrettanto utile *"miglioramento della qualità dell'acqua"*.

In ognuno dei capitoli indicati più sopra si riportano i seguenti contenuti:

- una descrizione dell'*approccio generale*, che illustra la filosofia alla base degli interventi proposti;
- una serie di *schede relative alle tipologie di intervento*;
- un'eventuale illustrazione dei *criteri di progettazione generali* e degli *effetti ambientali degli interventi* validi per tutte le tipologie di azione del capitolo (in aggiunta o sostituzione di quelli specifici riportati in ogni scheda).

Le **schede** relative alle **tipologie di intervento** contengono infine le seguenti informazioni:

- Descrizione
- Schema progettuale
- Criteri di progettazione
- Indicazioni per l'esecuzione
- Effetti ambientali
- Manutenzione
- Voci di costo

Per ognuno dei temi elencati si forniscono gli elementi essenziali per guidare il progettista nella definizione del progetto di riqualificazione, ponendo l'attenzione sugli aspetti principali di

cui tener conto in relazione alla particolare tipologia di corsi d'acqua che sono i canali, senza in ogni caso avere l'ambizione di produrre schede progettuali esaustive da potersi applicare senza un adeguato studio del caso in questione, considerata la complessità delle situazioni e di alcuni degli interventi proposti.

Per decidere se e quali interventi realizzare, occorre valutare attentamente, dal punto di vista tecnico, ambientale, sociale ed economico, i pro e contro del loro utilizzo rispetto alle soluzioni adottate tradizionalmente dai Consorzi di boni-

fica. Può venire in aiuto per eseguire tale valutazione l'utilizzo dell'**analisi multicriterio (AMC)** di piani e progetti, adatta sia per la realizzazione di studi di fattibilità o progetti a scala di bacino, situazione nella quale diviene uno strumento molto potente e vantaggioso, sia, in via qualitativa/concettuale, nella definizione di progetti spazialmente più limitati, dove si renda necessario scegliere quale tecnica utilizzare per risolvere un problema locale (si rimanda a Nardini, 2005 e Nardini *et al.*, 2006 per una trattazione di dettaglio).

1

GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO



INDICE

1.1	Approccio generale	pag. 17
1.2	Tipologie di intervento.....	» 18
	SCHEDA R1 - Ampliamento di tipo naturaliforme dei canali.....	» 18
	SCHEDA R2 - Realizzazione di nuovi canali naturaliformi.....	» 88
	SCHEDA R3 - Gestione di aree per l'esondazione controllata delle piene nel territorio rurale	» 96
1.3	Promemoria sintetico per la realizzazione e la manutenzione degli interventi.....	» 97
1.4	Indicazioni di massima per il monitoraggio degli effetti.....	» 97

SECONDA EDIZIONE 2020

Autore

Marco Monaci

Con la collaborazione di

(per le schede "Esempi realizzati")

Consorzio di bonifica Acque Risorgive

Paolo Cornelio

Matteo Busolin

Stefano Raimondi

Consorzio di Bonifica Veneto Orientale

Giacomo Bortolussi

Graziano Paulon

Giampaolo Rossi

Consorzio di Bonifica Adige Euganeo

Giuseppe Gasparetto Stori

Alberto Modena

Consorzio di Bonifica Veronese

Andrea Ferrari

Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta

Silvia Tizian

Consorzio di Bonifica Brenta

Massimo Fabris

Emiliano Maddalon

Samuele Pia

Giancarlo Trentin

Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale

Aronne Ruffini

Consorzio della Bonifica Burana

Carla Zampighi

Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara

Valeria Chierici

PRIMA EDIZIONE 2011

Autori

Marco Monaci

Giuliano Trentini

Giuseppe Baldo

Con la collaborazione di

Andrea Longato

1 Gestione del rischio idraulico

1.1 APPROCCIO GENERALE

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 il mare l'ingente massa d'acqua che si riversa nei canali.

La soluzione di questa problematica 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 del rischio idraulico adottata sino a ora, così da ampliare il campo dei benefici che importanti investimenti atti a evitare le inondazioni possono dare al territorio.

Un numero sempre più elevato di esperienze estere, ma anche italiane e in particolare venete, mostra infatti come sia in molti casi utile **governare le situazioni di rischio idraulico attraverso progetti di gestione ambientale dei canali**, che fanno del miglioramento dell'ecosistema di pianura, della riqualificazione del paesaggio, dell'incentivo alla fruibilità del territorio, ma anche della rivitalizzazione dell'economia delle aree agricole, il perno delle azioni di gestione delle inondazioni.

Secondo tale filosofia progettuale, 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 (in particolare centri densamente abitati e aree dove le acque posso-

no causare danni ingenti alle persone e all'economia locale).

Tale strategia si traduce concretamente in **diverse azioni possibili**. Tra quelle strutturali, le più interessanti in termini di sinergia tra obiettivi idraulici e ambientali riguardano la realizzazione di ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali e la creazione di nuove porzioni di reticolo consortile assimilabili a corsi d'acqua naturali. Ove tale strategia non sia sufficiente, la costruzione di casse d'espansione può essere utile a complemento degli interventi precedenti (o in sostituzione, nel caso di mancanza di fattibilità), purché siano progettate specificatamente per integrare finalità idrauliche e ambientali. Tra le azioni non strutturali riveste invece notevole interesse l'individuazione di aree per l'esondazione controllata delle piene sul terreno rurale, che diviene così elemento da valorizzare e riqualificare, essenziale per proteggere le aree abitate.



1.2 TIPOLOGIE DI INTERVENTO

Le principali tipologie d'intervento di carattere idraulico-naturalistico utili per la gestione ambientale dei canali e del rischio idraulico illustrate nel presente capitolo sono:

- ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali;
- realizzazione di nuovi canali naturaliformi;
- gestione di aree per l'esondazione controllata delle piene nel territorio rurale.

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

Come ricordato in premessa, anche la costruzione di casse d'espansione a fini multipli può essere considerato un utile intervento integrativo (o sostitutivo, in situazioni specifiche) di gestione ambientale dei canali.

Vista però l'ampia letteratura a disposizione sia per il dimensionamento di tale tipologia di interventi sia per la definizione delle modalità di compenetrazione tra esigenze progettuali idrauliche e naturalistiche, e tenuto conto dell'ampia casistica di interventi di questo tipo già realizzati sul territorio regionale e nazionale, nel presente manuale tale tematica non è trattata, rimandando alla bibliografia esistente per i relativi approfondimenti progettuali.

Nel **CAPITOLO 2** relativo al miglioramento della qualità dell'acqua, sono in ogni caso presentate alcune tipologie progettuali di bacini che possono fungere anche da casse di espansione.



SCHEDA R1 Ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali

a) Descrizione

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 (Figura 1.1).

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.

L'intervento sommariamente descritto, applicabile in linea teorica nella gran parte delle tipologie di canali presenti in Veneto, può rivestire particolare interesse anche nei bacini a scolo meccanico, dove negli ultimi anni si è assistito a un aumento delle portate da smaltire e a difficoltà crescenti per veicarla al di fuori delle aree a rischio. A fianco, o in sostituzione, dell'incremento di capacità delle stazioni di sollevamento idrovoro, può infatti risultare conveniente e meno oneroso intervenire sulla rete idrica, aumentandone la capacità di accumulo e laminazione delle piene grazie alla tipologia di interventi ora introdotta.

b) Schema progettuale

Figura 1.1 – Allargamento di sezione a due stadi (in alto) e tre stadi (in basso). Nel primo caso la sponda (indicata dalla linea tratteggiata) viene sbancata e arretrata, così da permettere la messa a dimora di specie vegetali nella gola che si viene a creare. Nella seconda figura, lo sbancamento porta alla creazione di due goleni poste a livelli differenti e allagabili con tempi di ritorno diversi; nella gola più prossima all'alveo di magra si creano le condizioni per lo sviluppo di vegetazione acquatica, mentre nella gola maggiormente rialzata si può prevedere la messa a dimora di vegetazione arboreo-arbustiva.

c) Criteri di progettazione

Dal **punto di vista naturalistico**, la definizione della morfologia di progetto deve essere stabilita tenendo conto non solo degli aspetti legati alla funzionalità idraulica (si veda più oltre), ma anche delle caratteristiche dell'ecosistema e dei processi evolutivi che si intendono favorire; in particolare, i livelli idrici presenti nei diversi punti della sezione e i relativi tempi di allagamento devono essere decisi in funzione della vegetazione che si intende favorire o mettere a dimora direttamente e degli specifici adattamenti delle specie vegetali alle diverse condizioni idriche (si veda lo schema concettuale di Figura 5.1 nel **CAP. 5**).

In termini generali, l'**alveo di magra** dovrebbe essere costituito da un canale di corrente centrale bordato da macchie di vegetazione acquatica, tipicamente elofite (canneto), così da favorire la colonizzazione delle comunità biologiche (si veda la **SCHEDA G1** al **CAP. 5**).

In generale, quanto più sarà salvaguardata la formazione e la permanenza di fasce di vegetazione riparia e di macchie di canneto, di un alveo di magra sufficientemente profondo per garantire la vita della fauna acquatica ed evitare la dispersione della portata su una superficie troppo ampia (con conseguente riduzione dei tiranti, aumento di temperatura dell'acqua e relativi problemi per la fauna e le specie vegetali presenti) e un alveo di morbida con dimensioni tali da ospitare una comunità biologica ricca ed eterogenea, tanto più nel canale sarà in grado di costituirsi autonomamente e auto-sostenersi un ecosistema diversificato ed ecologicamente funzionale.

Le **nuove golene** dovrebbero a loro volta essere dimensionate per essere inondate frequentemente e possibilmente interessate da processi di rimodellamento morfologico delle sponde interne, poste a confine con l'alveo di magra, e del piano golenale stesso; questo permette lo sviluppo di microhabitat (bassure umide, zone di deposito di sedimenti, aree vegetate, ecc.) e il loro periodico rinnovamento. Per favorire questo riaggiustamento e fornire un primo input per la creazione di microhabitat, il piano golenale non dovrebbe essere regolarizzato, ma anzi contenere zone a differente altezza, così da favorire il ristagno d'acqua e la colonizzazione da parte

delle piante igrofile. In questo modo, prevedendo la creazione di una varietà di profili dell'area golenale, diviene possibile ottenere la contemporanea presenza di habitat umidi, acque ferme e superfici asciutte e delle relative comunità biologiche.

Le golene possono essere lasciate alla spontanea colonizzazione da parte delle specie vegetali oppure essere forestate (e interessate dalla messa a dimora di piante palustri) più o meno parzialmente; gli interventi dovrebbero puntare principalmente ad indurre successive evoluzioni spontanee della vegetazione riparia e golenale, mediante la messa a dimora di nuclei di specie arboreo-arbustive igrofile e idonee a tollerare sia momenti limitati di crisi idrica sia periodiche piene ordinarie (si veda il **CAP. 4** per le informazioni progettuali di tipo forestale). Tali specie potranno essere favorite dalla realizzazione di abbassamenti localizzati del piano golenale, utili per ottenere un maggior contatto radici-falda e la raccolta di acque piovane. Le formazioni messe a dimora hanno una rilevante valenza paesaggistica e una significativa funzione ambientale e conservativa per la fauna e la flora, costituendo infatti importanti nicchie di diversità biologica in grado di ospitare numerose specie vegetali e di fornire habitat per la fauna e per l'avifauna stanziale e migratoria.

Il **dimensionamento e la verifica idraulica** di un intervento di riqualificazione come quelli più sopra introdotti non si differenziano sostanzialmente da quelli di un canale di bonifica convenzionale e possono essere realizzati secondo il seguente schema logico:

- dato il contesto territoriale in cui scorre il canale, è assegnata (tipicamente dai Piani di bonifica) la probabilità massima per la quale è accettabile un'esondazione delle piene nelle aree circostanti, usualmente espressa in termini di "tempo di ritorno";
- attraverso appositi modelli idrologici, o seguendo indicazioni contenute nei Piani di bonifica, si quantifica la portata che può scorrere nel tratto di intervento con il tempo di ritorno assegnato;
- la possibilità per questa portata di scorrere nel canale senza esondare dipende dalla dimensione della sezione, dalla scabrezza delle superfici e dalla pendenza; la definizione dell'assetto progettuale e delle modalità

di gestione dell'alveo incidono su questi tre fattori e occorre pertanto sviluppare apposite verifiche idrauliche per quantificarne l'effetto combinato, tenendo conto di eventuali condizioni al contorno di valle (restringimenti, luci di ponti, paratoie regolate, traverse, ecc.).

Gli interventi di allargamento naturalistico della sezione hanno **effetti differenti sulla capacità di deflusso** di un canale:

- l'incremento della sezione idraulica (conseguente all'ampliamento dell'alveo e alla realizzazione di aree golenali) determina un aumento della capacità di deflusso;
- al contrario, la crescita di vegetazione nel canale (conseguente alla riduzione della frequenza ed intensità degli interventi di manutenzione e/o alla messa a dimora diretta di vegetazione arbustiva e arborea sulle sponde e in alveo) porta ad un aumento di scabrezza e riduce quindi la capacità di deflusso;
- l'incremento della sinuosità dei canali, generalmente rettilinei, comporta una riduzione di pendenza e una conseguente riduzione della capacità di deflusso.

Scopo del dimensionamento dell'intervento di riqualificazione deve quindi essere quello di trovare la giusta composizione tra questi aspetti, in modo che il risultato finale porti ad un canale che diminuisca il rischio di esondazioni nelle aree di interesse e contemporaneamente crei un ecosistema diversificato e che si auto-sostiene, con interventi di manutenzione possibilmente limitati.

Nelle prime fasi di definizione dell'intervento, in sede di **progettazione preliminare**, è possibile condurre le verifiche idrauliche atte a stabilire l'efficacia del canale riqualificato contro il rischio di esondazioni, adottando condizioni di **moto uniforme**¹: queste verifiche permettono di confrontare a livello di massima la capacità di deflusso di una o più sezioni rappresentative dello stato di fatto con le corrispondenti sezioni rappresentative dello stato di progetto. In condizioni di moto uniforme, il legame tra

portata fluente e i parametri rappresentativi del canale è il seguente (secondo la formulazione di Gauckler-Strickler):

$$Q = A \cdot v = A \cdot k_s \cdot R_h^{2/3} \cdot i_f^{1/2}$$

dove:

Q = portata fluente

A = area della sezione

v = velocità della corrente

k_s = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler

R_h = raggio idraulico

i_f = inclinazione del fondo

Nel caso in cui, in fase di progettazione preliminare, non si conoscano ancora la portata di progetto e la pendenza del canale, ma si abbia a disposizione solo un rilievo di massima di alcune sezioni rappresentative, può essere utile realizzare valutazioni idrauliche di massima in termini di *capacità di deflusso* anziché di portata, adottando la seguente formula:

$$K = Q / i_f^{1/2} = A \cdot k_s \cdot R_h^{2/3}$$

Con questa formulazione è possibile condurre una valutazione preliminare confrontando lo stato di fatto con lo stato di progetto e verificando che la capacità di deflusso di quest'ultimo sia superiore (comunque non inferiore, viste le finalità dell'intervento) a quella del primo (si veda l'esempio riportato in Figura 1.2).

Un problema rilevante per le verifiche idrauliche effettuate su canali con presenza di vegetazione nella sezione di deflusso consiste nella stima della *scabrezza idraulica*, ossia del valore del coefficiente k_s utilizzato nella formula precedente. In letteratura esistono numerosi criteri per stimare la scabrezza associata a diverse tipologie di vegetazione, così come tabelle che ne quantificano il valore in funzione delle caratteristiche vegetazionali e morfologiche di alveo e sponde (come illustrato ad esempio in Bischetti *et al.*, 2008 in relazione al reticolo consortile).

In prima approssimazione è comunque possibile

¹ Moto uniforme: condizione di deflusso delle portate idriche che si instaura idealmente in un canale a sezione, scabrezza e pendenza costanti per lunghi tratti; nonostante l'elevata artificializzazione e uniformità, anche nei canali di bonifica difficilmente si instaurano le condizioni di moto uniforme e quindi l'assunzione di tale condizione di moto è da effettuarsi solo per ottenere informazioni preliminari.

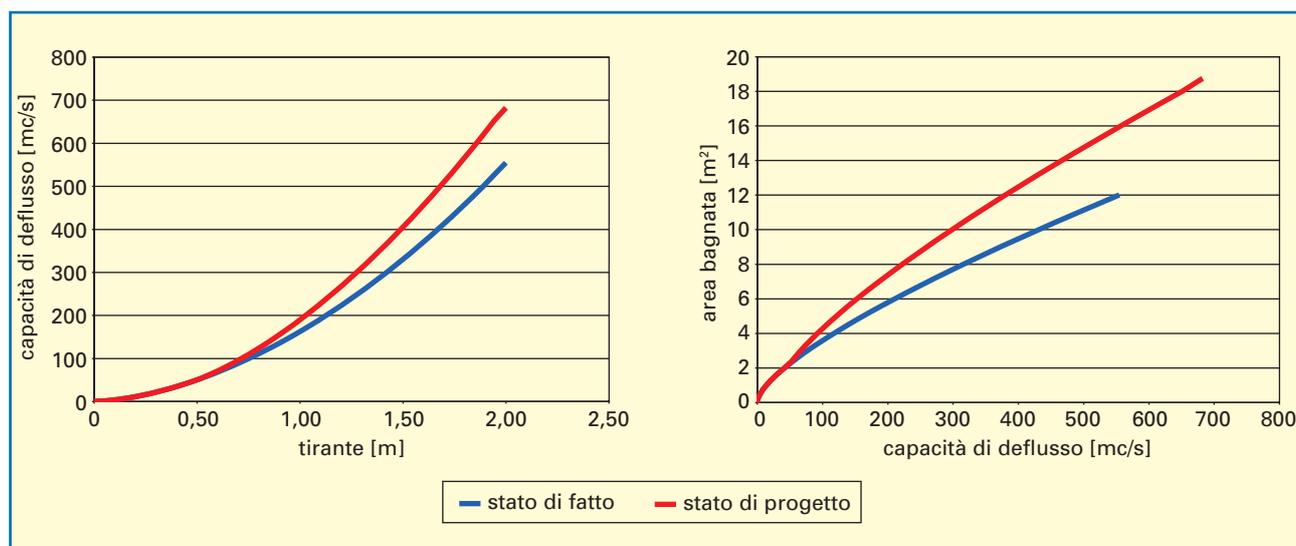


Figura 1.2 – Confronto esemplificativo tra stato di fatto e di progetto in termini di capacità di deflusso K dell'intervento di riquadratura rappresentato in Figura 1.1. Immagine a sinistra: ad un livello preliminare il confronto permette di apprezzare come l'incremento di scabrezza dovuto all'inserimento di vegetazione sia ampiamente compensato dall'allargamento di sezione, quindi l'intervento non peggiora il livello di pericolosità. Immagine a destra: a parità di portata, nello stato di progetto la sezione bagnata è maggiore di quella presente nello stato di fatto, da cui deriva un incremento della capacità di invaso e di laminazione delle piene.

prendere a riferimento le due situazioni seguenti, riferite al medesimo canale:

- **realizzazione di intensi interventi di manutenzione:** grazie al taglio della vegetazione sulle sponde e all'eradicazione delle elofite² sul fondo, il coefficiente di scabrezza k_s di Gaukler-Strickler può essere assunto pari a $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$;
- **presenza di vegetazione elofita in alveo:** il coefficiente di scabrezza k_s scende a $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Sono ovviamente possibili scelte del coefficiente di scabrezza più raffinate e la letteratura, come ricordato, mette a disposizione molte informazioni in tal senso, dove si propone anche l'utilizzo di formulazioni apparentemente molto precise e aderenti alla fisica del problema, ma che rischiano di risentire in modo determinante della grande incertezza o variabilità (come usualmente accade) nella misura o nella stima dei parametri che queste formulazioni prendono a riferimento.

Aspetti di cui tener conto in ogni caso sono la flessibilità delle piante acquatiche, che porta a una diminuzione del coefficiente di scabrezza

all'aumentare della portata, e la differente copertura vegetale delle diverse porzioni di sponda, a cui devono essere assegnati valori di scabrezza differenti (si vedano ad esempio gli utili approfondimenti riportati in Bischetti *et al.*, 2008 e Provincia di Terni, 2003); non prendere atto di questi fattori può infatti portare a considerare in modo eccessivamente sfavorevole la presenza di vegetazione in alveo ai fini del mantenimento della funzionalità idraulica.

Una volta eseguite le prime valutazioni preliminari, il dimensionamento e la verifica dell'intervento devono passare alla fase di **progettazione definitiva o esecutiva**; in questo caso diventa quasi sempre d'obbligo procedere ad una verifica idraulica dell'intervento progettato in **condizioni di moto permanente**, un moto che si sviluppa con una portata costante nel tempo ed in cui le condizioni del canale non sono uniformi nello spazio. La presenza di variazioni di larghezza delle sezioni idrauliche, di tratti a diversa pendenza, di restringimenti localizzati connessi ad attraversamenti sottodimensionati, ecc., imprimono infatti ai livelli idrometrici un andamento che può discostarsi molto dai tiranti di moto uni-

² Le *elofite* raggruppano quelle specie vegetali tipiche del canneto che sono radicate nel sedimento saturo d'acqua, ma hanno solo una piccola porzione del loro apparato vegetativo, la porzione basale, sommersa (ad esempio: cannuccia di palude, carice, tifa, ecc.). Normalmente la quasi totalità del fusto, delle foglie e degli apparati riproduttivi sono emergenti.

forme, sia in eccesso che in difetto, in funzione delle condizioni idrauliche.

In condizioni di piena la portata in realtà non è costante nel tempo, ma condurre le verifiche utilizzando tale assunzione per la portata al colmo permette di ottenere risultati conservativi (“a favore di sicurezza”) e, nella maggior parte dei casi, a una stima dei massimi livelli idrici nel canale poco dissimili da quanto si osserva nella realtà.

Se l'intervento, come quelli qui presentati, si pone l'obiettivo di incrementare la capacità di laminazione del reticolo di bonifica ed è necessario quantificare tale aumento, diventa allora obbligatorio ricorrere a verifiche in **condizioni di moto vario**, che simulano nel tempo l'evoluzione dell'onda di piena (la portata non è più considerata costante come nel moto permanente) e come questa si trasferisce a valle nel canale (le cui variazioni dimensionali lungo il tracciato sono attentamente considerate).

L'allargamento della sezione e la creazione dei meandri in generale può comportare lo scostamento del comportamento idrodinamico da quello delle correnti monodimensionali e può quindi essere necessario fare affidamento su modelli di calcolo bi-dimensionali o tri-dimensionali per poter valutare anche i trasferimenti di massa lungo la sezione trasversale del fiume dovuti a componenti di velocità perpendicolari al flusso principale.

Sia le verifiche in moto permanente che quelle in moto vario possono essere sviluppate attraverso appositi modelli numerici, alcuni dei quali di uso molto comune perché scaricabili gratuitamente da internet e di semplice uso grazie all'interfaccia grafica (il più comune è il modello HEC-RAS sviluppato dal U.S. Army Corps of Engineers, scaricabile dal sito <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>).

Preme in ogni caso rilevare che, a discapito dell'apparente semplicità di utilizzo, l'implementazione, con questi programmi, di modelli idraulici realmente rappresentativi del problema che si intende studiare può risultare molto difficile, se non impossibile, nel caso non si conoscano le basi teoriche dell'idraulica dei canali a pelo libero e le caratteristiche tecniche dei sistemi di calcolo che essi utilizzano; senza queste basi, il rischio di ottenere risultati non aderenti alla realtà diventa estremamente elevato.

d) Indicazioni per l'esecuzione

Tecnicamente la realizzazione di interventi di ampliamento naturaliforme dei canali non pone particolari problemi, consistendo principalmente in lavori di scavo, eventuali interventi d'ingegneria naturalistica per stabilizzare le sponde e di messa a dimora finale della vegetazione.

Le problematiche maggiori sono connesse al rispetto della normativa ambientale, data la necessità di trovare opportuna collocazione per le grandi quantità di terre scavate nel rispetto di tutta la normativa conseguente la gestione delle “Terre e rocce di scavo” (si veda al punto g) “Voci di costo”), che assume particolare carattere restrittivo nei Siti di Interesse nazionale.

e) Effetti ambientali

L'intervento permette lo sviluppo, il mantenimento o l'incremento delle dinamiche evolutive geomorfologiche ed ecologiche del canale, con conseguente creazione di habitat; si ottiene inoltre il miglioramento della capacità autodepurativa del canale, dello stato della vegetazione spondale, golenale e acquatica, nonché un miglioramento dello stato delle comunità faunistiche (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi, ecc.), come già ampiamente descritto al punto c) “Criteri di progettazione”.

f) Manutenzione

Una volta che la vegetazione avrà colonizzato l'area e si saranno instaurate dinamiche evolutive geomorfologiche ed ecologiche, la manutenzione del canale e delle aree golenali, deve essere ridotta al minimo, al fine di preservare gli habitat creatisi; rimane comunque valida la necessità di garantire la funzionalità idraulica del canale in funzione dei livelli di scabrezza stabiliti in fase progettuale, da attuarsi mediante eventuali tagli selettivi della vegetazione.

g) Voci di costo

Il ventaglio di possibilità applicative di questa tipologia di interventi è talmente ampio che risulta difficile indicare costi di realizzazione indicativi, essendo questi influenzati dall'ampiezza e profondità degli allargamenti, dalla necessità o meno di demolire opere idrauliche preesistenti, dall'intensità di rivegetazione delle aree golenali, dalla necessità di adottare interventi complementari quali il rifacimento degli attraversamenti o la realizzazione di opere di stabilizzazione spondale.

In condizioni tipiche, tralasciando tutti gli interventi complementari, le lavorazioni necessarie per la realizzazione di **ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali** sono normalmente previste dai vari prezzari ufficiali.

In generale, si possono prevedere le seguenti fasi lavorative:

- scavi a sezione larga obbligata per la realizzazione dell'allargamento vero e proprio e successivo trasporto a nuova destinazione delle terre risultanti;
- scotico del piano campagna e successiva distribuzione sulle superfici di progetto del terreno organico risultante, a eccezione del caso di approfondimenti limitati rispetto al piano campagna per i quali queste operazioni possono essere evitate;
- eventuali opere di ingegneria naturalistica per stabilizzare le porzioni di sponda su cui le sollecitazioni di carattere idrodinamico e geotecnico eccedono la capacità di resistenza della sponda allo stato naturale;
- fornitura e messa a dimora delle specie vegetali. Per la componente arborea e arbustiva sono possibili diverse opzioni in relazione alla dimensione del materiale da mettere a dimora; in generale, è da preferire l'uso di semenzali di uno o due anni di età che hanno un costo minore, forniscono maggiori garanzie di

attecchimento e possono essere posizionati più ravvicinati tra loro, favorendo così il successivo sviluppo di formazioni dalla struttura più naturaliforme grazie alla competizione e selezione che si instaura tra individui tra loro molto prossimi; in ambito urbano o laddove vi sia necessità di ricreare in tempi brevi una maggiore qualità paesaggistica, si può optare per la messa a dimora di individui di maggiori dimensioni (pronto effetto), che però sono più costosi rispetto ai semenzali e richiedono maggiori interventi di manutenzione post impianto per assicurarne l'attecchimento.

I lavori di scavo possono incidere fino a circa il 45-50% sul totale, l'allontanamento delle terre fino al sito finale di destinazione fino a circa il 35-40% (trasporto fino a 10 km di distanza), mentre l'equipaggiamento a verde con piantine forestali per il 10-15%. Non sono qui contemplati i costi di conferimento in discarica perché ambientalmente ed economicamente poco sostenibile e al quale si dovrebbe ricorrere solo nel caso di effettiva necessità.

h) Esempi realizzati

Si riportano di seguito esempi realizzati sul territorio regionale, oltre che alcuni esempi specifici eseguiti in Emilia-Romagna e non reperibili in Regione Veneto.

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua che attraversano il Bosco di Mestre. Azione: Rimozione del rivestimento spondale in calcestruzzo e allargamento di sezione lungo il Collettore Acque Alte Cattal all'interno del Bosco di Mestre.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive in collaborazione con Istituzione Bosco e Grandi Parchi (Comune di Venezia)			
	Comune e Provincia	Venezia (Venezia)			
	Corso d'acqua	Collettore Acque Alte Cattal			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°31'37.52"N 12°17'1.43"E F: 45°31'23.55"N 12°17'19.03"E	Lunghezza (m)	950 m	
			Estensione (mq)	35.000 mq	
Anno esecuzione	2012	Costo	€ 1.560.000		
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aumento della capacità di invaso; • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite la diversificazione morfologica dell'alveo e l'incremento della vegetazione acquatica e palustre; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari; • creazione delle condizioni per la fruibilità del canale. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bassa biodiversità come conseguenza dell'alveo cementato e banalizzato; • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eliminazione del rivestimento spondale in calcestruzzo; • ampliamento di sezione con sponde a bassa pendenza; • meandrazione dell'alveo; • realizzazione di due aree umide in alveo per diversificare ulteriormente gli habitat; • realizzazione di un manufatto di sbarramento per la regolazione dei livelli nelle aree umide; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea del canale da parte della vegetazione acquatica e spondale; • messa a dimora di specie erbacee e lofitiche; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: nessun intervento; • taglio della vegetazione spondale: una sola sponda, due volte l'anno, preservando la fascia più prossima all'acqua (l'altra sponda viene lasciata all'evoluzione naturale); • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 			
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Il progetto è descritto anche al CAPITOLO 4 - SCHEDA F2 "Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi esternamente alla pista di manutenzione" nella sua componente forestale. Nella presente sezione del CAPITOLO 1 si focalizza invece l'attenzione sulla componente morfologico-idraulica.</p> <p>Il Bosco di Mestre è uno dei maggiori programmi con cui il Comune di Venezia sta valorizzando la terraferma. Si tratta di un intervento orientato all'incremento della biodiversità, attraverso il ripristino dei boschi planiziali e la riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua. Il Bosco, con i suoi 230 ettari, fa parte a pieno titolo del tessuto urbano del Comune e permette di avere aree naturali per lo svago e il tempo libero, di mettere in atto attività di educazione ambiente, di recuperare la memoria storica e di rafforzare l'identità della città. (www.comune.venezia.it/it/boscograndiparchi)</p>			





Figura 1.3 – Allargamento di sezione lungo il Collettore Acque Alte Cattal all'interno del Bosco di Mestre. Nelle due serie di immagini è mostrato il canale prima dell'intervento con le sponde in calcestruzzo, la rimozione del rivestimento spondale, l'ampliamento della sezione con diminuzione di pendenza delle sponde e il canale riqualificato dopo alcuni anni dall'intervento. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale del progetto: Ricalibrazione e sostegni su sottobacini del Fiume Marzenego e del suo scolmatore. 2° stralcio Rio Draganziolo. Azione: Ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo il Rio Draganziolo.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Trebaleghe (Padova)		
	Corso d'acqua	Rio Draganziolo		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°35'26.51"N 12°2'34.17"E F: 45°35'20.94"N 12°2'40.78"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	13.000 mq
	Anno esecuzione	2010	Costo	€ 825.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite la diversificazione morfologica dell'alveo, l'incremento della vegetazione acquatica e palustre e la creazione di golene allagabili vegetate; • diminuzione del rischio di esondazione; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale e la creazione delle golene allagabili; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari; • creazione delle condizioni per la fruibilità del canale. 		
	Descrizione	Il progetto affronta le seguenti problematiche: <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • esondazioni in aree del bacino del Rio Draganziolo; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. L'intervento ha previsto quindi: <ul style="list-style-type: none"> • ampliamento della sezione; • abbassamento del piano campagna al fine di creare golene allagabili connesse all'alveo del canale; • diminuzione della pendenza delle sponde dell'alveo di magra; • costruzione di un'arginatura perimetrale al margine delle nuove golene; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea: del canale, da parte della vegetazione acquatica e spondale; delle aree golenali, da parte della vegetazione arboreo-arbustiva; • messa a dimora di specie arboree, arbustive ed elofitiche; • realizzazione di un manufatto di sostegno che permette di avere passaggio di acqua all'interno della golena anche nei periodi di magra; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale; • creazione di un percorso ciclopedonale lungo il canale. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: n. 2 interventi all'anno con benna falciante; • taglio della vegetazione spondale: n. 2 interventi all'anno con trincia sarmenti lungo una sola sponda (l'altra sponda viene lasciata all'evoluzione naturale). Il taglio previsto durante il periodo vegetativo preserva la fascia di vegetazione più prossima all'acqua; • taglio della vegetazione arborea: solo potature (per consentire la percorribilità dell'argine) ed eliminazione delle piante d'alto fusto morte all'interno della golena; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/contro, problemi)	In questo tratto il Rio Draganziolo ha in destra idraulica la nuova golena alberata e in sinistra idraulica un Parco urbano comunale. Il confronto tra un'area a valenza naturalistica, lasciata allo sviluppo spontaneo della vegetazione, e un'area a verde urbano attrezzato sta offrendo l'occasione per attività didattiche di approfondimento in merito alla gestione del verde e alle opportunità di inserimento di spazi naturali in contesti urbani.		







Figura 1.4 – Ampliamento di sezione lungo il Rio Draganzuolo mediante creazione di una golena allagabile. Nella serie di immagini è possibile vedere il canale allargato e le golene appena create al termine dei lavori e a seguire l’inizio della colonizzazione da parte della vegetazione palustre e riparia. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua della Terraferma veneziana. Azione: Rimozione del rivestimento spondale in calcestruzzo, ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo il Collettore Favaro e la Fossa Pagana.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Venezia (Venezia)		
	Corso d'acqua	Collettore di Favaro - Fossa Pagana		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°30'47.89"N 12°17'45.01"E F: 45°30'1.71"N 12°17'13.79"E	Lunghezza (m)	4.200 m
			Estensione (mq)	83.000 mq
Anno esecuzione	2004	Costo	€ 4.650.000	

Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite la diversificazione morfologica dell'alveo, l'incremento della vegetazione acquatica e palustre e la creazione di golene allagabili vegetate; • diminuzione del rischio di esondazione; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 		
	Descrizione	Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche: <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • esondazioni in zona Favaro Veneto causate dalle sezioni insufficienti; • biodiversità minima come conseguenza dell'alveo cementato e banalizzato. L'intervento ha previsto quindi: <ul style="list-style-type: none"> • eliminazione del rivestimento spondale in calcestruzzo; • ampliamento della sezione; • abbassamento del piano campagna al fine di creare golene allagabili connesse all'alveo dei canali; • diminuzione della pendenza delle sponde dell'alveo di magra; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea: del canale, da parte della vegetazione acquatica e spondale; delle aree golenali, da parte della vegetazione arboreo-arbustiva; • messa a dimora di specie arboree e arbustive per la formazione di boschetti a piano campagna e di filari spondali; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: n. 2 interventi all'anno con benna falciante; • taglio della vegetazione spondale: n. 2 interventi all'anno con trincia sarmenti lungo una sola sponda (l'altra sponda viene lasciata all'evoluzione naturale). Il taglio previsto durante il periodo vegetativo preserva la fascia di vegetazione più prossima all'acqua; • taglio della vegetazione arborea: solo potature (per consentire la percorribilità dell'argine); • conservazione degli habitat in alveo (nessun risonamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/controllo, problemi)	Il progetto è descritto anche al CAPITOLO 3 - SCHEDA Q3 "Creazione di zone umide in alveo" nella sua componente legata all'aumento della capacità autodepurativa. Nella presente sezione del CAPITOLO 1 si focalizza invece l'attenzione sulla componente morfologico-idraulica. L'eliminazione dei rivestimenti in calcestruzzo, intervento che più di ogni altro produce incrementi consistenti di biodiversità, si è potuta attuare solo parzialmente, a causa della dimensione dei collettori e dei conseguenti costi che i lavori avrebbero comportato. Le acque che transitano in questi canali risultano ricche di carbonio organico e questo limita la vita della fauna acquatica, tuttavia nei tratti riqualificati (ma anche nei tratti in calcestruzzo dove si hanno accumuli di sedimento di fondo) si nota la presenza della Cozza d'acqua dolce (<i>Anodonta</i> sp.). Questo mollusco si nutre filtrando l'acqua e trattenendo i detriti vegetali e gli organismi del fitoplancton, contribuendo a rendere meno torbida l'acqua dei canali. Un uso improprio della benna falciante può ridurre in modo drastico la presenza di <i>Anodonta</i> .		





Figura 1.5 – Rimozione del rivestimento spondale in calcestruzzo, allargamento di sezione e creazione di golene allagabili colonizzate da vegetazione palustre lungo il Collettore Favaro. Nella serie di immagini è possibile vedere il canale prima dei lavori, con le sponde cementificate, le golene allagabili appena create al termine dei lavori e a seguire l'inizio della colonizzazione da parte della vegetazione palustre e riparia. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi di ripristino delle erosioni di sponda ed arginali lungo il Fiume Zero nei Comuni di Zero Branco, Morgano, Piombino Dese, Resana e Vedelago. Azione: Ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo il Fiume Zero.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Piombino Dese (Padova) - Resana e Vedelago (Treviso)		
	Corso d'acqua	Fiume Zero		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°39'3.52"N 12°0'10.10"E F: 45°38'20.78"N 12°1'49.83"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	2.800 m 30.000 mq
	Anno esecuzione	2017	Costo	€ 800.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione dei fenomeni erosivi e del rischio di esondazione; • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite la diversificazione morfologica dell'alveo, l'incremento della vegetazione acquatica e palustre e la creazione di golene allagabili vegetate; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale e la creazione di golene allagabili; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fenomeni erosivi dovuti a dimensioni delle sezioni insufficienti e all'elevata velocità delle acque; • biodiversità limitata a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione di forma trapezia e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione; • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ampliamento delle sezioni; • abbassamento del piano campagna al fine di creare golene allagabili connesse all'alveo del canale; • diminuzione della pendenza delle sponde dell'alveo di magra; • meandrazione dell'alveo di magra all'interno delle golene allagabili; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea: del canale, da parte della vegetazione acquatica e spondale; delle aree golenali, da parte della vegetazione arboreo-arbustiva; • realizzazione di interventi di ingegneria naturalistica nei punti più a rischio di erosione spondale; • messa a dimora di una fascia tampone arborea continua lungo il ciglio destro del corso d'acqua. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: n. 1 intervento all'anno eseguito da imbarcazione con barra falciante, nel periodo di fine estate (settembre); • taglio della vegetazione spondale: n. 1 intervento all'anno con trincia sarmanti lungo una sola sponda (l'altra sponda viene lasciata all'evoluzione naturale), nel periodo di fine estate (settembre); • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Il progetto è descritto anche al CAPITOLO 2 - SCHEDA D3 "Copertura diffusa con astoni di salice" nella sua componente legata al controllo del dissesto spondale. Nella presente sezione del CAPITOLO 1 si focalizza invece l'attenzione sulla componente morfologico-idraulica.</p> <p>La presenza e la salvaguardia dei popolamenti esistenti di canna di palude (<i>Phragmites australis</i>) hanno portato a una colonizzazione molto rapida delle golene, che sono state inoltre diversificate con la messa a dimora di piante di ontano nero (<i>Alnus glutinosa</i>) e di arbusti igrofilii.</p> <p>La velocità di corrente, particolarmente elevata rispetto a quanto si riscontra nella maggior parte del reticolo di competenza, ha indotto il Consorzio a sperimentare diverse soluzioni di ingegneria naturalistica. L'efficacia degli interventi si sta dimostrando più che soddisfacente ma va tenuto conto che nelle opere di ingegneria naturalistica si utilizzano quasi esclusivamente salici e che quindi, se alcune tipologie di intervento vengono realizzate in modo diffuso, si rischia di semplificare molto la composizione delle specie vegetali.</p>		



Figura 1.6 – Allargamento di sezione del Fiume Zero e creazione di golene allagabili colonizzate da vegetazione palustre. Nelle immagini è possibile vedere il canale allargato al termine dei lavori, con l'argine originariamente posto a ridosso dell'alveo di magra ora arretrato per creare la golena allagabile, e a seguire l'inizio della colonizzazione da parte della vegetazione palustre. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dello Scolo Vernise nei Comuni di Zero Branco e Scorzè. Azione: Ampliamento di sezione e creazione di banchine allagabili lungo lo Scolo Vernise.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Zero Branco (Treviso) - Scorzè (Venezia)		
	Corso d'acqua	Scolo Vernise		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°37'23.71"N 12°5'45.21"E F: 45°36'6.90"N 12°9'2.82"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	5.000 m 47.000 mq (wetland)
	Anno esecuzione	2020	Costo	€ 3.430.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione dei fenomeni erosivi e del rischio di esondazione; • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite la diversificazione morfologica dell'alveo, l'incremento della vegetazione acquatica e palustre e la creazione di banchine allagabili vegetate; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale e la creazione di banchine allagabili; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • esondazioni causate dalla sezione insufficiente; • biodiversità limitata a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione di forma trapezia e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ampliamento delle sezioni; • abbassamento del piano campagna al fine di creare golene allagabili connesse all'alveo del canale; • diminuzione della pendenza delle sponde dell'alveo di magra; • meandrazione dell'alveo di magra all'interno delle golene allagabili; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea del canale, da parte della vegetazione acquatica e spondale; • realizzazione di tre aree umide (wetland) per la rimozione dei nutrienti; • messa a dimora di specie arboree e arbustive all'interno delle golene allagabili, lungo le sponde e a completamento delle aree umide (wetland). 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: n. 2 interventi all'anno eseguiti con benna falciante; • taglio della vegetazione spondale: n. 2 interventi all'anno con trincia sarmenti lungo entrambe le sponde. Il taglio previsto durante il periodo vegetativo preserva la fascia di vegetazione più prossima all'acqua. I piani golenali vengono lasciati all'evoluzione naturale della vegetazione; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Il progetto è descritto anche al CAPITOLO 2 - SCHEDA D1 "Risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una fascia di mobilità del canale" nella sua componente legata al controllo del dissesto spondale e al CAPITOLO 3 - SCHEDA Q4 "Creazione di zone umide fuori alveo" nella sua componente legata all'aumento della capacità autodepurativa. Nella presente sezione del CAPITOLO 1 si focalizza invece l'attenzione sulla componente morfologico-idraulica.</p> <p>In molti dei tratti riqualificati, la conservazione del piede di sponda della sezione trapezia originaria ha permesso di mantenere una fascia di canna di palude (<i>Phragmites australis</i>) che, una volta realizzate le banchine allagabili, ha svolto la funzione di innesco per la colonizzazione spontanea dei terreni nudi.</p> <p>La presenza di uno strato di terreno sabbioso ha prodotto da subito dei fenomeni erosivi ai bordi delle banchine allagabili. Dopo un primo intervento di protezione dei margini con roccia, si è preferito rinunciare a questa soluzione e lasciare al corso di magra libertà di movimento, in modo da assecondare una morfologia dell'alveo più naturale.</p> <p>Il disegno interno delle aree umide ha subito delle modifiche in fase di cantiere per salvaguardare alcune piante arboree di pregio e favorire una maggiore biodiversità.</p>		



Figura 1.7 – Allargamento di sezione dello Scolo Vernise e creazione di banchine allagabili colonizzate da vegetazione palustre. Nelle due immagini è possibile vedere il canale allargato al termine dei lavori, con l'argine originariamente posto a ridosso dell'alveo di magra ora arretrato per creare la banchina allagabile, e l'inizio della colonizzazione da parte della vegetazione palustre. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Riassetto idraulico e rinaturalizzazione dell'asta principale del bacino del Pionca a monte del sifone sotto il Taglio di Mirano, nei Comuni di Mira, Dolo, Pianiga e Mirano. Azione: Ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo lo Scolo Pionca.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Mira, Mirano e Pianiga (Venezia)		
	Corso d'acqua	Scolo Pionca		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°26'38.40"N 12°4'30.23"E F: 45°26'44.62"N 12°6'41.95"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	2.800 m 150.000 mq
	Anno esecuzione	2010	Costo	€ 6.600.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del rischio di esondazione; • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite la diversificazione morfologica dell'alveo, l'incremento della vegetazione acquatica e palustre e la creazione di golene allagabili vegetate; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari; • creazione delle condizioni per la fruibilità del canale. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • esondazioni causate dalla sezione insufficiente; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione di forma trapezia e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • arretramento degli argini; • abbassamento del piano campagna al fine di creare golene allagabili connesse all'alveo del canale; • diminuzione della pendenza delle sponde dell'alveo di magra; • meandrizzazione dell'alveo di magra all'interno delle golene allagabili; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea del canale, da parte della vegetazione acquatica e spondale; delle golene allagabili, da parte della vegetazione arboreo-arbustiva; • realizzazione di un manufatto di sbarramento per la regolazione dei livelli nell'area umida; • messa a dimora di specie erbacee elofitiche (<i>Pragmites australis</i>) all'interno delle golene e di specie arboree e arbustive al piede di sponda. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: n. 1 intervento all'anno eseguito con benna falciante, solo su una parte della sezione dell'alveo di magra (1/2 ca.); • taglio della vegetazione spondale: n. 2 interventi all'anno con trincia sarmenti lungo entrambe le sponde. Il taglio previsto durante il periodo vegetativo preserva la fascia di vegetazione più prossima all'acqua. I piani golenali vengono lasciati all'evoluzione naturale della vegetazione; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/contro, problemi)	<p>L'ampliamento di sezione che si è realizzato risulta di dimensioni anche 10 volte superiori alla larghezza del canale originario: questo ha permesso di avere all'interno dell'alveo habitat ben differenziati e in grado di garantire adeguata protezione alla fauna presente.</p> <p>Lungo tutto il tratto interessato dagli interventi, gli ampliamenti della sezione sono stati eseguiti solo lungo una delle due sponde, mentre l'altra è rimasta quella preesistente. L'elevata pendenza della sponda originaria sta creando problemi di erosione e si presenta molto più pericolosa in presenza di tane di nutria, rispetto a quella opposta.</p>		





Figura 1.8 – Allargamento di sezione dello Scolo Pionca e creazione di golene allagabili colonizzate da vegetazione palustre. Nelle due serie di immagini è possibile vedere il canale allargato al termine dei lavori e l'inizio della colonizzazione da parte della vegetazione palustre. L'argine originariamente rettilineo e posto a ridosso dell'alveo di magra è stato arretrato per creare la golena allagabile. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi strutturali in rete minore di bonifica. Ricalibrazione e sostegni su sottobacini dei fiumi Dese e Zero. II° stralcio - Scolo Zeretto nel Comune di Mogliano Veneto. Azione: Ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo lo Scolo Zeretto.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Mogliano Veneto (Treviso)		
	Corso d'acqua	Scolo Zeretto		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°34'52.93"N 12°12'6.22"E F: 45°34'51.71"N 12°12'28.76"E	Lunghezza (m)	300 m
			Estensione (mq)	15.000 mq
	Anno esecuzione	2016	Costo	€ 1.110.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del rischio di esondazione; • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite la diversificazione morfologica dell'alveo, l'incremento della vegetazione acquatica e palustre e la creazione di golene allagabili vegetate; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale e la creazione di golene allagabili; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari; • creazione delle condizioni per la fruibilità del canale. 		
	Descrizione	Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche: <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • esondazioni causate dalla sezione insufficiente e dal restringimento dovuto alla presenza di un mulino storico; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione di forma trapezia e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. L'intervento ha previsto quindi: <ul style="list-style-type: none"> • arretramento degli argini; • abbassamento del piano campagna al fine di creare golene allagabili connesse all'alveo del canale; • diminuzione della pendenza delle sponde dell'alveo di magra; • meandrazione dell'alveo di magra all'interno delle golene allagabili; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea del canale e delle golene allagabili, da parte della vegetazione acquatica e spondale (conservazione di parte della vecchia sponda per favorire la diffusione della vegetazione palustre già presente in alveo); • realizzazione di un manufatto di intercomunicazione tra il fiume Zero e lo scolo Zeretto in corrispondenza dell'area umida, realizzato per la laminazione del picco dell'onda di piena del fiume Zero; • realizzazione di un manufatto di sbarramento con installazione di una paratoia a ventola per la regolazione dei livelli nell'area umida e per scopi irrigui; • messa a dimora di specie arboree e arbustive in isole interne all'area umida e al piede della sponda (sia interna che esterna). 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: nessun intervento sulla vegetazione acquatica all'interno dell'area umida; • taglio della vegetazione spondale: n. 2 interventi all'anno con trincia sarmenti lungo entrambe le sponde. Il taglio previsto durante il periodo vegetativo preserva la fascia di vegetazione più prossima all'acqua. Le golene e le isole interne vengono lasciate all'evoluzione naturale della vegetazione; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/contro, problemi)	La gestione di questa area umida si presenta complessa, a causa della necessità di dover coniugare tre esigenze differenti: sicurezza idraulica, fitodepurazione e irrigazione. La movimentazione del manufatto di sbarramento nel corso dell'anno, a seconda dell'esigenza prevalente, rende difficile poter avere un'evoluzione naturale della vegetazione in alveo. Concentrare necessità pressanti in un'unica area umida, di piccole dimensioni, limita la possibilità di sviluppare habitat e comunità animali.		



Figura 1.9 – Allargamento di sezione dello Scolo Zeretto e creazione di golene allagabili colonizzate da vegetazione palustre. Nelle due immagini è possibile vedere il canale allargato e l’inizio della colonizzazione da parte della vegetazione palustre. L’argine originariamente rettilineo e posto a ridosso dell’alveo di magra è stato arretrato per creare le golene allagabili e l’alveo rettilineo è stato reso meandriforme all’interno delle nuove golene. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale lungo il basso corso del Fiume Zero per il controllo e la riduzione dei nutrienti sversati nella Laguna di Venezia. Azione: Creazione di banchine allagabili lungo il fiume Zero.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Mogliano Veneto (Treviso) - Marcon e Quarto d'Altino (Venezia)		
	Corso d'acqua	Fiume Zero		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°34'18.79"N 12°18'41.11"E F: 45°32'16.95"N 12°22'45.92"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	10.000 m 808.000 mq
	Anno esecuzione	2003	Costo	€ 7.230.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite la diversificazione morfologica dell'alveo, l'incremento della vegetazione acquatica e palustre e la creazione di golene allagabili vegetate; • diminuzione del rischio di esondazione; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari; • creazione delle condizioni per la fruibilità del canale. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • esondazioni causate dalla sezione insufficiente; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione di forma trapezia e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • arretramento degli argini; • abbassamento del piano campagna al fine di creare banchine allagabili connesse all'alveo del fiume e zone umide in alveo; • diminuzione della pendenza delle sponde dell'alveo di magra; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea: del fiume, da parte della vegetazione acquatica e spondale; delle banchine allagabili, da parte della vegetazione arboreo-arbustiva; • realizzazione di un manufatto di sostegno delle acque che permette di ridurre la velocità di deflusso e di incrementare la superficie di contatto acqua-vegetazione; • impianto di una zona tampone arborea a flusso sub-superficiale, fuori alveo, per la riduzione dei carichi di azoto; • messa a dimora di specie arboree e arbustive all'interno delle banchine allagabili; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale; • creazione di un percorso ciclo-pedonale sulla sommità dell'argine. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: nessun intervento sulla vegetazione acquatica (acque salmastre); • taglio della vegetazione spondale: n. 2 interventi all'anno con trincia sarmenti lungo entrambe le sponde. Il taglio previsto durante il periodo vegetativo preserva la fascia di vegetazione più prossima all'acqua. Le golene e le isole interne vengono lasciate all'evoluzione naturale della vegetazione; • taglio della vegetazione arborea: tagli periodici selettivi per eliminare piante d'alto fusto morte o a rischio di schianto, potature per consentire la percorribilità dell'argine; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/controllo, problemi)	<p>Il progetto ha permesso di realizzare un importante corridoio ecologico lungo 10 km, arricchito di nuovi ambienti naturali, sia in alveo che fuori alveo. I monitoraggi faunistici hanno rilevato la presenza lungo il fiume di diverse specie di elevato interesse naturalistico, tra queste: Savetta (<i>Chondrostoma soetta</i>), Ghiozzetto di laguna (<i>Knipowitschia panizzae</i>), Tritone crestato italiano (<i>Triturus carnifex</i>), Testuggine palustre (<i>Emys orbicularis</i>), Rana di Lataste (<i>Rana latastei</i>), Tarabusino (<i>Ixobrychus minutus</i>) e Martin pescatore (<i>Alcedo atthis</i>).</p>		



Figura 1.10 – Allargamento di sezione del fiume Zero a Quarto d'Altino (VE) mediante creazione di una banchina allagabile. Nelle due immagini è possibile vedere la banchina allagabile appena creata e lo stato attuale del fiume a distanza di alcuni anni, colonizzato da vegetazione palustre e riparia. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Ricalibratura del Rio Storto nel tratto compreso tra l'intersezione con il Passante e le Cave di Maerne. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo il Rio Storto.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Martellago (Venezia)		
	Corso d'acqua	Rio Storto		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°32'10.14"N 12°9'9.88"E F: 45°31'47.86"N 12°10'24.65"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	900 m 8.000 mq
	Anno esecuzione	2013	Costo	€ 1.570.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del rischio di esondazione; • aumento della capacità autodepurativa del fiume tramite la diversificazione morfologica dell'alveo, l'incremento della vegetazione acquatica e palustre e la creazione di golene allagabili vegetate; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • esondazioni causate dalla sezione insufficiente e dalla realizzazione di una nuova arteria autostradale; • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione di forma trapezia e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ampliamento delle sezioni; • abbassamento del piano campagna al fine di creare banchine allagabili connesse all'alveo del fiume; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea: del fiume, da parte della vegetazione acquatica e spondale; delle banchine allagabili, da parte della vegetazione arboreo-arbustiva; • realizzazione di un manufatto di sbarramento caratterizzato dalla presenza di una lunga soglia sfiorante, in grado di garantire sia un livello costante a monte, che la necessaria efficienza idraulica (in modo che non sia necessario prevedere interventi di apertura delle paratoie in coincidenza dell'incidere di un evento di piena); • rifacimento di un ponte che si presentava idraulicamente insufficiente; • messa a dimora di specie arboree e arbustive all'interno delle banchine allagabili; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: n. 2 interventi all'anno eseguiti con benna falciante; • taglio della vegetazione spondale: n. 2 interventi all'anno con trincia sarmenti lungo entrambe le sponde. Il taglio previsto durante il periodo vegetativo preserva la fascia di vegetazione più prossima all'acqua. Le golene e le banchine interne all'alveo vengono lasciate all'evoluzione naturale della vegetazione; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/controllo, problemi)	L'intervento di ampliamento delle sezioni ha sfruttato, in alcuni tratti, l'ampia sinuosità che il corso d'acqua ancora conservava. Nei tratti rettilinei, dove l'allargamento è stato di dimensioni minori, si è scelto comunque di non reiterare la sezione trapezia e di realizzare una banchina al piede di sponda, evitando di perseguire esclusivamente il massimo volume di invaso, a favore di una maggiore biodiversità e di una migliore qualità delle acque.		



Figura 1.11 – Allargamento di sezione del Rio Storto mediante creazione di una banchina allagabile. Nelle immagini è possibile vedere il canale allargato al termine dei lavori e l’inizio della colonizzazione da parte della vegetazione riparia. L’argine originariamente posto a ridosso dell’alveo di magra è stato arretrato per creare una banchina allagabile. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	<p>Titolo originale progetto: Ristrutturazione rete di bonifica dell'area centrale e del medio corso dei Fiumi Dese e Zero nei Comuni di Scorzè, Zero Branco, Trebaseleghe, Piombino Dese e Mogliano Veneto e tributaria dei corsi d'acqua consortili: Piovega di Cappella, scolo Desolino, Rio San Martino, Piovega di Scandolara, Rio S. Ambrogio, Piovega di Levada e Piovega di Tre Comuni, Fossa Storta e Zermason.</p> <p>Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili.</p>		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Scorzè (Venezia) - Trebaseleghe (Padova) - Zero Branco (Treviso)		
	Corso d'acqua	Scolo Desolino, Rio San Martino, Piovega di Scandolara, Rio Sant'Ambrogio, Piovega di Levada e Piovega di Tre Comuni		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°36'48.46"N 12°5'38.52"E F: 45°34'10.50"N 12°8'26.48"E	Lunghezza (m)	9.300 m
			Estensione (mq)	105.000 mq
Anno esecuzione	2008	Costo	€ 4.130.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del rischio di esondazione; • aumento della capacità autodepurativa del fiume tramite la diversificazione morfologica dell'alveo, l'incremento della vegetazione acquatica e palustre e la creazione di golene allagabili vegetate; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • esondazioni causate dalla sezione insufficiente; • biodiversità minima a causa della scarsa diversificazione morfologica della sezione di forma trapezia e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ampliamento delle sezioni; • abbassamento del piano campagna al fine di creare banchine allagabili connesse all'alveo; • meandrazione dell'alveo; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea: del fiume, da parte della vegetazione acquatica e spondale; delle banchine allagabili, da parte della vegetazione arboreo-arbustiva; • realizzazione di fasce tampone arboree; • realizzazione di zone umide in alveo e fuori alveo; • realizzazione di un manufatto costituito da due stramazzi per la ripartizione delle portate; • realizzazione di manufatti di sbarramento e sostegno con paratoie mobili, al fine di aumentare i tempi di ritenzione delle acque, sfruttare appieno le capacità di invaso delle aree di espansione e favorire le pratiche irrigue; • messa a dimora di specie arboree e arbustive all'interno delle golene allagabili; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: n. 1 o 2 interventi all'anno, a seconda dello sviluppo delle idrofite, eseguiti con benna falciante; • taglio della vegetazione spondale: n. 2 interventi all'anno con trincia sarmenti lungo una sola sponda. Il taglio previsto durante il periodo vegetativo preserva la fascia di vegetazione più prossima all'acqua. Sulla sponda opposta sono presenti fasce tampone arboree o golene alberate, le golene vengono lasciate all'evoluzione naturale della vegetazione; • taglio della vegetazione arborea: potature per garantire la percorribilità ai mezzi meccanici, tagli per eliminare piante d'alto fusto morte o a rischio di schianto; • conservazione degli habitat in alveo (nessun rizezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Il progetto è descritto anche al CAPITOLO 2 - SCHEDA D1 "Risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una fascia di mobilità del canale" nella sua componente legata al controllo del dissesto spondale e al CAPITOLO 3 - SCHEDA Q1 "Controllo dell'inquinamento diffuso mediante l'utilizzo di fasce tampone boscate" nella sua componente legata all'aumento della capacità autodepurativa. Nella presente sezione del CAPITOLO 1 si focalizza invece l'attenzione sulla componente morfologico-idraulica.</p>		

Informazioni
tecniche

Note
(pro/contro,
problemi)

L'intervento ha coinvolto oltre 9 km di canali che, con lo sviluppo dei nuovi habitat (zone umide, boschetti igrofilo, filari di alberi), sono diventati interessanti anche ai fini della fruizione. La possibilità di usufruire della riqualificazione ambientale a fini ricreativi e di svago è però impedita dal fatto che i percorsi lungo i canali risultano in proprietà privata. Per venire incontro alle richieste della popolazione locale, il Comune di Scorzè si accorda con i proprietari al fine di organizzare escursioni di gruppo e visite guidate.





Figura 1.12 – Allargamento di sezione mediante creazione di una banchina allagabile. Nelle immagini è possibile vedere il canale allargato al termine dei lavori e l’inizio della colonizzazione da parte della vegetazione riparia. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Allargamento di sezione mediante diminuzione della pendenza delle sponde e zone di rallentamento dei deflussi lungo fossi privati.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive			
	Comune e Provincia	Scorzè (Venezia)			
	Corso d'acqua	Fosso Pizzolato			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°34'25.26"N 12°6'57.28"E F: 45°34'24.91"N 12°7'8.15"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	150 m	
	Anno esecuzione	2017	Costo	A carico del privato	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite la creazione di golene allagabili; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bassa biodiversità a causa della scarsa diversificazione morfologica della sezione di forma regolare. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • allargamento dell'alveo mediante diminuzione della pendenza delle sponde; • creazione di zone di rallentamento dei deflussi; • realizzazione di uno stagno controcorrente; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea del canale, da parte della vegetazione acquatica e spondale; • impianto di specie arboree; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale; • realizzazione di strutture che favoriscono la fruizione (attraversamento e punti di sosta). 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: nessun intervento; • taglio della vegetazione spondale: taglio delle scarpate a tratti, n. 2 o 3 tagli all'anno con decespugliatore; • taglio della vegetazione arborea: potature per garantire la percorribilità e taglio delle piante d'alto fusto morte o a rischio di schianto; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 			
	Note (pro/contro, problemi)	Si tratta di interventi eseguiti da privato seguendo le indicazioni tecniche richieste dallo stesso al Consorzio, per la gestione e la riqualificazione ambientale di corsi d'acqua privati.			



Figura 1.13 – Allargamento di sezione lungo corsi d'acqua privati. Nelle immagini è possibile vedere i lavori di allargamento appena realizzati mediante diminuzione di pendenza della sponda. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Lavori di inalveamento dello scolo Codis, Fossa Cortina, Fossalone e Roggia Versiola nei Comuni di Gruaro e Portogruaro. 1° stralcio: inalveamento della Fossa Cortina e del Fossalone e sistemazione anse della Roggia Versiola – 2° lotto funzionale. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Veneto Orientale		
	Comune e Provincia	Gruaro e Portogruaro (Venezia)		
	Corso d'acqua	Roggia Versiola		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°49'43.50"N 12°50'8.12"E F: 45°49'46.47"N 12°50'15.47"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	250 m 3.000 mq
	Anno esecuzione	2010	Costo	€ 15.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del rischio di esondazione grazie all'aumento delle aree di laminazione del corso d'acqua; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • esondazioni causate dalla sezione insufficiente; • biodiversità minima a causa della scarsa diversificazione morfologica della sezione di forma trapezia e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ampliamento delle sezioni; • abbassamento del piano campagna al fine di creare golene allagabili connesse all'alveo, in un corso d'acqua naturalmente meandriforme ma le cui aree inondabili erano disconnesse dall'alveo di magra; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea del corso d'acqua da parte della vegetazione spondale; • messa a dimora di specie arboree lungo le rive. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • periodici interventi di contenimento della vegetazione erbacea spondale; • potatura delle specie arboree piantumate in prossimità del corso d'acqua, con particolare attenzione a non arrecare danni alla fauna presente. 		
	Note (pro/contro, problemi)	<p>La presenza di specie arboree in prossimità del corso d'acqua può talvolta essere di ostacolo alla meccanizzazione degli interventi di contenimento della vegetazione erbacea; la presenza di vegetazione riparia riveste tuttavia un ruolo importante nel contenimento dei dissesti spondali, nella valorizzazione del territorio e nel rispetto del vincolo paesaggistico cui è soggetto il corso d'acqua, motivo per il quale nel progetto si è optato per il mantenimento e la piantumazione di fasce riparie.</p>		



Figura 1.14 – Lavori di realizzazione di golene allagabili lungo la Roggia Versiola. (Fonte: Consorzio di Bonifica Veneto Orientale)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: L. 139/92 – 1 ^a fase. Progetto delle opere di diversione idraulica dalla Laguna, incremento degli invasi e controllo dell'inquinamento diffuso di origine agricola. D.D.R. n. 130 del 08/08/96. Azione: Allargamento di sezione mediante diminuzione della pendenza delle sponde lungo il Canale dei cuori.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Adige Euganeo			
	Comune e Provincia	Cavarzere e Chioggia (Venezia)			
	Corso d'acqua	Canale dei Cuori Intercluso			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°09'59.59"N 12°10'52.27"E F: 45°10'7.15"N 12°13'24.67"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	7.000 m 120.000 mq	
	Anno esecuzione	2000	Costo		
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • miglioramento qualitativo e quantitativo di acque ad uso irriguo; • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite l'incremento della vegetazione palustre, arbustiva ed arborea e l'aumento dei tempi di ritenzione; • diminuzione del rischio di esondazione; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripariali tra il Canale dei Cuori ed il fiume Gorzone; • incremento della capacità d'invaso in rete. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati in Laguna di Venezia da aree agricole; • esondazioni in bacini a bonifica meccanica posti anche a 4 metri sotto il livello del mare e causate dalla ridotta capacità d'invaso in rete e insufficienza delle idrovore; • bassa biodiversità a causa del progressivo depauperamento della agricoltura estensiva, della scarsa diversificazione morfologica della tradizionale sezione regolare del canale e delle usuali operazioni di gestione periodiche della vegetazione; • limitata disponibilità di acque irrigue di buona qualità in un'area a progressiva salinizzazione delle falde. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • allargamento del canale mediante scavo di nuovo alveo e diminuzione della pendenza delle sponde in aree demaniali inutilizzate; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea del canale da parte della vegetazione acquatica e spondale; • messa a dimora di una fascia riparia; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • 1 solo sfalcio estivo della vegetazione acquatica con escavatore con benna falciante nella sola sezione centrale dell'alveo; • 1 solo sfalcio della vegetazione spondale con trattore e decespugliatore solo se necessario alla funzionalità idraulica; • gestione della fascia riparia con potature selettive e tagli delle specie a fine attività vegetativa diversificata sulle due sponde, allo scopo di poter garantire il transito dei mezzi; • conservazione degli habitat in alveo diradando le escavazioni del sedime in alveo a periodi di distanza superiori ai 5 anni. 			
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Alcune essenze piantumate oltre 20 anni fa hanno esaurito la loro fase vegetativa e sono morte. La massa vegetale non trova utilizzatori. La sezione tortuosa del canale si è erosa nei tratti di terreno torboso.</p>			



Figura 1.15 – Allargamento di sezione del Canale dei cuori intercluso mediante riduzione della pendenza delle sponde e messa a dimora di una fascia riparia lungo le rive. (Fonte: Consorzio di Bonifica Euganeo)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Incremento dei tempi di ritenzione delle acque urbane e agricole nei comuni di Este e Baone. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo il Canale Nuovo Meggiaro.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Adige Euganeo			
	Comune e Provincia	Este e Baone (Padova)			
	Corso d'acqua	Canale Nuovo Meggiaro			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°13'37.86"N 11°40'19.70"E F: 45°13'53.65"N 11°40'45.73"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	6.000 m 98.000 mq	
	Anno esecuzione	2011	Costo	€ 3.754.426	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del rischio di esondazione di aree agricole ed urbane; • aumento della capacità autodepurativa del fiume tramite l'incremento della vegetazione palustre e la creazione di banchine allagabili vegetate e incremento dell'invaso e dei tempi di ritenzione; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite la creazione di banchine allagabili; • creazione delle condizioni per la fruibilità del canale da parte dei cittadini. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati in Laguna di Venezia; • esondazioni in zona urbanizzata causate dalla insufficiente sezione della rete fognaria bianca e del canale ricettore Meggiaro-Squacchielle; • bassa biodiversità a causa della scarsa diversificazione morfologica della sezione di forma regolare e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • allargamento di sezione; • abbassamento del piano campagna al fine di creare banchine allagabili connesse all'alveo del canale; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea del canale da parte della vegetazione acquatica e spondale; • messa a dimora di una fascia riparia su entrambe le sponde; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale; • creazione di un percorso ciclopedonale lungo il canale. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • sfalcio della vegetazione nell'alveo una volta l'anno in stagione invernale; • sfalcio della vegetazione lungo il piano campagna, più volte l'anno, durante la primavera-estate in accordo-convenzione con il Comune di Este solo in prossimità delle abitazioni. 			
	Note (pro/contro, problemi)	<p>La presenza di vegetazione erbacea spontanea in prossimità dei cortili di alcuni condomini non è sempre gradita a tutti i cittadini, che temono le zanzare e la presenza di roditori.</p> <p>L'opera realizzata di concerto tra Regione Veneto, Consorzio di Bonifica e Comune ha risolto in modo definitivo gli allagamenti che interessavano vaste aree urbane del centro e periferia di Este.</p>			





Figura 1.16 – Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo il Canale Nuovo Meggiaro-Squacchielle. Nelle immagini è possibile vedere il canale allargato e le nuove banchine allagabili al termine dei lavori e l’inizio della colonizzazione da parte della vegetazione palustre. (Fonte: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Incremento dell'invaso e capacità autodepurativa Colli di Galzignano e di Arquà Petrarca. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili nelle valli di Arquà Petrarca e Galzignano.	
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Adige Euganeo	
	Comune e Provincia	Galzignano Terme e Arquà Petrarca (Padova)	
	Corso d'acqua	Canali Canaletta, Bagnarolo, Regazzoni, San Bortolo Bignago, Contarine, Carestie	
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	Canale Bagnarolo I: 45°17'59.79"N 11°45'18.03"E F: 45°17'37.45"N 11°44'54.20"E Canale Bignago I: 45°15'9.85"N 11°45'27.16"E F: 45°15'3.20"N 11°43'13.17"E Canale Canaletta I: 45°16'40.83"N 11°47'16.53"E F: 45°16'32.88"N 11°48'11.42"E Scolo Carestie I: 45°16'2.05"N 11°43'16.02"E F: 45°15'13.15"N 11°43'9.68"E Scolo Contarine I: 45°15'56.71"N 11°42'33.33"E F: 45°15'13.15"N 11°43'9.68"E Scolo Regazzoni I: 45°18'47.53"N 11°44'6.08"E F: 45°18'6.73"N 11°45'19.07"E Scolo San Bortolo I: 45°18'37.10"N 11°45'35.82"E F: 45°17'59.79"N 11°45'18.03"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)
Anno esecuzione	2003	Costo	€ 5.600.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del rischio di esondazione; • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite l'incremento della vegetazione palustre e la creazione di banchine allagabili vegetate, ed aumento della capacità di invaso; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite la creazione di banchine allagabili; • mitigazione della salinizzazione delle acque superficiali causata dalla risalita di acque termali. 	
	Descrizione	Il progetto affronta le seguenti problematiche: <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati in laguna di Venezia; • esondazioni in zona agricole a bonifica esclusivamente meccanica causate dalla sezione insufficiente dei canali e limitato invaso; • bassa biodiversità a causa della scarsa diversificazione morfologica della sezione di forma regolare e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione; • progressiva salinizzazione delle acque superficiali per contaminazione con acque termali. L'intervento ha previsto quindi: <ul style="list-style-type: none"> • allargamento di sezione del canale con creazione di banche vegetate con specie palustri; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea del canale da parte della vegetazione acquatica e spondale; • messa a dimora di una fascia riparia su entrambe le sponde; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale. 	
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • diradamento delle escavazioni dei sedimenti dell'alveo a periodi maggiori di 10 anni; • gestione della vegetazione acquatica riducendo lo sfalcio in alveo e sulle sponde. 	



Figura 1.17 – Allargamento di sezione e creazione di golene nelle valli di Arquà Petrarca e Galzignano. Nelle immagini è possibile vedere lo stato del canale durante l'esecuzione dei lavori di creazione delle banchine allagabili. (Fonte: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Integrazione rete fognaria e rete di bonifica per l'autodepurazione dei Bacini Centrali. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo i canali Condotto di Mezzo e San Bonaventura.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Adige Euganeo		
	Comune e Provincia	Bagnoli di Sopra e Anguillara Veneta (Padova)		
	Corso d'acqua	Condotto di Mezzo e San Bonaventura		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	Allacciante San Bonaventura I: 45°9'12.54"N 11°53'42.33"E F: 45°9'27.93"N 11°53'45.28"E Scolo San Bonaventura I: 45°9'31.35"N 11°52'15.38"E F: 45°9'3.43"N 11°54'50.82"E	Lunghezza (m)	8.000 m
Anno esecuzione	2014	Costo	€ 6.000.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • riduzione dei nutrienti N e P veicolati in laguna di Venezia; • diminuzione del rischio di esondazione in aree ad esclusiva bonifica meccanica; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 		
	Descrizione	Il progetto affronta le seguenti problematiche: <ul style="list-style-type: none"> • esondazioni in zona agricola causate dalla sezione insufficiente, dallo scarso volume invasabile nella rete scolante e da impianti idrovori obsoleti; • bassa biodiversità a causa della scarsa diversificazione morfologica della sezione di forma regolare e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione; • carenza di acque irrigue di buona qualità. L'intervento ha previsto quindi: <ul style="list-style-type: none"> • allargamento del canale mediante ampliamento dell'alveo e diminuzione della pendenza delle sponde; • abbassamento del piano campagna al fine di creare banchine allagabili connesse all'alveo del canale; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea del canale da parte della vegetazione acquatica e spondale; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • lo sfalcio è eseguito al massimo 2 volte all'anno, cercando di evitare il taglio della vegetazione al piede di sponda. 		
	Note (pro/contro, problemi)			





Figura 1.18 – Allargamento di sezione e creazione di banchine allagabili nei canali Scolo Condotto di mezzo (in alto) e Scolo Bonaventura (immagini seguenti). Nelle immagini è possibile vedere lo stato dei canali durante l'esecuzione dei lavori di creazione delle banchine allagabili. (Fonte: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Foresta Veneto – Interventi di afforestazione in compensazione delle emissioni di CO ₂ della discarica di Torretta. Progetto di forestazione nel territorio del Comune di Legnago. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo la Fossa Maestra.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Veronese			
	Comune e Provincia	Legnago (Verona)			
	Corso d'acqua	Fossa Maestra			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°5'45.10"N 11°17'51.21"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	4.000 m	
	Anno esecuzione	2014	Costo	€ 800.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • compensazione delle emissioni di gas a effetto serra derivanti dalla discarica sita in località Torretta; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari; • diminuzione del rischio idraulico; • realizzazione di una pista per il passaggio dei mezzi consortili, per la manutenzione del collettore Fossa Maestra. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • esondazioni causate dalla sezione insufficiente; • bassa biodiversità a causa della scarsa diversificazione morfologica della sezione di forma regolare e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sbancamento dell'argine in destra idraulica con la realizzazione di una banchina allagabile per agevolare gli interventi di manutenzione del corso d'acqua; • riutilizzo del terreno scavato per realizzare la copertura della vicina discarica di Torretta; • piantumazione di diverse specie arboree al fine di compensare le emissioni di CO₂ della discarica; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea del canale da parte della vegetazione acquatica e spondale. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • sfalcio della vegetazione ripariale e della banchina una volta l'anno. Da sottolineare il fatto che la conformazione ottenuta post-intervento permette una rapida esecuzione dei lavori, abbattendo di molto i costi di manutenzione. 			
	Note (pro/controllo, problemi)	<p>Il progetto è descritto anche al CAPITOLO 5 - SCHEDA G1 "Controllo a basso impatto della vegetazione in alveo" nella sua componente legata alle modalità di gestione della vegetazione acquatica e spondale. Nella presente sezione del CAPITOLO 1 si focalizza invece l'attenzione sulla <u>componente morfologico-idraulica</u>.</p> <p>La peculiarità dell'intervento consta nel fatto che:</p> <ul style="list-style-type: none"> • non sono state sostenute spese di esproprio; • lo scavo è stato pagato dal gestore della discarica di rifiuti locale, che ha eseguito l'intervento ed ha utilizzato il terreno a rifiuto nell'ambito dei lavori di ricomprimento dei lotti di discarica esauriti; • la piantumazione delle specie arboree è stata finanziata nell'ambito del progetto "Foresta Veneto – Interventi di afforestazione in compensazione delle emissioni di CO₂ della discarica di Torretta. Progetto di forestazione nel territorio del Comune di Legnago". 			





Figura 1.19 – Allargamento di sezione e creazione di banchine allagabili lungo la Fossa Maestra. Nella serie di immagini è possibile vedere il canale prima degli interventi (sezione trapezoidale) e a seguire la banchina interna creata ex novo e allagata durante alcuni eventi meteorici. (Fonte: Consorzio di Bonifica Veronese)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Riqualificazione del fontanile della fossa Calfura in località Madonna dell'Uva Secca. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo la Fossa Calfura.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Veronese			
	Comune e Provincia	Povegliano Veronese (Verona)			
	Corso d'acqua	Fossa Calfura			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°21'16.20"N 10°53'31.31"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	600 m	
	Anno esecuzione	2017	Costo	€ 20.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aumento della portata fluente dalla risorgiva; • ripristino delle piste di manutenzione; • riqualificazione ambientale dell'area; • rimozione della vegetazione alloctona soggetta a schianti in alveo. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • interrimento della risorgiva; • presenza di vegetazione sia arborea che arbustiva per lo più alloctona e con accrescimento a fustaia, particolarmente soggetta a schianti in alveo e sulla vicina strada provinciale. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rimozione delle piante pericolanti e di quelle pericolose per la circolazione stradale; • espurgo del fondo della fossa per migliorare l'afflusso della risorgiva; • ripristino della banchina laterale per renderla funzionale ai futuri interventi manutentivi; • messa a dimora di nuove specie arboree a distanza di 5 metri dal corso d'acqua. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • il fondo viene sfalciato generalmente una volta l'anno; • l'erba sulla pista di manutenzione viene trinciata una volta l'anno; • le specie arboree messe a dimora subiscono interventi di potatura formativa; • l'espurgo del fondo viene effettuato secondo necessità, con cadenza quinquennale. 			
	Note (pro/contro, problemi)	<p>L'intervento in oggetto è stato realizzato grazie all'accordo tra Comune, privati e Consorzio. Sebbene l'intervento non abbia le finalità idrauliche proprie del presente capitolo, risulta di interesse in quanto mostra come la creazione di una banchina allagabile in un contesto diverso da quello dei canali di bonifica, nel caso specifico una risorgiva, può portare a miglioramenti ecologici se tale banchina è gestita con la dovuta attenzione alle peculiarità ambientali del sito. Nel caso specifico, le limitazioni dovute alla localizzazione della risorgiva permettono il solo mantenimento della vegetazione riparia, ma in altri contesti tale intervento può prevedere una più cospicua attenzione alla biodiversità dell'alveo e delle aree riparie.</p>			





Figura 1.20 – Riqualificazione del fontanile della Fossa Calfura mediante creazione di una banchina interna allagabile e piantumazione di specie arbustive e arboree autoctone. (Fonte: Consorzio di Bonifica Veronese)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: LIFE+ Colli Berici Natura 2000 "Azioni di conservazione, miglioramento degli habitat e delle specie e salvaguardia della naturalità del SIC Colli Berici" (LIFE 08 NAT/IT/362) - Azione C8. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo la Fossa di mezzo.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta			
	Comune e Provincia	Orgiano e San Germano dei Berici (Vicenza)			
	Corso d'acqua	Scolo Vanezza e Fossa di Mezzo (non demaniale)			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°22'11.69"N 11°28'44.90"E F: 45°21'26.36"N 11°28'54.77"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	1.500 m	
	Anno esecuzione	2013	Costo	€ 1.530.298	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite la creazione di banchine allagabili; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bassa biodiversità a causa della scarsa diversificazione morfologica della sezione di forma regolare e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • allargamento di sezione; • abbassamento del piano campagna al fine di creare banchine allagabili connesse all'alveo del canale; • impianto di piantine di specie sia elofite che idrofite, precedentemente riprodotte in vivaio a partire da materiale raccolto in natura nell'ambito dell'azione C9 del progetto LIFE; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<p>Si riportano di seguito le linee guida generali per la gestione ordinaria dei fossi e delle scoline della bassa pianura, messe a punto nell'ambito del LIFE Colli Berici</p> <ul style="list-style-type: none"> • evitare assolutamente il taglio raso e l'abbruciamento; • utilizzare macchinari idonei a basso impatto ambientale; • favorire la meandricazione della corrente tramite un taglio diversificato della vegetazione al fine di creare microhabitat e incrementare la biodiversità; • evitare di movimentare il fondo dei canali, per non creare fenomeni di scalzamento delle sponde e preservare la zona iporreica del canale, dove avviene la trasformazione dei nutrienti; • preservare alcuni tratti di canale dal dragaggio, dove il rischio idraulico lo consente; • raccogliere la vegetazione sfalciata entro 12 ore dal taglio al fine di evitare il rilascio dei nutrienti presenti nei tessuti vegetali nel corso d'acqua; • mantenere tratti di canale non sfalciati in modo da consentire la presenza di biocenosi diversificate in grado di colonizzare rapidamente le parti tagliate (es. effettuare sfalcio su una sola sponda o sulle due sponde a tratti alterni); • scegliere il periodo più idoneo per l'effettuazione degli interventi: al fine di rispettare il periodo riproduttivo della fauna ittica, oltre che di gran parte della macrofauna terrestre, il periodo migliore per procedere al taglio della vegetazione acquatica è tra agosto e marzo, con preferenza per il periodo autunnale nel caso di presenza di specie particolarmente rare o minacciate; • lasciare una fascia di vegetazione al piede della sponda per proteggere la stessa dall'azione potenzialmente erosiva della corrente; • la gestione agricola deve garantire una fascia di rispetto di almeno 5 m lungo i canali principali; in tale fascia non dovranno essere impiegati diserbanti per il controllo della vegetazione. 			
	Note (pro/contro, problemi)	<p><u>Il progetto è descritto anche al CAPITOLO 3 - SCHEDA Q4 "Creazione di zone umide fuori alveo" nella sua componente legata all'incremento della capacità autodepurativa.</u></p> <p>L'intervento mostra come sia possibile ricostituire una fascia di vegetazione ripariale, grazie alla creazione di banchine allagabili, e creare le condizioni per l'insediamento della vegetazione erbacea ripariale, mediante decespugliamento e sfalcio meccanico del fondo.</p> <p>Sebbene l'intervento non abbia le finalità idrauliche proprie del presente capitolo, risulta di interesse in quanto mostra come sia possibile la creazione di una banchina allagabile anche in un contesto diverso da quello dei canali di bonifica veri e propri.</p> <p>Nel caso specifico l'intervento ha finalità prioritariamente ecologiche, ma gli effetti idraulici risultano comunque presenti, seppur non esplicitamente ricercati.</p>			



Figura 1.21 – Riqualificazione della Fossa di Mezzo mediante creazione di una banchina allagabile e la messa a dimora di specie elofitiche. (Fonte: Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta. Foto: Studio Progea)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Azione C1 - LIFE Risorgive (LIFE 14 NAT/IT/000938) - Ripristino e consolidamento della infrastruttura verde costituita dalla rete di risorgive, rogge e canali nel territorio del Comune di Bressanvido.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Brenta			
	Comune e Provincia	Bressanvido (Vicenza)			
	Corso d'acqua	Sistema di risorgiva Fontane Marzare - Sistema di risorgiva Tergola			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	Fontane Marzare: 45°37,859'N 11°38,055'E Roggia Tergola: 45°38,545'N 11°38,084'E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	Fontane Mazare: 4.800 mq Roggia Tergola: 160 mq	
	Anno esecuzione	Fontane Mazare: 2017 Roggia Tergola: 2017	Costo	Fontane Mazare: € 27.000 Roggia Tergola: € 7.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ripristino e consolidamento della infrastruttura verde costituita dalla rete di risorgive, rogge e canali nel territorio del Comune di Bressanvido. Si tratta di una infrastruttura inserita in un contesto fortemente orientato all'agricoltura (zootecnia da latte) all'interno del quale può contribuire significativamente a contrastare la perdita di biodiversità conseguente allo sfruttamento intensivo del territorio. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • biodiversità a rischio di conservazione nella rete delle risorgive a causa della scarsa manutenzione e gestione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <p>Riqualificazione del capofonte</p> <ul style="list-style-type: none"> • rimozione dei sedimenti dal fondo; • eventuale eliminazione delle tubature che artificializzano la risalita dell'acqua; • modifica planimetrica interna (non del perimetro esterno), creando in particolare delle banchine semiallagate (a seconda del livello della risorgiva) in modo da aumentare il perimetro bagnato; • realizzazione, entro le banchine, di pozze per la riproduzione degli anfibi, isolate dal corso d'acqua per evitare la predazione da parte dei pesci; • realizzazione di altri microinterventi atti a favorire la riproduzione di specie animali target (ad esempio zattere galleggianti rimovibili per la riproduzione della Gallinella d'acqua); • modifica della morfologia dell'occhio della risorgiva, in particolare modificando il profilo delle sponde e del fondo (zone di diversa profondità); • eventuali opere di consolidamento delle rive con opere di bioingegneria (palificate; fascinate) • rivegetazione con idrofite delle aree semisommerse; • eventuale introduzione di vegetazione arbustiva lungo tratti del profilo interno delle sponde (in particolare di <i>Salix cinerea</i>). <p>Riqualificazione dell'asta a valle del capofonte</p> <ul style="list-style-type: none"> • rimozione dei sedimenti dal fondo; • modifica planimetrica interna (non del perimetro esterno), creando in particolare delle banchine semiallagate (a seconda del livello della risorgiva) in modo da aumentare il perimetro bagnato e creando un percorso sinuoso dell'acqua; • realizzazione entro le banchine di pozze per la riproduzione degli anfibi, isolate dal corso d'acqua per evitare la predazione da parte dei pesci; • realizzazione di altri microinterventi atti a favorire la riproduzione di specie animali target (ad esempio pareti limose per lo scavo dei nidi del Martin pescatore); • modifica della morfologia dell'asta della risorgiva, in particolare modificando il profilo delle sponde e del fondo (zone di diversa profondità); • eventuali opere di consolidamento delle rive con opere di bioingegneria (palificate; fascinate) • rivegetazione con idrofite delle aree semisommerse; • eventuale introduzione di vegetazione arbustiva lungo tratti del profilo interno delle sponde (in particolare di <i>Salix cinerea</i>, <i>Viburnum opulus</i>, <i>Ligustrum vulgare</i>); • infoltimento della vegetazione legnosa ripariale, arricchendola con le tipiche specie dei quercocarpineti e delle alnete (<i>Quercus fagetea</i>, <i>Alnetea glutinosae</i>), sia erbacee che legnose; • ove possibile, realizzazione di fasce tampone bifilari da ambo i lati della risorgiva (banda boscata ripariale); • modifica della morfologia del terreno attorno ai capifonte, realizzando zone di ristagno e semi-allagate e leggeri rilievi in modo da arricchire la diversità morfologica; • realizzazione di boschetti di 500-2.000 m² attorno ai capofonte e lungo tratti particolarmente significativi dell'asta e del percorso del fiume, valorizzando al massimo le variazioni micro topografiche. 			

Informazioni tecniche	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	Manutenzione ordinaria della vegetazione erbacea.
	Note (pro/controllo, problemi)	Sebbene l'intervento non abbia le finalità idrauliche proprie del presente capitolo, risulta di interesse in quanto mostra alcune accortezze realizzative che è possibile seguire per favorire la presenza di anfibi, come ad esempio la creazione di bassure allagabili nelle aree di espansione dei corsi d'acqua (diversificazione morfologica).





Figura 1.22 – Riqualificazione della risorgiva Tergola Scuola. Nelle immagini è possibile vedere la riqualificazione del corso d'acqua mediante creazione di una golena allagabile. (Fonte: Consorzio di Bonifica Brenta)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Sistemazione del Rio Tesinella nei Comuni di Grisignano di Zocco (VI), Mestrino e Veggiano (PD). Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo lo Scolo Tesinella.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Brenta		
	Comune e Provincia	Grisignano di Zocco (Vicenza) - Mestrino e Veggiano (Padova)		
	Corso d'acqua	Scolo Tesinella		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°27'57.93"N 11°42'30.09"E F: 45°27'17.37"N 11°42'35.01"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	1.400,00 m 31.950,00 mq
	Anno esecuzione	2016 - 2017	Costo	€ 225.379
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del rischio di esondazione; • rinforzo e protezione di sponde e arginature pensili; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite la creazione di banchine allagabili. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • esondazioni in zona Mestrino causate dalla presenza di numerose piante in sponda sinistra e dall'argine danneggiato, eroso e franato; • bassa biodiversità a causa della scarsa diversificazione morfologica della sezione di forma regolare e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione; • dissesti spondali e potenziali ostruzioni del canale a causa della vegetazione instabile. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • abbassamento del piano campagna al fine di creare banchine allagabili connesse all'alveo del canale; • costruzione di un argine arretrato; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea del canale da parte della vegetazione acquatica e spondale; • taglio della vegetazione a fini idraulici; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale ove possibile. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • gestione della vegetazione acquatica: conservazione delle specie floristiche compatibilmente con gli obiettivi idraulici; • gestione della vegetazione spondale e della banchina: interventi adeguati al mantenimento della vegetazione; • gestione dei sedimenti: controllo del livello del fondo. 		
	Note (pro/contro, problemi)	L'intervento ha lo scopo primario di migliorare le condizioni di stabilità delle sponde e di garantire la funzionalità idraulica, che nel caso specifico è un obiettivo prioritario rispetto a quelli ecologici. Si sono comunque recuperate allo spazio fluviale tutte le aree demaniali riconducibili al canale.		







Figura 1.23 – Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili sullo Scolo Tesinella. Nelle immagini è possibile vedere le banchine al termine dei lavori di realizzazione. (Fonte: Consorzio di Bonifica Brenta)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: LIFE RINASCE - RIqualificazione NATuralistica per la Sostenibilità integrata idraulico-ambientale dei Canali Emiliani - LIFE13 ENV/IT/000169. Azione: Creazione di una banchina interna allagabile.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia)		
	Comune e Provincia	Gualtieri (Reggio Emilia) - Carpi e Novi di Modena (Modena)		
	Corso d'acqua	Collettore Alfieri (CA), Diversivo Fossa Nuova Cavata (DFNC), Collettore Acque Basse Modenesi (CABM), Cavata Orientale (CO)		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	CA I: 44°53'7.63"N 10°35'39.38"E F: 44°52'59.51"N 10°37'5.16"E DFNC I: 44°48'10.89"N 10°53'15.18"E F: 44°47'59.08"N 10°53'52.74"E CABM I: 44°51'59.71"N 10°53'46.83"E F: 44°54'25.36"N 10°56'11.54"E CO I: 44°45'42.93"N 10°53'28.45"E F: 44°46'5.79"N 10°53'43.07"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	CA: 2.000 m DFNC: 900 m CABM: 4.000 m CO: canale 700 m / cassa 3 ha
Anno esecuzione	2015-16 (CA, DFNC, CABM) 2018 (CO)	Costo	CA: € 65.000 DFNC: € 210.000 CABM: € 92.000 CO: € 700.000 (compresi espropri)	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • riduzione del rischio di esondazione; • aumento della connettività ecologica e potenziamento dei nodi ecologici; • (indirettamente) controllo del dissesto spondale. 		
	Descrizione	Il progetto affronta le seguenti problematiche: <ul style="list-style-type: none"> • esondazioni lungo i canali del progetto, principalmente a causa della sezione insufficiente e, nel caso della Cavata Orientale, a causa dell'immissione nel canale di acque provenienti da un comparto urbanizzato; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione; • erosioni spondali diffuse. 		

Informazioni tecniche	Descrizione	<p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <p>Collettore Alfieri</p> <ul style="list-style-type: none"> • ampliamento di sezione mediante abbassamento della banchina interna (1,2 km) e riprofilatura della sponda (2 km); • creazione di bassure umide allagabili (8.000 mq); • incremento della dotazione arboreo-arbustiva del canale (2 km); • estensione delle formazioni vegetali a canneto e cariceto al piede di sponda (2 km); <p>Diversivo Fossa Nuova Cavata</p> <ul style="list-style-type: none"> • ampliamento di sezione mediante creazione di una banchina interna e riprofilatura della sponda (900 m); • incremento della dotazione arboreo-arbustiva del canale (trifilare di 900 m); • estensione delle formazioni vegetali a canneto e cariceto al piede di sponda (900 m); • posa di tubazione irrigua nell'alveo del condotto irriguo Gusmea (900 m); <p>Collettore Acque Basse Modenesi</p> <ul style="list-style-type: none"> • ampliamento di sezione mediante abbassamento della banchina interna e riprofilatura della sponda (1,7 km); • incremento della dotazione arboreo-arbustiva del canale (4 km); • estensione delle elofite lungo la sponda 4 (km); <p>Cavata Orientale</p> <ul style="list-style-type: none"> • ampliamento di sezione mediante creazione di una banchina interna e riprofilatura della sponda (300 m); • creazione di una cassa di espansione (3 ha) dotata di zona umida interna (1 ha); • incremento della dotazione arboreo-arbustiva del nodo idraulico (1.100 piante tra canale e cassa). <p>Per ulteriori dettagli: https://progeu.regione.emilia-romagna.it/it/life-rinascce/homepage</p>
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • gestione della vegetazione spondale: nessuno sfalcio nelle sezioni allargate, con controllo periodico per definire eventuali necessità spot; • gestione della vegetazione riparia: potatura di contenimento.
	Note (pro/controllo, problemi)	<p>Il progetto qui illustrato è riportato anche nel CAPITOLO 2 in relazione alla SCHEDA D1 "Risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una fascia di mobilità del canale"; nel CAPITOLO 3 in relazione alla SCHEDA Q4 "Creazione di zone umide fuori alveo" e nel CAPITOLO 4 in relazione alla SCHEDA F1 - "Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi".</p> <p>Nella presente sezione del CAPITOLO 1 si focalizza invece l'attenzione sull'intervento di "Creazione di una banchina interna allagabile".</p> <p>Nei progetti di creazione di banchine allagabili realizzati con il LIFE RINASCCE, tali aree sono in parte dedicate al passaggio dei mezzi adibiti alla manutenzione del canale, sebbene questa, in particolare il taglio della vegetazione, sia sospesa per permettere lo sviluppo della vegetazione acquatica e spondale e in futuro sarà realizzata solo al bisogno, senza procedere ad interventi annuali. La scelta su come intervenire sporadicamente sarà realizzata mediante il confronto tra il personale di campagna del Consorzio, che controlla giornalmente i canali, i tecnici progettisti dell'Ente ed esperti naturalisti che monitorano gli aspetti ecologici del canale, al fine di individuare le idonee modalità di gestione atte a garantire il miglioramento ecologico senza pregiudicare la sicurezza idraulica.</p> <p>Peculiare dell'intervento eseguito lungo il Diversivo Fossa Nuova Cavata è l'aver recuperato lo spazio per lo scavo della banchina allagabile mediante tombamento del condotto irriguo (Cavo Gusmea), presente nella zona sommitale in sinistra idrografica, grazie al quale si è potuto abbassare il piano campagna del rilevato che separava Diversivo e condotto irriguo (per ulteriori dettagli si veda il sito del progetto sopra indicato).</p> <p>Nel caso del Collettore Acque Basse Modenesi, l'intervento ha permesso di sistemare la banchina interna preesistente, soggetta a fenomeni erosivi e difficilmente transitabile dai mezzi del Consorzio. L'abbassamento e riprofilatura della banchina è stato possibile arretrando di alcuni metri il ciglio di sponda in sommità del canale, andando quindi a risolvere anche il problema degli scivolamenti spondali mediante diminuzione della loro pendenza (si veda a questo proposito quanto proposto al CAPITOLO 2 con la SCHEDA D1 già citata più sopra).</p>





Figura 1.24 – Creazione di una banchina interna allagabile lungo il Diversivo Fossa Nuova Cavata (Comune di Carpi – Provincia di Modena). Nelle immagini è possibile vedere: il canale prima dell'intervento (2015); lo schema progettuale, che prevede il tombamento del Condotto irriguo Gusmea al fine di permettere lo scavo della banchina allagabile; la banchina dopo 4 anni dall'intervento (2020), con la vegetazione pioniera che inizia a colonizzare l'area; un evento di piena che evidenzia l'invaso della banchina, a confronto con la sponda opposta non riprofilata. (Fonte: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale)



Figura 1.25 – Creazione di una banchina interna allagabile lungo il Collettore Acque Basse Modenesi (Comune di Carpi e Comune di Novi di Modena – Provincia di Modena). Nelle immagini è possibile vedere il canale prima dell'intervento (2015) e lo stesso dopo 4 anni (2020), con la vegetazione pioniera che inizia a colonizzare la banchina e un evento di piena che evidenzia l'invaso della stessa, in confronto con la sponda opposta non riprofilata. (Fonte: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Riqualificazione del canale di San Giovanni nel tratto a monte dell'abitato di S. Matteo della Decima. Azione: Creazione di una banchina interna allagabile.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio della Bonifica Burana e Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara			
	Comune e Provincia	San Giovanni in Persiceto (Bologna) – Regione Emilia-Romagna			
	Corso d'acqua	Canale di San Giovanni			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 44°41'47.86"N 11°13'28.23"E F: 44°42'18.36"N 11°13'41.84"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	1.000 m	
	Anno esecuzione	2010	Costo	€ 320.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • riduzione del rischio di esondazione mediante allargamento di sezione e concentrazione della sedimentazione a monte del tratto di interesse; • aumento della connettività ecologica grazie alla diversificazione della sezione e la creazione di una fascia riparia; • controllo del dissesto spondale mediante interventi di ingegneria naturalistica; • creazione delle condizioni per la fruibilità del canale. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • esondazioni in località San Matteo delle Decima causate dal deposito dei sedimenti sul fondo del canale (sezione insufficiente) e nel tratto tombato a valle del sito di intervento (rigurgito); • scarsa qualità dell'acqua (episodi acuti di inquinamento e di fioriture algali, problematiche igienico-sanitarie); • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione e dell'urbanizzazione circostante; • instabilità delle sponde. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • allargamento di sezione lungo 700 m di canale tramite la creazione di una golena in sponda destra, per una larghezza variabile dai 4 ai 2,5 m, in relazione ad un alveo di circa 7 m. L'intervento, oltre ad aumentare la sezione con finalità idrauliche, ha avuto lo scopo di migliorare le condizioni ambientali del canale grazie alla nuova area golenale prossima all'alveo bagnato, che ha permesso lo sviluppo di vegetazione igrofila, in parte messa a dimora direttamente dall'intervento; • consolidamento della sponda destra tramite la realizzazione di una palificata semplice lungo tutto il tratto, così da permettere il sostegno della sponda allargata e la creazione di una fascia riparia arbustiva • forestazione della golena con formazione vegetale mista, alternando superfici alberate con specie igrofile, aree con vegetazione erbacea palustre e zone inerbite; • realizzazione di punti di sosta che si affacciano sul canale, dotati di panchine e macchie di vegetazione; • espurgo dei sedimenti accumulatisi negli anni con la rimozione di uno spessore medio di 60 cm; • realizzazione, a monte del tratto interessato dall'intervento di riqualificazione, di una trappola per sedimenti, allo scopo di controllare nel tempo il nuovo riempimento dell'alveo del canale. 			

Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none">• sfalcio a mano della parte alta della sponda;• conservazione della vegetazione acquatica e spondale;• potature di contenimento della vegetazione riparia;• espurgo periodico dei sedimenti dalla trappola, con cadenza da definire in base al tasso di riempimento.
Informazioni tecniche Note (pro/controllo, problemi)	<p>Il progetto è descritto anche al CAPITOLO 3 - SCHEDA Q5 "Creazione di trappole per sedimenti" nella sua componente legata all'incremento della capacità autodepurativa. Nella presente sezione del CAPITOLO 1 si focalizza invece l'attenzione sulla componente morfologico-idraulica.</p> <p>L'intervento mostra come anche in un contesto fortemente urbanizzato sia possibile una progettazione dei canali basata anche su criteri ecologici, pur limitati dai vincoli territoriali stringenti presenti in ambito urbano.</p> <p>Il progetto ha permesso inoltre di riavvicinare i cittadini al canale, prima visto quasi esclusivamente come vettore di cattivi odori e sporcizia, e in un certo senso anche ai Consorzi di bonifica, che nel caso specifico hanno permesso, insieme all'Amministrazione comunale, di creare un canale attrattivo per la fruizione.</p> <p>Nel caso studio mostrato nella scheda, la creazione di una banchina allagabile è stata possibile grazie alla realizzazione di una palificata verticale in sostituzione della sponda inclinata del canale; ciò ha permesso di recuperare una seppur limitata porzione di spazio che è stata interessata dalla colonizzazione da parte di specie vegetali acquatiche e spondali e dalla messa a dimora di specie arbustive.</p>





Figura 1.26 – Creazione di una banchina interna allagabile lungo il Canale di San Giovanni (Comune di San Giovanni in Persiceto – Provincia di Bologna). Nella prima foto è possibile vedere lo stato al 2020 del canale riqualificato, con la vegetazione, anche arborea, presente all'interno della sezione. Nelle successive due immagini è possibile vedere il canale prima dell'intervento (2008) e a distanza di 12 anni (2020). Si nota la palificata che ha permesso di ricavare lo spazio per la creazione della banchina e per la messa a dimora di vegetazione acquatica, spondale e arbustiva. (Fonte: Consorzio della Bonifica Burana e Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara)

SCHEDA R2 Realizzazione di nuovi canali naturaliformi

a) Descrizione

Le situazioni in cui è necessario costruire *ex novo* un canale, ad esempio per esigenze di natura idraulica o depurativa, costituiscono un'importante occasione per applicare quanto suggerito nel presente manuale e realizzare così un intervento multiobiettivo di creazione di nuovi canali naturaliformi, che si discosti dalla logica progettuale classica dei canali (sezione uniforme, tracciato rettilineo, ecc.) (Figura 1.27).

L'intervento prevede di ricostruire le forme e i processi tipici di un corso d'acqua naturale, ricreando un tracciato ed una sezione morfologicamente diversificati dotati di un alveo di magra e di golene allagabili, in cui possano realizzarsi, anche solo parzialmente, i processi evolutivi morfologici quali erosione, deposito, ecc.; la sezione di progetto viene inoltre definita prevedendo, dal punto di vista della funzionalità idraulica, la presenza di vegetazione acquatica in alveo e igrofila sulle sponde e nelle golene, da gestirsi con modalità a basso impatto quali quelle presentate nel CAP. 4 e nel CAP. 5.

Per ogni ulteriore dettaglio si veda la [SCHEDA R1](#).

b) Schema progettuale



Figura 1.27 – Sezione e andamento planimetrico tipici di un canale di tipo naturalistico scavato *ex-novo*. Il profilo trasversale dell'alveo a più stadi (in alto) degrada dolcemente passando dal piano campagna all'alveo di magra, ospita vegetazione acquatica ed arboreo-arbustiva e può essere soggetto a evoluzione morfologica nel corso del tempo; l'andamento planimetrico (in basso) è sinuoso e l'alveo è morfologicamente diversificato grazie alla presenza di buche, raschi, depositi di sedimenti, ecc.

c) Criteri di progettazione

Il dimensionamento e la verifica idraulica per la realizzazione di un nuovo canale naturaliforme pongono le medesime problematiche già affrontate nella [SCHEDA R1](#).

d) Indicazioni per l'esecuzione

Si rimanda alla [SCHEDA R1](#).

e) Effetti ambientali

Si rimanda alla [SCHEDA R1](#).

f) Manutenzione

Si rimanda alla [SCHEDA R1](#).

g) Voci di costo

Si rimanda alla [SCHEDA R1](#).

h) Esempi realizzati

Si riportano di seguito esempi realizzati sul territorio della Regione Veneto.

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale lungo il basso corso del Rio Draganziolo nell'area denominata "Oasi" in Comune di Noale per la riduzione dei nutrienti versati nella Laguna di Venezia. Azione: Creazione di un nuovo canale meandriforme all'interno dell'Oasi di Noale.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Noale (Venezia)		
	Corso d'acqua	Rio Draganziolo		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°33'16.17"N 12°4'50.48"E F: 45°33'9.79"N 12°4'59.21"E	Lunghezza (m)	1.050 m
			Estensione (mq)	200.000 mq
	Anno esecuzione	2005	Costo	€ 2.070.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del rischio di esondazione; • creazione di un canale dotato di capacità depurativa grazie alla diversificazione morfologica dell'alveo, alla presenza di vegetazione acquatica e palustre e alla distribuzione delle acque all'interno di una vasta area a canneto (<i>Phragmites australis</i>); • tutela degli habitat esistenti, creazione di habitat idonei a sostenere le comunità faunistiche e a incrementare la biodiversità dell'area, anche tramite l'induzione di dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del nuovo canale. 		
	Descrizione	Il progetto affronta le seguenti problematiche: <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • esondazioni in zona causate dalla sezione insufficiente del Rio Draganziolo; • degrado di un'area privata di interesse naturalistico. L'intervento ha previsto quindi: <ul style="list-style-type: none"> • creazione di un canale meandriforme che permettesse la circolazione delle acque all'interno dei bacini di ex cava. Il nuovo canale presenta diverse quote di fondo e dimensioni tali da garantire i tempi di residenza necessari ai processi di fitodepurazione. La presenza di un nuovo habitat, ad acqua debolmente corrente, contribuisce all'incremento della biodiversità dell'ambiente di cava; • realizzazione di tre stagni all'interno del nuovo canale e di uno stagno meno profondo, fuori alveo, privo di collegamenti diretti con i corpi idrici circostanti, così da diversificare gli habitat; • creazione di due aree golenali all'interno del Rio Draganziolo, con arretramento degli argini in corrispondenza di due curve pronunciate, in modo da avere aree allagabili anche all'interno dell'alveo; • realizzazione di un manufatto di sostegno lungo il Rio Draganziolo, al fine di consentire il prelievo delle acque, la circolazione all'interno delle cave e la restituzione allo stesso corso d'acqua. A completamento del manufatto si è previsto un bypass che permettesse di non interrompere la continuità del corso d'acqua; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea: del canale, da parte della vegetazione acquatica e spondale; delle sponde, da parte della vegetazione riparia; • messa a dimora di vegetazione arborea e arbustiva lungo le sponde perimetrali delle cave • conservazione della vegetazione acquatica e spondale; • realizzazione di tre capanni per l'osservazione dell'avifauna. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: nessun intervento; • taglio della vegetazione spondale: nessun intervento lungo le sponde interne delle cave, taglio periodico della sommità dell'argine per favorire la fruizione. L'intera area, compreso il nuovo canale, viene lasciata all'evoluzione naturale della vegetazione; • taglio della vegetazione arborea: potature per garantire la percorribilità ai mezzi meccanici, le piante schiantate o deperienti vengono lasciate all'interno dell'area; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risiezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/contro, problemi)	Il progetto è descritto anche al CAPITOLO 3 - SCHEDE Q2 "Interventi di riqualificazione morfologica finalizzati all'incremento della capacità autodepurativa dei canali". Nella presente sezione del CAPITOLO 1 si focalizza invece l'attenzione sulla componente morfologico-idraulica. Le ex cave di Noale sono un'Oasi WWF, un ambiente di grande pregio naturalistico (classificato ZPS Zona di Protezione Speciale per l'avifauna e ZSC Zona Speciale di Conservazione per gli habitat), e allo stesso tempo risultano di fondamentale importanza per la sicurezza idraulica del centro abitato di Noale. Grazie alla collaborazione con il WWF, l'Oasi può essere utilizzata anche come bacino di invaso in caso di piena, secondo modalità di gestione compatibili con la valenza ambientale del sito.		





Figura 1.28 – Creazione ex-novo di un canale naturaliforme su terreno agricolo all'interno dell'Oasi di Noale. Nelle immagini è possibile vedere l'area agricola prima dell'inizio dei lavori, il canale meandriforme appena scavato e la successiva colonizzazione da parte della vegetazione palustre e riparia. (Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi strutturali in rete minore di bonifica. Realizzazione di un sistema di contenimento e fitobiodepurazione delle acque della zona a nord del Naviglio Brenta. Azione: Creazione di un nuovo canale meandriforme: Scolo Comuna.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive			
	Comune e Provincia	Mira e Mirano (Venezia)			
	Corso d'acqua	Scolo Comuna			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°26'50.89"N 12°7'19.66"E F: 45°27'20.05"N 12°10'2.05"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	3.600 m (nuovo canale: 500 m) 149.000 mq	
	Anno esecuzione	2009	Costo	€ 4.130.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del rischio di esondazione; • creazione di un canale dotato di capacità autodepurativa grazie alla diversificazione morfologica dell'alveo, alla creazione di zone umide (in alveo e fuori alveo) e alla presenza di vegetazione acquatica e palustre; • creazione di habitat in alveo idonei a sostenere le comunità faunistiche, tramite l'induzione di dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • esondazioni causate dalla sezione insufficiente; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ampliamento delle sezioni; • abbassamento del piano campagna al fine di creare golene allagabili connesse all'alveo del canale; • creazione di tre zone umide in alveo e di tre zone umide fuori alveo; • creazione di un canale meandriforme dotato di golene allagabili; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea: del canale, da parte della vegetazione acquatica e spondale; delle golene, da parte della vegetazione riparia; • messa a dimora di piantine di canna di palude (<i>Phragmites australis</i>); • messa a dimora di filari di alberi al piede interno degli argini; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: nessun intervento, ad esclusione di tratti limitati da liberare a fini irrigui, taglio con benna falciante; • taglio della vegetazione spondale: lungo una sponda n. 2 interventi all'anno con trincia sarmen- ti, il taglio previsto durante il periodo vegetativo preserva la fascia di vegetazione più prossima all'acqua. Sulla sponda opposta n. 2 interventi all'anno con trincia sarmen- ti ma senza interve- nire al piede di sponda dove è presente un filare continuo di alberi. Le golene vengono lasciate all'evoluzione naturale della vegetazione; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 			
	Note (pro/contro, problemi)	<p>L'alveo di magra del nuovo corso d'acqua è stato invaso per alcune stagioni vegetative da ampi popolamenti di Porracchia a fiori grandi (<i>Ludwigia hexapetala</i>), pianta erbacea non autoctona, originaria dell'America centrale e meridionale, a rapido sviluppo. La limitazione di questa specie, messa in atto per evitare che sottragga completamente luce e risorse alle altre specie, non può avvenire attraverso il taglio, a causa della sua elevata capacità di riprodursi anche a partire da piccole parti di pianta. Nel caso dello Scolo Comuna si è preferito non intervenire e mettere in atto delle campagne di monitoraggio che hanno evidenziato come, dopo un'esplosione iniziale, la specie nel tempo abbia perso terreno a vantaggio delle specie autoctone. Inoltre, si è riscontrato come nello Scolo Comuna questa pianta cresca in un range molto ristretto di profondità (intorno ai 30 cm) e questo conferma quanto sia importante variare le quote di fondo nella realizzazione di nuovi corsi d'acqua e di nuove zone umide.</p>			





Figura 1.29 – Creazione ex-novo di un canale naturaliforme su terreno agricolo (Scolo Comuna). (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

SCHEDA R3

Gestione di aree per l'esondazione controllata delle piene nel territorio rurale

L'azione di tipo non strutturale qui presentata consiste nell'individuazione e nella gestione di aree rurali poste a monte di centri abitati, sulle quali permettere l'esondazione controllata delle acque di piena dei canali, così da evitare l'inondazione delle aree densamente abitate poste a valle; non si tratta perciò di un intervento diretto sul canale, quanto piuttosto della ricerca di accordi con i proprietari dei terreni agricoli attraversati dal corso d'acqua, su cui periodicamente far esondare le piene. Con questa soluzione tecnica, dovrebbe però essere possibile diradare le operazioni di manutenzione della vegetazione lungo il canale interessato grazie alla diminuzione delle esigenze di funzionalità idraulica, migliorando così lo stato dell'ecosistema.

In questo caso l'area agricola fornisce alla collettività un servizio non convenzionale quale la gestione del rischio idraulico, che deve essere ricompensato economicamente individuando appropriati meccanismi amministrativo-giuridico-economici.

Una possibile soluzione affinché le aree agricole destinate ad accogliere le acque del canale in caso di piena possano rimanere produttive e remunerative per i proprietari, al di là degli indennizzi ora accennati, può consistere nella messa a dimora di coltivazioni in grado di non risentire della temporanea sommersione; tra queste, i boschi planiziali vocati alla produzione di biomassa a servizio di una filiera legno-energia potrebbero costituire una soluzione ottimale per coniugare, oltre ai benefici idraulici e produttivi, anche quelli ambientali e paesaggistici.

L'applicazione di una strategia di azione come quella delineata richiede il contributo coordinato dei Consorzi e degli altri Enti che gestiscono il territorio (Regione, Provincia, Comuni, ecc.) e il coordinamento di strumenti legislativi e finanziari di competenza dei diversi Enti.

La buona riuscita di una tale azione dipende pertanto da questioni per lo più amministrative, normative e giuridiche e in misura minore tecniche; non si approfondiscono perciò ulteriormente nel presente manuale le modalità per l'applicazione dell'approccio proposto, rimandando a specifici accordi tra Enti l'individuazione delle modalità operative specifiche.

1.3 PROMEMORIA SINTETICO PER LA REALIZZAZIONE E LA MANUTENZIONE DEGLI INTERVENTI

Il presente paragrafo sintetizza le indicazioni che occorre seguire in fase di realizzazione e manutenzione degli interventi proposti nel capitolo in oggetto, affinché si possano valorizzare al massimo le funzioni ambientali dei canali, in particolare con riferimento a³:

- ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali;
- realizzazione di nuovi canali naturali formi.

Realizzazione

- **Prendere a modello i corsi d'acqua naturali**
 - creare un alveo sinuoso e non rettilineo, con sponde e fondo dalle forme irregolari;
 - permettere lo sviluppo di vegetazione in alveo (specie palustri) e sulle sponde (alberi e arbusti);
 - realizzare golene allagabili non regolarizzate e contenenti zone a differente altezza e aree vegetate con alberi e arbusti.

Manutenzione

- **Eseguire una gestione della vegetazione a bassa intensità**
 - sfalciare le piante palustri in alveo a frequenza minore rispetto alla situazione pre-allargamento;
 - creare un canale di corrente centrale nell'alveo di magra, bordato da macchie di vegetazione acquatica (canneto);
 - ridurre al minimo la manutenzione delle golene, al fine di preservare gli habitat creati.
- **Consentire lo sviluppo dei processi di diversificazione morfologica dell'alveo tipici di un corso d'acqua naturale**
 - lasciar esprimere la mobilità morfologica potenziale dell'alveo di magra;
 - non regolarizzare alveo, sponde e golene con le operazioni di manutenzione.

1.4 INDICAZIONI DI MASSIMA PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI

Il presente paragrafo schematizza gli aspetti tecnici, ambientali e socio-economici che occorre monitorare per valutare la riuscita degli interventi di riqualificazione ambientale dei canali proposti nel presente capitolo.

- **Aspetti tecnici**
 - Livelli idrometrici e portata in alveo e nelle golene, in magra e durante eventi di piena
 - Eventuali aree inondate al di fuori del canale durante eventi di piena
 - Qualità chimico-fisica delle acque
- **Aspetti ambientali (alveo e golene)**
 - Evoluzione topografica del canale e sviluppo/mantenimento/incremento di dinamiche evolutive morfologiche
 - Evoluzione degli habitat presenti nel canale
 - Evoluzione della vegetazione presente nel canale
 - Fauna (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi, ecc.)
- **Aspetti socio-economici**
 - Costi per la manutenzione del canale (sponda e alveo) e confronto con la situazione *ante operam* (sfalci, ripresa frane, ecc.)
 - Rapporto con i frontisti
 - Grado di apprezzamento da parte della cittadinanza

³ Sintesi di quanto descritto compiutamente nel presente Capitolo.

2

CONTROLLO DEL DISSESTO SPONDALE



INDICE

2.1	Approccio generale	pag. 101
2.2	Tipologie di intervento.....	» 102
	SCHEDA D1 - Risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una "fascia di mobilità" del canale.....	» 103
	SCHEDA D2 - Inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice	» 113
	SCHEDA D3 - Copertura diffusa con astoni di salice	» 120
	SCHEDA D4 - Palizzata rinverdita	» 129
	SCHEDA D5 - Palificata semplice rinverdita con palo frontale verticale	» 134
	SCHEDA D6 - Palificata doppia rinverdita	» 142
2.3	Criteri di progettazione	» 143
2.4	Stima degli effetti ambientali	» 149
2.5	Promemoria sintetico per la realizzazione e la manutenzione degli interventi.....	» 150
2.6	Indicazioni di massima per il monitoraggio degli effetti.....	» 152

SECONDA EDIZIONE 2020

Autore

Marco Monaci

Con la collaborazione di

(per le schede "Esempi realizzati")

Consorzio di bonifica Acque Risorgive

Paolo Cornelio

Matteo Busolin

Stefano Raimondi

Consorzio di Bonifica Veneto Orientale

Giacomo Bortolussi

Graziano Paulon

Giampaolo Rossi

Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta

Silvia Tizian

Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale

Aronne Ruffini

PRIMA EDIZIONE 2011

Autori

Marco Monaci

Giordano Fossi

Giuliano Trentini

2 Controllo del dissesto spondale

2.1 APPROCCIO GENERALE⁴

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.

Nella maggior parte dei casi il dissesto ha origini perlopiù geotecniche e in misura minore idrodinamiche: in conseguenza delle basse pendenze, infatti, le acque non scorrono con velocità tali da generare fenomeni erosivi significativi, se non in situazioni territoriali e idrauliche specifiche o lungo particolari tratti di canali (come ad esempio l'estradosso delle curve). In molti casi, quindi, il problema principale da affrontare è la necessità di consolidamento e stabilizzazione della sponda per mancanza di coesione, per sifonamenti, per eccesso di carico, ecc., piuttosto che la difesa contro l'erosione dovuta alla corrente.

Non sono però infrequenti i casi in cui la mancanza di una fascia vegetata a protezione della sponda dall'azione della corrente e l'assenza di vegetazione come elemento che fornisce stabilità alla sponda stessa, possono essere concause della situazione di dissesto; i mezzi meccanici utilizzati per svolgere gli interventi di manutenzione periodica del canale sono inoltre spesso fonte di danneggiamento diretto del piede di sponda e i cicli di riempimento e svuotamento del canale, in particolare per quelli ad uso irriguo o promiscuo, esercitano un'azione destabilizzante sull'assetto del canale. Parimenti, analoghi danni si manifestano nella rete di scolo, rapidamente e ripetutamente svuotata dalle idrovore in occasione di eventi piovosi intensi.

La scelta della tecnica da utilizzarsi per il controllo del dissesto spondale e le finalità da perseguire, consolidamento e/o protezione dall'erosione, devono quindi essere attentamente valutate in funzione delle caratteristiche specifiche del sito. Per risolvere o mitigare il problema del dissesto spondale sono possibili due strategie alternative.

Una prima strategia, più radicale, prevede di non

realizzare alcun intervento strutturale sul canale, ma piuttosto di definire una striscia di terreno, denominata **fascia di mobilità**, ove consentire una certa evoluzione planimetrica dell'alveo e la conseguente erosione delle sponde. Con tale approccio il canale è lasciato libero di sviluppare la propria dinamica morfologica, seppur molto limitata in virtù dell'origine generalmente artificiale (scavato storicamente *ex novo*), dei vincoli imposti dall'uso a fini agricoli del territorio circostante e delle necessità di gestione di un alveo in genere regolato da opere idrauliche (paratoie, idrovore, ecc.) nel suo regime delle portate. In questo caso le dinamiche spondali possono portare il canale verso un nuovo assetto morfologico e condizioni d'equilibrio dinamico differenti dalla situazione di stabilità imposta dall'assetto di progetto originale.

L'approccio proposto può essere applicato dopo un'attenta analisi costi-benefici, comparando innanzitutto i costi di esproprio della fascia di terreno necessaria alla mobilità del canale con quelli legati alla realizzazione di una difesa spondale per il contenimento dell'erosione, tenendo conto anche dei minori oneri di manutenzione previsti in un consistente lasso di tempo.

La seconda strategia, più convenzionale ma comunque innovativa se applicata ai canali, prevede la definizione di un assetto progettuale in cui l'alveo è statico e la **stabilità delle sponde è affidata all'insediamento su di esse di vegetazione arbustiva e arborea**: interventi quali la realizzazione di siepi e fasce tampone boscate (si vedano il [CAP. 3](#) e il [CAP. 4](#)) e l'ampliamento naturaliforme dei canali (si veda il [CAP. 1](#)) riducono infatti drasticamente i problemi di dissesto delle sponde grazie all'insediamento su di esse, o in loro stretta prossimità, di fasce vegetate.

In talune situazioni più sfavorevoli l'entità delle sollecitazioni di carattere geotecnico o idrodinamico può però essere tale da ostacolare il buon esito degli interventi di riforestazione delle sponde; in tutti questi casi è allora consigliabile utilizzare le tecniche dell'**ingegneria naturalistica**

⁴ Principali fonti consultate: Provincia di Terni, 2003 (Capitolo 11); Bischetti G.B. *et al.*, 2008; Monaci M. & Schipani I., 2010.

“viva” come utile strumento di supporto per raggiungere i risultati voluti. Queste tecniche si basano sull'uso prevalente di materiali vegetali vivi (alberi, arbusti, piante erbacee) come elemento strutturale, utilizzato in associazione a materiale morto (vegetale o artificiale): scogliere, terre rinforzate, pietrame, ecc., seppur generalmente elencate anch'esse tra le tecniche dell'ingegneria naturalistica, non permettono invece un significativo miglioramento ambientale del canale e non sempre favoriscono o sono compatibili con lo sviluppo di una copertura arborea e arbustiva ben radicata.

Grazie all'utilizzo dell'ingegneria naturalistica “viva” è possibile ottenere una certa diversificazione ambientale del canale, limitata rispetto a un intervento di riqualificazione morfologica (si veda la [SCHEDA R1](#) al [CAP. 1](#)), ma comunque importante rispetto alla situazione di partenza del corso d'acqua, generalmente mantenuto privo di vegetazione e morfologicamente uniforme: la diversificazione ambientale è, infatti, il presupposto fondamentale per una ricca presenza di specie animali e vegetali, con rami e ceppaie affioranti o sommerse, vegetazione acquatica e riparia che creano le condizioni ottimali per l'alimentazione, il rifugio e la riproduzione delle diverse specie di fauna.

Sebbene il ricorso all'ingegneria naturalistica permetta un incremento della qualità ecologica del canale, non si può non evidenziare come essa, se utilizzata in modo estensivo ed esclusivo, possa comunque imprimere al canale forti elementi di monotonia sia a livello morfologico (canali prismatici a sezioni regolare e compatta) che ecologico (vegetazione spondale monospecifica e poco strutturata), fatto di cui tener conto nelle fasi di pianificazione e progettazione degli interventi per ottenere risultati ambientali soddisfacenti.

2.2 TIPOLOGIE DI INTERVENTO

Le principali tipologie d'azione utili per ottenere il controllo del dissesto spondale e il contemporaneo miglioramento ambientale del canale, descritte nel presente capitolo, sono:

- risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una “fascia di mobilità” del canale;
- inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice;
- copertura diffusa con astoni di salice;
- palizzata rinverdita;
- palificata semplice rinverdita con palo frontale verticale;
- palificata doppia rinverdita.

Questo elenco non ha la pretesa di essere esaustivo, ma solo di fornire un'esemplificazione dell'approccio multiobiettivo proposto in questa sede in relazione al tema del dissesto spondale; altre tecniche possono infatti essere utilizzate per il consolidamento e il miglioramento ambientale della sponda, purché progettate secondo la filosofia generale esposta in premessa.

Nei paragrafi seguenti si forniscono indicazioni tecniche per la realizzazione degli interventi proposti e informazioni che permettano di inquadrare, senza la pretesa di essere esaustivi vista la complessità della materia, gli aspetti principali di cui tener conto in fase di pianificazione e progettazione di tali azioni; per ulteriori approfondimenti tecnici si rimanda ai manuali di ingegneria naturalistica citati in bibliografia.

SCHEDA D1

Risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una "fascia di mobilità" del canale⁵

a) Descrizione

I canali di bonifica, seppur in gran parte di origine antropica, sono soggetti alle stesse leggi evolutive dei corsi d'acqua e potenzialmente potrebbero evolvere verso un assetto d'equilibrio, morfologico ed ecologico, simile a quello di un corpo idrico naturale; le continue operazioni di taglio della vegetazione, espurgo dei sedimenti, risezionamento e ripresa dei dissesti spondali impediscono che tale evoluzione possa avvenire.

In caso di dissesto spondale può allora essere utile e interessante effettuare un'analisi costi-benefici per valutare se sia più economico, in alcune situazioni, lasciare le sponde alla libera evoluzione, così che il canale possa modificarsi entro confini comunque prefissati e trovare una sua conformazione di equilibrio che richieda minori oneri di manutenzione ordinaria e straordinaria; si tratta cioè di applicare e adattare ai canali il concetto di **fascia di mobilità** morfologica utilizzato per i corsi d'acqua naturali. L'analisi suddetta dovrebbe considerare, oltre agli aspetti economici, anche i vantaggi che una situazione come quella descritta potrebbe comportare,

come l'aumento di biodiversità, l'incremento del potere autodepurante, il miglioramento della qualità del territorio e delle possibilità di fruirla (Nardini, 2005).

Si veda in Figura 2.1 un esempio di possibile evoluzione da una situazione di canale artificiale a una di canale naturaliforme.

Il miglioramento ambientale potenzialmente ottenibile lasciando al canale una maggior libertà plano-altimetrica può essere accelerato tramite la **risagomatura di profilo e pendenza delle sponde**, rendendole meno acclivi e più adatte alla colonizzazione delle specie vegetali; in questo modo è possibile ottenere da una parte il controllo del dissesto spondale e dall'altra la creazione di nuovi habitat in alveo (Figura 2.2 e Figura 2.3).

Siti d'elezione per tale tipologia di interventi risultano essere le **aree la cui naturalità è tutelata a livello normativo** (SIC, ZPS, Parchi, Riserve, ecc.) o **siti privi di strumenti di tutela ma per i quali il miglioramento ambientale-paesaggistico è una necessità impellente per la valorizzazione del territorio e la sua tutela naturalistica**: in queste situazioni può quindi essere giustificabile il costo di acquisizione di una fascia di terreno limitrofa al canale al di là dei risultati dell'analisi costi-benefici.

⁵ Principali fonti consultate: Monaci M. & Schipani I., 2010.

b) Schema progettuale



Figura 2.1 – Elaborazione grafica. In alto: canale rettilineo, privo di vegetazione e mantenuto morfologicamente stabile. Le linee gialle indicano una possibile fascia di terreno, sui due lati del canale, entro cui lasciar esprimere la sua mobilità morfologica potenziale. In basso: lo stesso canale dopo che i processi evolutivi geomorfologici ed ecologici sono stati assecondati o favoriti per un certo numero di anni; la morfologia è divenuta più varia e simile a quella di un piccolo corso d'acqua naturale, si sono formati numerosi microhabitat e la vegetazione acquatica e riparia hanno colonizzato l'alveo e le sponde. (Elaborazione: Marco Monaci).

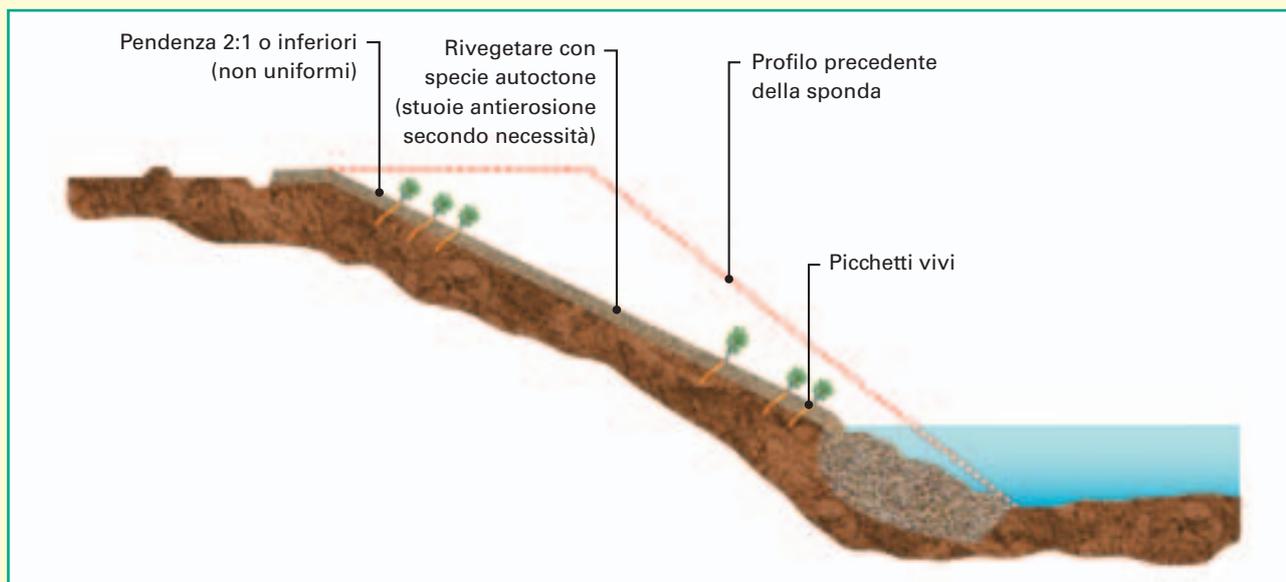


Figura 2.2 – Risagomatura e rivegetazione delle sponde.

c) Criteri di progettazione

Occorre porre particolare attenzione alla valutazione della compatibilità del futuro assetto naturale con gli obiettivi di controllo del rischio idraulico. Generalmente, infatti, la nuova conformazione dell'alveo, da determinare attraverso apposito studio geomorfologico, potrebbe essere caratterizzata da scabrezze medio-elevate, un certo grado di sinuosità, minor pendenza, ecc., fattori che possono ridurre la capacità di deflusso del canale; d'altra parte però la creazione di aree golenali allagabili più o meno estese e la stessa diminuzione delle velocità di deflusso possono contribuire a ridurre il picco di portata nelle aree poste più a valle.

Si rimanda alla [SCHEDA R1](#) al [CAP. 1](#) per una disamina dei criteri generali di dimensionamento e verifica degli interventi.

d) Indicazioni per l'esecuzione

Le risagomature spondali stabilizzano una sponda in erosione riducendone la pendenza, senza cambiare la posizione del suo piede; si tratta di un metodo di norma combinato ad altre tecniche, quali rivegetazione, protezione al piede, stuoie antierosione.

Le risagomature sono idonee su sponde ripide, qualunque sia il meccanismo di instabilità, e sono applicate frequentemente sul lato esterno di una curva, dove vi è il rischio di frana di crollo, producendo un ampliamento della sezione. Possibili varianti consistono nell'incorporazione

di tronchi con ceppaia al piede spondale o la realizzazione di una banchina interna.

Nello scavo della sponda occorre usare l'accortezza di recuperare e conservare la vegetazione presente, da reimpiantare al termine dei lavori; anche lo strato di suolo fertile deve essere conservato a parte e riutilizzato al termine dei lavori, distribuendolo su tutta la superficie o in determinate aree per favorire specifici impianti vegetali.

e) Effetti ambientali

Si veda il Par. 2.4.

f) Manutenzione

La manutenzione del canale, una volta che la vegetazione avrà colonizzato l'area e si saranno instaurate dinamiche evolutive geomorfologiche ed ecologiche, deve essere ridotta al minimo, al fine di preservare gli habitat creatisi; rimane comunque valida la necessità di garantire la funzionalità idraulica del canale in funzione dei livelli di scabrezza stabilita in fase progettuale (si veda al punto c) "Criteri di progettazione" descritti nella [SCHEDA R1](#) al [CAP. 1](#)).

g) Voci di costo

Si rimanda alla [SCHEDA R1](#) nel [CAP. 1](#).

h) Esempi realizzati

Si riportano di seguito esempi realizzati sul territorio regionale, oltre che alcuni esempi specifici eseguiti in Emilia-Romagna e non reperibili in Regione Veneto.

Anagrafica	Titolo progetto	<p>Titolo originale progetto: Ristrutturazione rete di bonifica dell'area centrale e del medio corso dei Fiumi Dese e Zero nei Comuni di Scorzè, Zero Branco, Trebaseleghe, Piombino Dese e Mogliano Veneto e tributaria dei corsi d'acqua consortili: Piovega di Cappella, scolo Desolino, Rio San Martino, Piovega di Scandolara, Rio S. Ambrogio, Piovega di Levada e Piovega di Tre Comuni, Fossa Storta e Zermason.</p> <p>Azione: Riprofilatura della sponda per il controllo del dissesto spondale e la riqualificazione del canale.</p>		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Scorzè (Venezia) – Trebaseleghe (Padova) – Zero Branco (Treviso)		
	Corso d'acqua	Scolo Desolino, Rio San Martino, Piovega di Scandolara, Rio Sant'Ambrogio, Piovega di Levada e Piovega di Tre Comuni		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°36'48.46"N 12°5'38.52"E F: 45°34'10.50"N 12°8'26.48"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	9.300 m 105.000 mq
	Anno esecuzione	2008	Costo	€ 4.130.000 (intervento complessivo)
Informazioni tecniche	Note (pro/controllo, problemi)	<p>L'intervento è già stato presentato al CAPITOLO 1 - SCHEDA R1 "Ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali": nel presente capitolo si mostra specificatamente l'azione di riduzione della pendenza delle sponde per i suoi effetti sulla stabilità delle sponde stesse, mentre al CAPITOLO 1 si è focalizzato l'interesse sulla valenza dell'intervento come azione per la riduzione del rischio di esondazione.</p> <p>Il progetto è inoltre illustrato al CAPITOLO 3 - SCHEDA Q1 "Controllo dell'inquinamento diffuso mediante l'utilizzo di fasce tampone boscate" nella sua componente legata all'aumento della capacità autodepurativa.</p> <p>La riduzione della pendenza delle sponde è stata eseguita senza aumentare la larghezza del fondo dell'alveo di magra, in questo modo si è evitato di ridurre la profondità dell'acqua, con evidenti vantaggi per l'ittiofauna. L'intervento è stato completato con la messa a dimora di un filare di alberi e arbusti.</p>		



Figura 2.3 – Riduzione della pendenza delle sponde lungo il Rio Sant’Ambrogio; la linea gialla tratteggiata indica il profilo precedente della scarpata spondale, mentre quella gialla continua il profilo a fine lavori. La foto seguente mostra l’intervento dopo alcuni anni dalla realizzazione. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dello Scolo Vernise nei Comuni di Zero Branco e Scorzè. Azione: Riprofilatura della sponda per il controllo del dissesto spondale e la riqualificazione del canale.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive			
	Comune e Provincia	Zero Branco (Treviso) - Scorzè (Venezia)			
	Corso d'acqua	Scolo Vernise			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°37'23.71"N 12°5'45.21"E F: 45°36'6.90"N 12°9'2.82"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	5.000 m 47.000 mq (wetland)	
	Anno esecuzione	2020	Costo	€ 3.430.000 (intervento complessivo)	
Informazioni tecniche	Note (pro/contro, problemi)	<p>L'intervento è già stato presentato al CAPITOLO 1 - SCHEDA R1 "Ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali": nel presente capitolo si mostra specificatamente l'azione di riduzione della pendenza delle sponde per i suoi effetti sulla stabilità delle sponde stesse, mentre al CAPITOLO 1 si è focalizzato l'interesse sulla valenza dell'intervento come azione per la riduzione del rischio di esondazione.</p> <p>Il progetto è descritto anche al CAPITOLO 3 - SCHEDA Q4 "Creazione di zone umide fuori alveo" nella sua componente legata all'aumento della capacità autodepurativa.</p> <p>Lungo la sponda sono stati eseguiti impianti arborei e arbustivi, con specie riferibili ai querceti planiziali (Farnia – <i>Quercus robur</i>, Carpino bianco – <i>Carpinus betulus</i>, Acero campestre – <i>Acer campestre</i>), nella parte superiore, e specie più igrofile via via che ci si avvicina all'alveo (Olmo campestre – <i>Ulmus minor</i>, Frassino ossifillo - <i>Fraxinus angustifolia</i>, Ontano nero – <i>Alnus glutinosa</i>). Si prevede che l'insediamento di salici (<i>Salix</i> spp.) e pioppi (<i>Populus</i> spp.) avvenga invece in modo spontaneo. La gestione nel tempo dei popolamenti arborei si limiterà alle potature necessarie a consentire il transito dei mezzi meccanici e al taglio delle piante morte, deperienti o non autoctone.</p> <p>La fascia più prossima all'acqua è stata lasciata alla colonizzazione spontanea della vegetazione erbacea palustre (elofite), l'insediamento è iniziato in modo rigoglioso e con una buona varietà di specie. Come da esperienze precedenti, anche in caso di ingresso iniziale di specie nitrofile a sviluppo invasivo (es. Sorghetta – <i>Sorghum halepense</i>) si eviterà il taglio, che finirebbe per incrementare ulteriormente la diffusione di queste specie, e si lascerà che con il tempo le specie idrofile prendano il sopravvento naturalmente.</p>			



Figura 2.4 – Riduzione della pendenza delle sponde lungo lo Scolo Vernise ed evoluzione dell'intervento dopo alcuni anni dalla realizzazione. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive).

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: LIFE RINASCE - Riqualificazione NATuralistica per la Sostenibilità integrata idraulico-ambientale dei Canali Emiliani - LIFE13 ENV/IT/000169. Azione: Riprofilatura della sponda per il controllo del dissesto spondale e la riqualificazione del canale.	
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia)	
	Comune e Provincia	Gualtieri (Reggio Emilia) - Carpi e Novi di Modena (Modena)	
	Corso d'acqua	Collettore Alfieri (CA), Diversivo Fossa Nuova Cavata (DFNC), Collettore Acque Basse Modenesi (CABM), Cavata Orientale (CO)	
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	CA I: 44°53'7.63"N 10°35'39.38"E F: 44°52'59.51"N 10°37'5.16"E DFNC I: 44°48'10.89"N 10°53'15.18"E F: 44°47'59.08"N 10°53'52.74"E CABM I: 44°51'59.71"N 10°53'46.83"E F: 44°54'25.36"N 10°56'11.54"E CO I: 44°45'42.93"N 10°53'28.45"E F: 44°46'5.79"N 10°53'43.07"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)
Anno esecuzione	2015-16 (CA, DFNC, CABM) 2018 (CO)	Costo	CA: € 65.000 DFNC: € 210.000 CABM: € 92.000 CO: € 700.000 (compresi espropri)
Informazioni tecniche	Note (pro/controllo, problemi)	<p>Il progetto qui illustrato è riportato nel CAPITOLO 1 anche in relazione alla SCHEDA R1 "Ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali", nel CAPITOLO 3 in relazione alla SCHEDA Q4 "Creazione di zone umide fuori alveo" e nel CAPITOLO 4 in relazione alla SCHEDA F1 "Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi". Nella presente sezione del CAPITOLO 2 si focalizza invece l'attenzione sull'intervento di "Riprofilatura della sponda per il controllo del dissesto spondale".</p> <p>La riprofilatura della sponda a distanza di alcuni anni dalla realizzazione degli interventi sta fornendo risultati ottimi nel contenimento del dissesto spondale.</p> <p>Osservazioni di campo mostrano inoltre come tale intervento renda difficoltosa la realizzazione di tane da parte della Nutria (<i>Myocastor coypus</i>).</p> <p>A distanza di mediamente 4 anni dalla realizzazione degli interventi non si riscontrano, infatti, tane sulle sponde riprofilate a bassa pendenza.</p> <p>È quindi possibile ipotizzare la riproposizione di tale intervento in altri contesti, al fine di confermare la tendenza evidenziata: si potrà così valutare, su un numero di casi pilota adeguato, la fattibilità di tali azioni come misure di contenimento dei crolli spondali causati dalle Nutrie e che permettono al contempo di ottenere vantaggi collaterali di tipo ecologico e idraulico.</p>	





Figura 2.5 – Nelle prime due immagini è possibile vedere la riprofilatura della sponda eseguita lungo il Collettore Alfieri e a seguire lo stato del canale a distanza di alcuni anni dall'intervento: a sinistra della foto si nota il canneto lungo la sponda a bassa pendenza e a destra la sponda pressochè verticale non oggetto di intervento. Nelle successive due immagini è mostrata la riprofilatura della sponda realizzata lungo il Collettore Acque Basse Modenesi e la colonizzazione da parte della vegetazione dopo qualche anno: a destra dell'ultima foto si nota il canneto presente lungo la sponda riprofilata e a sinistra la sponda non oggetto di intervento. (Fonte: Consorzio di Bonifica dell'Emilia centrale)

SCHEDA D2

Inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice⁶

a) Descrizione

L'**inerbimento** delle sponde prevede la semina di un miscuglio di sementi di specie selezionate, spesso a completamento di altri tipi di opere di stabilizzazione; esso fornisce una protezione delle superfici da fenomeni di erosione superficiale grazie alla formazione di uno strato radicale continuo e molto fitto e, dal punto di vista ecologico, può fornire diversità strutturale per la fauna selvatica, detrito organico per gli invertebrati acquatici e, con erbe alte, rifugi per pesci dai predatori (schermatura visiva).

Gli **inerbimenti** sono ottimali lungo i canali quando utilizzati **sulla sommità delle sponde o come contributo addizionale in combinazione con altre tecniche**, mentre sono inefficaci se impiegati come unica tecnica contro erosioni severe e per affrontare erosioni al piede.

Allo scopo di proteggere i semi sparsi per l'inerbimento e fornire protezione immediata della superficie, è consigliabile l'utilizzo di un **tessuto in materiale biodegradabile** opportunamente fissato al terreno per mezzo di picchetti di legno o, ancor meglio dal punto di vista naturalistico, tramite picchetto vivo di salice (talea), a cui associare

la semina di specie erbacee da realizzarsi prima e dopo la stesura del telo (Figura 2.6 e Figura 2.7). Il materiale biodegradabile è costituito da georete in fibra naturale, juta o cocco in varie grammature a seconda delle esigenze specifiche dell'applicazione, composta da fibre biodegradabili coesionate meccanicamente senza l'impiego di collanti o cuciture e/o filamenti in plastica.

L'opera esaurisce la sua funzione con il successo dell'inerbimento, ma non necessita di operazioni per la sua rimozione essendo completamente biodegradabile dopo un certo periodo, più lungo per il cocco e più breve per la juta.

La **talea di salice**, porzione di ramo dotata di una notevole capacità di ricaccio, crescendo forma un nuovo arbusto o pianta e, una volta radicata, permette il **consolidamento del suolo in profondità** grazie alla formazione di una copertura arboreo-arbustiva lungo la sponda.

L'**inerbimento protetto e le talee** dovrebbero essere utilizzati **preferibilmente lungo i canali di scolo, evitandone l'uso in quelli irrigui o promiscui** i quali, a causa degli alti livelli idrici mantenuti per lunghi periodi di tempo, possono inficiare l'attecchimento e lo sviluppo delle specie erbacee e arboreo-arbustive, **a meno che talee e specie erbacee non siano posizionate al di sopra del livello di massimo invaso, eventualmente a completamento di altre opere sottostanti.**

⁶ Principali fonti consultate: Sacchi L., 2003; Provincia di Terni, 2003; Consorzio di bonifica dell'Emilia centrale, 2005.

b) Schema progettuale

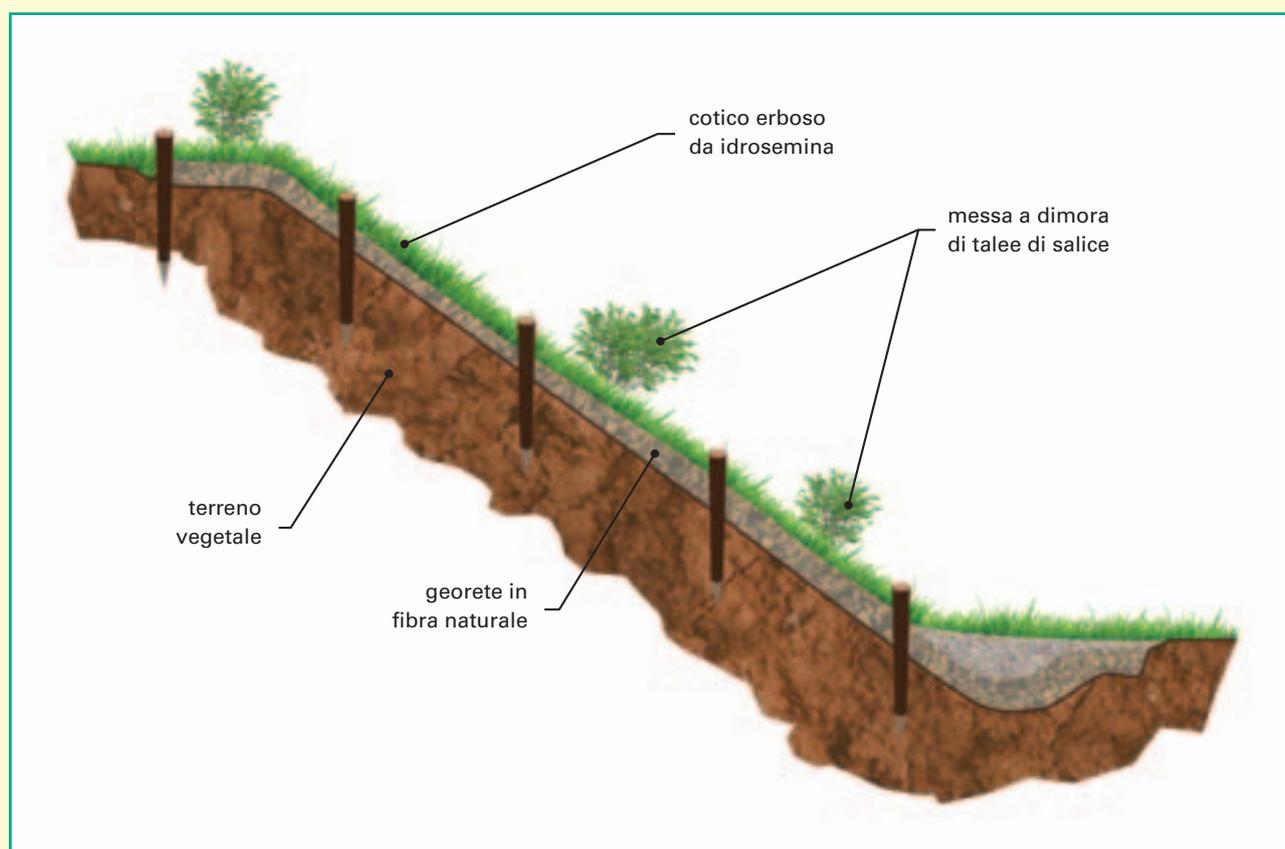


Figura 2.6 – Schema costruttivo per la realizzazione di un inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice.

c) Criteri di progettazione

Allo scopo di limitare l'ingombro della sezione e possibili interferenze con la funzionalità idraulica, l'inerbimento protetto fissato con talee di salice può essere inserito tra la sezione di progetto originale del canale e quella dello stato di fatto, qualora questa sia arretrata nel corso degli anni a causa di problemi di dissesto; nelle altre situazioni è necessario valutare attentamente gli effetti idraulici dell'intervento.

Si rimanda al Par. 2.3 per una disamina dei criteri generali di localizzazione, dimensionamento e verifica degli interventi.

d) Indicazioni per l'esecuzione

La semina del miscuglio di sementi di specie autoctone deve essere realizzata su superficie precedentemente preparata o risultante da lavori di riprofilatura e regolarizzazione, necessari anche per stendere la georete biodegradabile.

La composizione della seminazione deve essere determinata in base al contesto ambientale, ovvero alle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento.

Le variabili da considerare nella scelta del supporto antierosivo sono molte e di diversa natura (climatica, pedologica, morfologica, economica), nonché legate alle sollecitazioni meccaniche delle forze esterne; non esistono però ancora studi approfonditi che possano fornire regole per la scelta da adottare e occorre perciò basarsi molto sull'esperienza.

La semina dovrebbe essere effettuata preferibilmente durante il periodo di ripresa della vegetazione; sono da evitare i periodi di gelo invernale e aridità estiva.

Le talee devono essere infisse nel terreno perpendicolarmente o leggermente inclinate, mediante mazza in legno, previa eventuale formazione di un foro o taglio a punta della talea

stessa; l'infissione deve avvenire secondo il verso di crescita delle piante (parte più grossa verso il terreno) e dopo l'infissione o la messa in posto occorre praticare un taglio netto con cesoie da potatura.

Le talee devono sporgere dal terreno per circa 1/4 della lunghezza e in genere non più di 10-15 cm e devono essere messe a dimora con una densità di impianto che varia a seconda della necessità di consolidamento ($2 \div 10$ talee/m²). Il periodo ideale per la messa a dimora delle talee è quello del riposo vegetativo, per garantire la ripresa ottimale e la crescita dell'arbusto/pianta.

e) Effetti ambientali

Si veda il Par. 2.4.

f) Manutenzione

Dal punto di vista dell'inerbimento, è necessario eseguire una verifica dell'attecchimento, prevedendo eventualmente una risemina delle superfici dove le sementi non hanno attecchito; lo sfalcio della superficie inerbita è tendenzialmente da evitarsi per scongiurare danni alla georete e alle talee e, in ogni caso, la manutenzione deve essere ridotta al minimo.

La manutenzione delle talee, vista la particolare collocazione, deve considerare anche aspetti idraulici e di stabilità delle sponde, oltre che quelli normalmente considerati nella gestione di un filare arboreo-arbustivo. Conseguentemente, la gestione ordinaria della vegetazione deve prevedere in un primo momento il controllo della percentuale di attecchimento delle piante e, in seguito, un taglio selettivo da eseguirsi ogni 6-7 anni, procedendo preferibilmente per tratti discontinui non eccessivamente lunghi o, dove possibile, in turni alterni sulle sponde, in modo da lasciare sempre una sponda o un tratto di essa vegetata. In particolare, in base alle caratteristiche del canale sulle cui sponde è insediata la vegetazione, potranno essere previsti anche turni piuttosto brevi per il taglio, avendo cura, come gestione manutentiva straordinaria, di tagliare solo quegli esemplari che, per un qualche motivo, dovessero divenire instabili e a rischio di caduta.

g) Voci di costo

La definizione del costo degli inerbimenti protetti può essere scissa in due componenti: l'inerbimento (generalmente eseguito a spaglio) e la fornitura e la messa in opera del geotessuto. Le voci di prezzo di queste componenti sono generalmente ricavabili singolarmente dai prezziari ufficiali.

Nel caso sia necessario eseguire un'analisi dei prezzi in relazione ad applicazioni specifiche non contemplate dai prezziari regionali, dovranno essere considerate le seguenti voci:

- manodopera, comprendente la quantificazione del tempo necessario per la realizzazione e le ore impiegate per il reperimento delle talee per il fissaggio del geotessuto;
- noli (escavatore per la riprofilatura della sponda, se questa non è computata a parte, e autocarro per il trasporto del materiale), che anche in questo caso dovranno comprendere le ore di utilizzo per il reperimento del materiale vivo;
- materiali, quali sementi, geotessuti, picchetti vivi o morti.

Nella realizzazione dell'opera la manodopera può incidere generalmente dal 25 al 35% a seconda del materiale previsto.

A titolo di esempio si riporta uno schema delle voci da utilizzare per eseguire un'analisi prezzi, comunque da adattarsi alle specifiche esigenze.

- Manodopera
 - Operaio qualificato
 - Operaio comune
 - Noli
 - Motosega completa di catena dentata, con motore a scoppio
 - Escavatore cingolato con attrezzatura frontale o rovescia
- Autocarro mezzo d'opera
- Materiali
 - Paleria di castagno, scortecciato, diametro minimo 10 cm
 - Geotessili in cocco o juta

h) Esempi realizzati

Si riportano di seguito esempi realizzati sul territorio regionale, oltre che alcuni esempi specifici eseguiti in Emilia-Romagna e non reperibili in Regione Veneto.

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Riqualificazione idraulico-ambientale del Cavo Migliarina nel Comune di Carpi (Modena). Azione: Inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia)			
	Comune e Provincia	Carpi (Modena)			
	Corso d'acqua	Cavo Migliarina			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 44°49'21.54"N 10°49'46.22"E F: 44°49'58.70"N 10°50'4.69"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	1.250 m	
	Anno esecuzione	2004	Costo	€ 78.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • controllo del dissesto spondale; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • erosioni spondali; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <p>Realizzazione di una copertura diffusa con astoni di salice</p> <ul style="list-style-type: none"> • preventiva riprofilatura della sponda per ridurre la pendenza; • posa l'uno accanto all'altro di astoni di salice intimamente affiancati fra loro, in modo tale da ottenere una copertura omogenea ed esente da zone aperte e vulnerabili all'azione erosiva; • inserimento dell'estremità basale dei rami nel piede della sponda; • ancoraggio della copertura con picchetti vivi di salice piantati in file distanti 80-100 cm e pali (anch'essi di salice) trasversali e filo di ferro; <p>Inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice</p> <ul style="list-style-type: none"> • messa in opera di tessuto in materiale biodegradabile, opportunamente fissato al terreno per mezzo di picchetto vivo di salice; • semina a spaglio di essenze erbacee prima e dopo la stesura del telo. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • gestione della vegetazione acquatica: nessuna gestione dalla data di realizzazione dell'intervento; • gestione della vegetazione riparia: potatura di contenimento (dalla realizzazione, nel 2005, al 2020, non sono ancora stati realizzati interventi di contenimento, che dovranno essere però programmati nell'immediato futuro). 			
	Note (pro/controllo, problemi)	<p>Il progetto qui illustrato è riportato nel medesimo CAPITOLO 2 anche in relazione alla SCHEDA D3 "copertura diffusa con astoni di salice". Nella presente sezione del CAPITOLO 2 si focalizza invece l'attenzione sull'intervento di "Inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice".</p> <p>L'intervento realizzato permette di creare un canale completamente ombreggiato, con vantaggi per la fauna acquatica in termini di temperatura e ossigenazione dell'acqua. Il filare alberato costituisce inoltre un corridoio ecologico che si inserisce in un contesto di nodi tra loro non perfettamente connessi. La fascia riparia migliora notevolmente il paesaggio rurale altrimenti estremamente banalizzato.</p> <p>L'intervento è stato realizzato lungo un canale ad uso promiscuo: i livelli idrici raggiunti durante la stagione irrigua non hanno permesso lo sviluppo della vegetazione al di sotto del livello di massimo invaso.</p> <p>Nonostante ciò, la sponda appare ad oggi essere consolidata e stabile.</p> <p>La realizzazione dell'inerbimento protetto su canali irrigui o promiscui deve essere in ogni caso attentamente valutata, per valutare se l'intervento può essere adatto in funzione dei livelli idrici raggiunti dal canale in studio.</p>			



Figura 2.7 – Posa di georete biodegradabile fissata con talee di salice lungo il Cavo Migliarina (Comune di Carpi – Provincia di Modena). Nelle immagini è possibile vedere la georete biodegradabile fissata con talee di salice e la fascia riparia sviluppatasi a distanza di 16 anni dall'intervento. (Fonte: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Ripristino della rete idrografica tributaria dell'impianto idrovoro Degora-Capri (San Bonifacio e Monteforte d'Alpone – Verona). Azione: Controllo del dissesto spondale mediante messa a dimora di talee di salice.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta			
	Comune e Provincia	San Bonifacio e Monteforte d'Alpone (Verona)			
	Corso d'acqua	Scolo Degora			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°24'31.71"N 11°16'59.32"E F: 45°24'32.30"N 11°17'1.30"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	325 m (tratto con talee)	
	Anno esecuzione	2011-2012	Costo	€ 250.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia e rivestita in calcestruzzo. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • risezionamento dello scolo Degora per una lunghezza pari a circa 325 m a monte del mandracchio dell'impianto idrovoro, mediante fornitura e posa in opera di scogliera regolare a sagoma squadrata per difesa di sponda mediante grossi massi in pietrame calcareo duro e non gelivo a forma regolare; • espurgo dello scolo Degora in corrispondenza del mandracchio dell'impianto idrovoro; • messa a dimora di talee di salice sulla sommità della sponda. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • potatura della vegetazione sviluppatasi dalle talee. 			
	Note (pro/contro, problemi)	La scelta di consolidare la sponda con un rivestimento in pietrame è stata dettata da situazioni contingenti inerenti il contesto locale, che non hanno permesso l'utilizzo di soluzioni a minor impatto ambientale: tale impatto è stato parzialmente compensato dalla piantumazione delle talee di salice, che permetteranno di creare un corridoio forestato in un contesto fortemente artificializzato.			



Figura 2.8 – Messa a dimora di talee di salice lungo lo Scolo Degora. La scelta di consolidare la sponda con un rivestimento in pietrame è stata dettata da situazioni contingenti inerenti il contesto locale, che non hanno permesso l'utilizzo di soluzioni a minor impatto ambientale: tale impatto è stato parzialmente compensato dalla piantumazione delle talee di salice, che permetteranno di creare un corridoio forestato in un contesto fortemente artificializzato. (Fonte: Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta)

SCHEDA D3 **Copertura diffusa** **con astoni di salice**⁷

a) Descrizione

L'opera consiste nella realizzazione di un rivestimento di sponda, precedentemente rimodellata, mediante la messa a dimora di astoni di salice (rami giovani di salice della lunghezza minima di 3 m) con capacità di propagazione vegetativa (Figura 2.9, Figura 2.10 e Figura 2.11).

Con tale intervento si protegge la superficie del terreno dall'azione delle forze meccaniche (piogge, erosione fluviale, ecc.) e sono inoltre migliorati il bilancio idrico e termico e favoriti lo sviluppo della vita vegetale nel terreno e nello strato aereo vicino al suolo.

Gli astoni coprono la superficie della sponda proteggendola, fin da subito, dall'erosione esercitata dal movimento dell'acqua; gli stessi asto-

ni e i picchetti vivi di salice, una volta radicati, esercitano poi l'effetto di consolidamento della sponda.

L'azione in profondità esercitata dall'apparato radicale fa sì che sin dalla prima stagione vegetativa si abbia un considerevole consolidamento del terreno e la grande proliferazione del materiale vegetale crea una densa fascia elastica durevole nel tempo.

Si tratta quindi di una **protezione particolarmente efficace della superficie delle scarpate spondali minacciate dall'acqua corrente e dal moto ondoso.**

La copertura diffusa dovrebbe essere utilizzata preferibilmente lungo i canali di scolo, evitando l'uso in quelli irrigui o promiscui che, a causa degli alti livelli idrici mantenuti per lunghi periodi di tempo, possono inficiare l'attecchimento e lo sviluppo dei picchetti vivi di salice.

⁷ Principali fonti consultate: Provincia di Terni, 2003; Monaci M. & Schipani I, 2010.

b) Schema progettuale

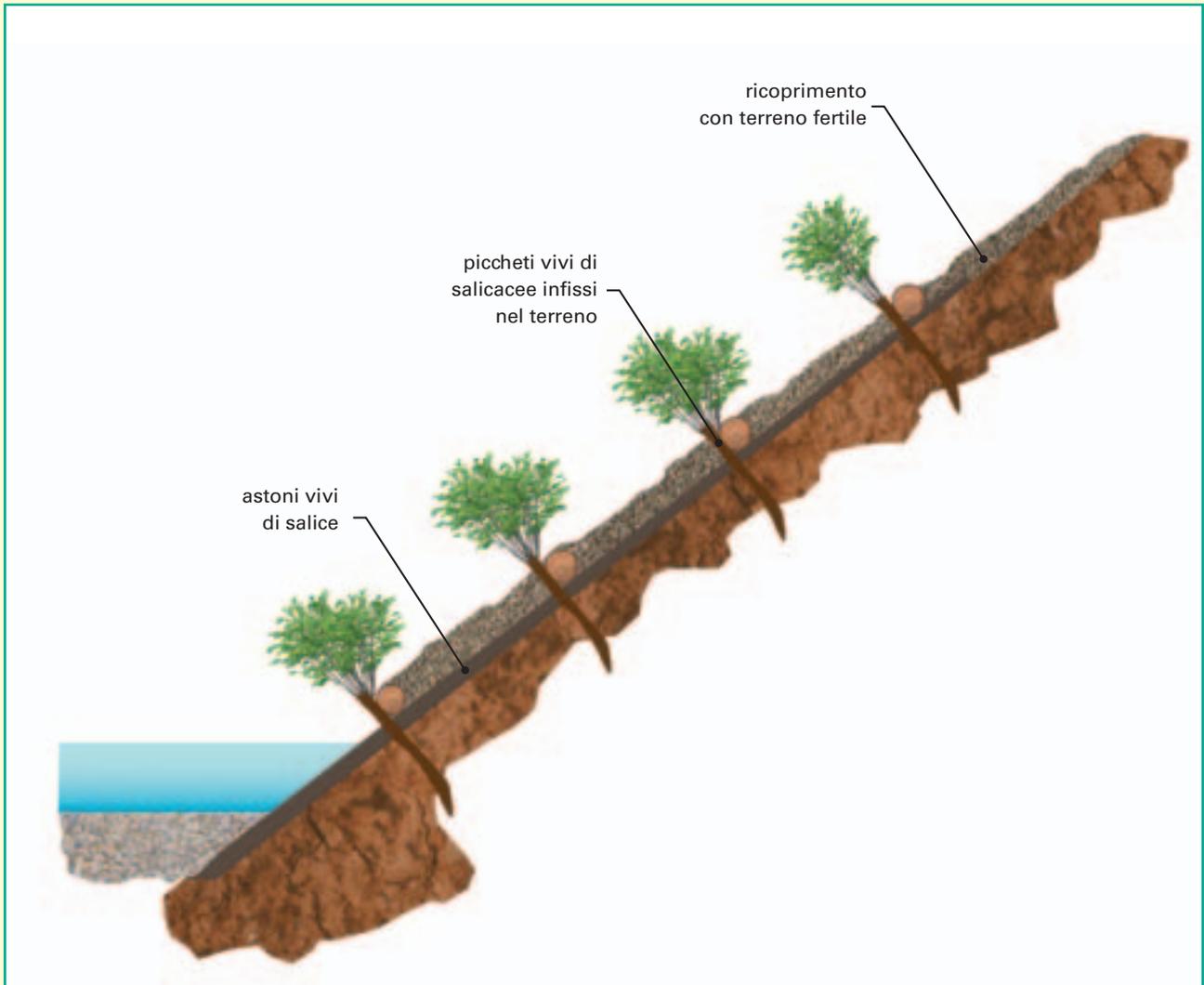


Figura 2.9 – Schema costruttivo di una copertura diffusa con astoni di salice.

c) Criteri di progettazione

Si rimanda al Par. 2.3 per una disamina dei criteri generali di localizzazione, dimensionamento e verifica degli interventi.

d) Indicazioni per l'esecuzione

Gli astoni di specie vegetali con capacità di propagazione vegetativa devono essere collocati con disposizione perpendicolare alla direzione del flusso d'acqua e fissati al substrato mediante filo di ferro teso tra picchetti e paletti vivi. La base degli astoni è conficcata nel terreno e qualora siano presenti più file, queste devono sormontarsi parzialmente. Gli astoni devono infine essere coperti con un sottile strato di terreno vegetale.

e) Effetti ambientali

Si veda il Par. 2.4.

f) Manutenzione

La manutenzione dei rivestimenti con astoni si limita alla potatura o al diradamento selettivo per mantenere l'elasticità delle piante ed è finalizzata anche all'ottenimento di nuovo materiale di propagazione (gli stessi astoni), da utilizzare per la realizzazione di altre opere.

La manutenzione deve essere eseguita tra novembre e marzo mediante taglio degli astoni al di sopra del livello del suolo; si può eseguire un taglio dell'intero soprassuolo ogni 3-4 anni oppure a strisce annuali (larghe alcuni metri) per ottenere una stratificazione; dove la crescita dei salici non impedisca il deflusso, la fascia vegetata può essere trattata a ceduo con tagli ogni 7-10 anni.

Sono inoltre auspicabili operazioni di manutenzione mediante diradamento della fascia eseguito a partire dal basso, dilazionato nel tempo e distribuito nello spazio, con lo scopo di favorire altre specie vegetali (ontano, frassino, ecc.).

g) Voci di costo

La definizione del costo di una copertura diffusa necessita sempre la realizzazione di un'analisi prezzi, che vede nella manodopera la componente principale (superiore al 50% del totale). Infatti, la quasi totalità del materiale impiegato deve essere reperita in loco (o nelle vicinanze) e gli apporti esterni di materiale si limitano al filo di ferro per il serraggio degli astoni ai picchetti e ai picchetti stessi, nel caso non si utilizzino le talee.

L'analisi prezzi dovrà considerare:

- manodopera, comprendente la quantificazione del tempo necessario per la realizzazione e di quello impiegato per il reperimento delle talee e degli astoni;
- noli di escavatore, autocarro per il trasporto del materiale e motosega che, anche in questo caso, dovranno comprendere le ore di utilizzo per il reperimento del materiale vivo;
- materiali, generalmente limitati al filo di ferro per il serraggio dell'opera ed eventualmente ai picchetti.

A titolo di esempio si riporta uno schema delle voci da comprendere, comunque da adattare alle specifiche esigenze.

- Manodopera
 - Operaio qualificato
 - Operaio comune
- Noli
 - Motosega completa di catena dentata, con motore a scoppio
 - Escavatore cingolato con attrezzatura frontale o rovescia

Autocarro mezzo d'opera

- Materiali
 - Materiali ferrosi per carpenteria.

h) Esempi realizzati

Si riportano di seguito esempi realizzati sul territorio regionale, oltre che alcuni esempi specifici eseguiti in Emilia-Romagna e non reperibili in Regione Veneto.

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi di ripristino delle erosioni di sponda ed arginali lungo il Fiume Zero nei Comuni di Zero Branco, Morgano, Piombino Dese, Resana e Vedelago. Azione: Copertura diffusa con astoni di salice.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Piombino Dese (Padova) – Resana e Vedelago (Treviso)		
	Corso d'acqua	Fiume Zero		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°39'3.52"N 12°0'10.10"E F: 45°38'20.78"N 12°1'49.83"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	2.800 m 30.000 mq
	Anno esecuzione	2016	Costo	€ 800.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione dei fenomeni erosivi; • riduzione del rischio di esondazione; • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite la diversificazione morfologica dell'alveo, l'incremento della vegetazione acquatica e palustre e la creazione di golene allagabili vegetate; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale e la creazione di golene allagabili; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fenomeni erosivi dovuti a dimensioni delle sezioni insufficienti e all'elevata velocità delle acque; • biodiversità limitata a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione di forma trapezia e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione; • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ampliamento delle sezioni; • abbassamento del piano campagna al fine di creare golene allagabili connesse all'alveo del canale; • diminuzione della pendenza delle sponde dell'alveo di magra; • meandrazione dell'alveo di magra all'interno delle golene allagabili; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea: del canale, da parte della vegetazione acquatica e spondale; delle aree golenali, da parte della vegetazione arboreo-arbustiva; • realizzazione di interventi di ingegneria naturalistica nei punti più a rischio di erosione spondale; • messa a dimora di una fascia tampone arborea continua lungo il ciglio destro del corso d'acqua. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: 1 intervento all'anno eseguito da imbarcazione con barra falciante, nel periodo di fine estate (settembre); • taglio della vegetazione spondale: 1 intervento all'anno con trincia sarmenti lungo una sola sponda (l'altra sponda viene lasciata all'evoluzione naturale), nel periodo di fine estate (settembre); • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/controllo, problemi)	<p>L'intervento è già stato presentato al CAPITOLO 1 - SCHEDA R1 "Ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali": nel presente capitolo si mostra specificatamente l'azione di protezione della sponda con interventi di ingegneria naturalistica per i suoi effetti sulla stabilità delle sponde stesse, mentre al CAPITOLO 1 si è focalizzato l'interesse sulla valenza dell'intervento come azione per la riduzione del rischio di esondazione.</p> <p>La presenza e la salvaguardia dei popolamenti esistenti di canna di palude (<i>Phragmites australis</i>) hanno portato a una colonizzazione molto rapida delle golene, che sono state inoltre diversificate con la messa a dimora di piante di ontano nero (<i>Alnus glutinosa</i>) e di arbusti igrofilii.</p> <p>La velocità di corrente, particolarmente elevata rispetto a quanto si riscontra nella maggior parte del reticolo di competenza, ha indotto il Consorzio a sperimentare diverse soluzioni di ingegneria naturalistica. L'efficacia degli interventi si sta dimostrando più che soddisfacente ma va tenuto conto che nelle opere di ingegneria naturalistica si utilizzano quasi esclusivamente salici e che quindi, se alcune tipologie di intervento vengono realizzate in modo diffuso, si rischia di semplificare molto la composizione delle specie vegetali.</p>		





Figura 2.10 – Posa di copertura diffusa con astoni di salice lungo il Fiume Zero. Nelle immagini è possibile vedere la copertura appena realizzata e la sponda a distanza di alcuni anni dalla realizzazione dell'intervento, con vista dall'alveo e dal lato campagna. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Riqualificazione idraulico-ambientale del Cavo Migliarina nel Comune di Carpi (Modena). Azione: Controllo del dissesto spondale mediante posa di copertura diffusa con astoni di salice.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia)			
	Comune e Provincia	Carpi (Modena)			
	Corso d'acqua	Cavo Migliarina			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 44°49'21.54"N 10°49'46.22"E F: 44°49'58.70"N 10°50'4.69"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	1.250 m	
	Anno esecuzione	2004	Costo	€ 78.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • controllo del dissesto spondale; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • erosioni spondali; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <p>Realizzazione di una copertura diffusa con astoni di salice</p> <ul style="list-style-type: none"> • preventiva riprofilatura della sponda per ridurre la pendenza; • posa l'uno accanto all'altro di astoni di salice intimamente affiancati fra loro, in modo tale da ottenere una copertura omogenea ed esente da zone aperte e vulnerabili all'azione erosiva; • inserimento dell'estremità basale dei rami nel piede della sponda; • ancoraggio della copertura con picchetti vivi di salice piantati in file distanti 80–100 cm e pali (anch'essi di salice) trasversali e filo di ferro <p>Inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice</p> <ul style="list-style-type: none"> • messa in opera di tessuto in materiale biodegradabile, opportunamente fissato al terreno per mezzo di picchetto vivo di salice; • semina a spaglio di essenze erbacee da realizzarsi prima e dopo la stesura del telo. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • gestione della vegetazione acquatica: nessuna gestione dalla data di realizzazione dell'intervento; • gestione della vegetazione riparia: potatura di contenimento (dalla realizzazione, nel 2005, al 2020, non sono ancora stati realizzati interventi di contenimento, che dovranno essere però programmati nell'immediato futuro). 			
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Il progetto qui illustrato è riportato nel medesimo CAPITOLO 2 anche in relazione alla SCHEDA D2 "Inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice". Nella presente sezione del CAPITOLO 2 si focalizza invece l'attenzione sull'intervento di "copertura diffusa con astoni di salice".</p> <p>Il Cavo di Migliarina è un canale di tipo promiscuo, utilizzato sia per lo scolo delle acque che per l'irrigazione: per questo motivo, la vegetazione ha attecchito solo nella parte sommitale della copertura, mentre lunghi periodi di riempimento del canale a scopi irrigui non hanno permesso alla vegetazione di attecchire nella parte più prossima all'acqua. Nonostante ciò le radici dei salici hanno stabilizzato la sponda e ad oggi non si registrano problematiche se non localizzate. Occorre definire un protocollo di manutenzione della fascia riparia che, a 16 anni dalla realizzazione, ha assunto dimensioni notevoli e dovrà essere contenuta, senza procedere alla totale asportazione. Sul lato campagna del filare alberato nato dalla copertura diffusa, la fascia riparia è stata contenuta al fine di permettere il passaggio dei mezzi agricoli, andando a costituire una barriera verde che può favorire la fruizione del canale in bicicletta, senza che vi sia il rischio di cadute all'interno del canale e senza prevedere la realizzazione di parapetti.</p>			





Figura 2.11 – Posa di copertura diffusa con astoni di salice lungo il Cavo Migliarina (Comune di Carpi – Provincia di Modena). Nelle immagini è possibile vedere la sponda destra del canale soggetta a problemi di dissesto, la posa degli astoni di salice, la sponda protetta mediante la copertura diffusa con astoni di salice a 5 anni dalla fine dei lavori e la medesima sponda nel 2020, a distanza di 16 anni dalla realizzazione dell'intervento. (Fonte: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale)

SCHEMA D4 - Palizzata rinverdit⁸

a) Descrizione

Le palizzate rinverdite (orizzontali) sono difese spondali realizzate con paleria morta di castagno sbucciato (oppure viva in paleria di salice), posta in orizzontale e fissata con filo di ferro a picchetti verticali in castagno (o salice) profondamente infissi nel suolo con un interasse variabile da 1 a 2 m (Figura 2.12, Figura 2.13 e Figura 2.14).

Nell'applicazione qui proposta le palizzate **consolidano superficialmente microfrane e piccoli cedimenti, salvaguardano il piede di sponda e**

proteggono dall'erosione la sponda stessa; la paleria viva e l'eventuale messa a dimora di talee o piantine radicate consentono di ottenere, oltre all'effetto strutturale, anche la contemporanea formazione di una fascia riparia, seppur inizialmente semplificata.

Come la palificata, anche la palizzata rinverdit^a può essere utilizzata non solo **lungo canali di scolo** ma anche **lungo la rete irrigua e promiscua**, avendo l'accortezza di posizionare le talee e le specie vegetali eventualmente messe a dimora in modo che non subiscano una sommersione prolungata degli apparati radicali ed epigei.

b) Schema progettuale

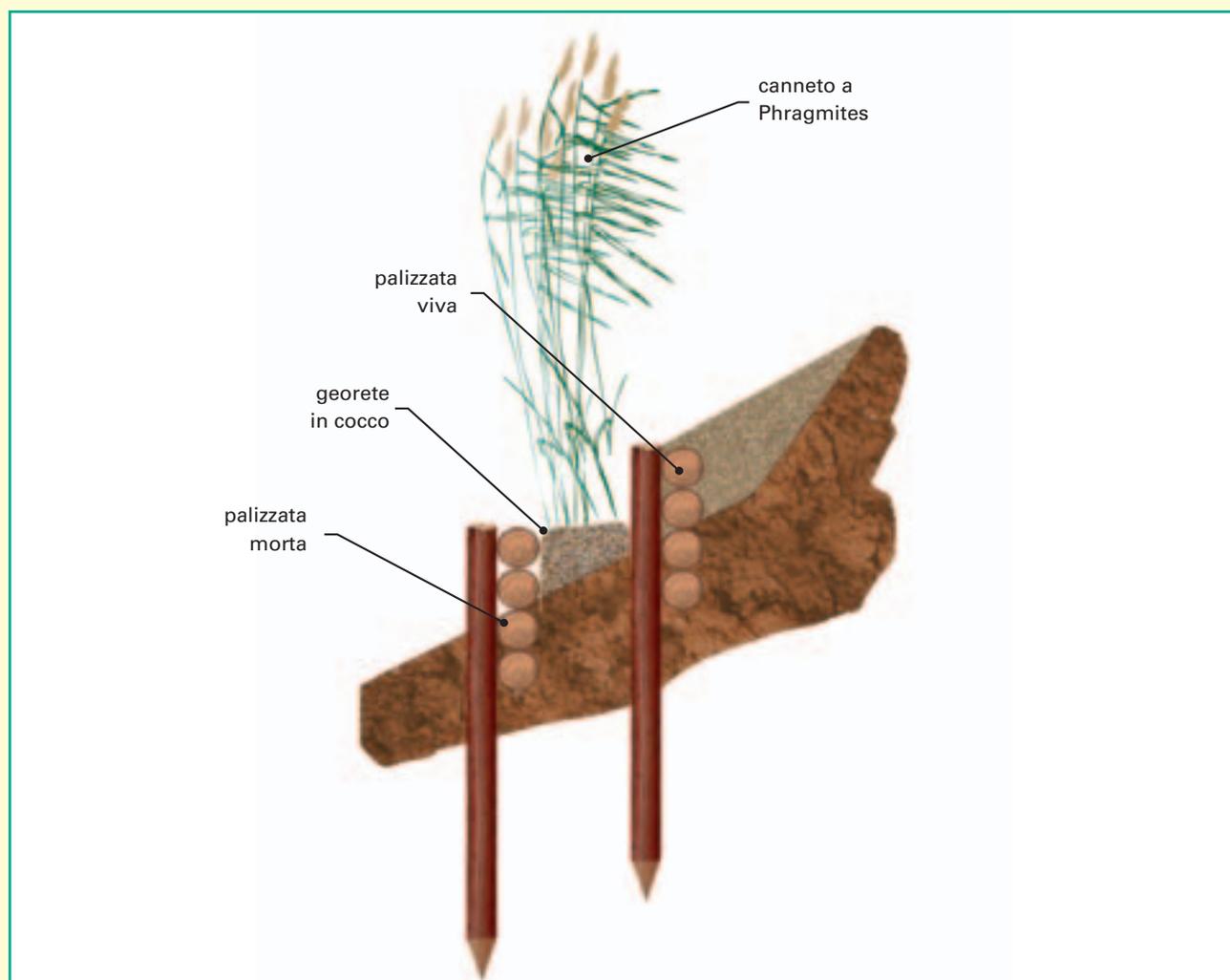


Figura 2.12 – Schema costruttivo di una palizzata orizzontale rinverdit: in figura sono in realtà presenti due palizzate, una realizzata con picchetto vivo di salice (a destra in figura) e una con picchetto morto di castagno (a sinistra in figura); tra le due file di palizzate è prevista la messa a dimora di un canneto a *Phragmites australis*.

⁸ Principali fonti consultate: Monaci M. & Schipani I., 2010; Regione Lazio, 2002 (Quaderno di cantiere "Palizzata viva" n.14); Consorzio di bonifica dell'Emilia Centrale, 2005; Consorzio di bonifica pianura di Ferrara, 2008.

c) Criteri di progettazione

Si rimanda al Par. 2.3 per una disamina dei criteri generali di localizzazione, dimensionamento e verifica degli interventi.

d) Indicazioni per l'esecuzione

La palizzata si esegue mediante infissione verticale di pali (generalmente castagno), di lunghezza che può arrivare ai 2 m e di diametro 8÷12 cm, lasciandoli sporgere dalla superficie topografica per un'altezza pari a quella dell'opera finita (infissione nel terreno pari ad almeno 1/3 della lunghezza del palo); il dimensionamento dei pali nonché la profondità e la distanza di infissione sono condizionati dalle caratteristiche litologiche e morfologiche del substrato e devono essere valutati caso per caso.

Segue poi la posa di pali (generalmente di castagno) in file orizzontali, di cui almeno una a costituire la fondazione dell'opera, sovrapposte a monte dei pali verticali, a contatto e fissati ad essi, e il successivo riempimento con materiale inerte di riporto e contemporanea posa di materiale vegetale vivo (talee), derivato da specie autoctone atte alla riproduzione vegetativa.

Il periodo ideale per la realizzazione dell'opera è quello del riposo vegetativo delle piante.

e) Effetti ambientali

Si veda il Par. 2.5.

f) Manutenzione

Si veda la **SCHEDA D5**.

g) Voci di costo

Le palizzate sono opere il cui costo normalmente è ricavabile dai prezziari ufficiali reperibili nelle diverse Regioni.

Nel caso sia necessario eseguire un'analisi dei prezzi in relazione ad applicazioni specifiche non contemplate dai prezziari regionali, dovranno essere considerate le seguenti voci:

- manodopera, comprendente la quantificazione del tempo necessario per la realizzazione e di quello impiegato per il reperimento delle talee e del materiale strutturale vivo (nel caso l'opera venga realizzata interamente con paleria di salice);
- noli di escavatore, autocarro per il trasporto del materiale e motosega che, anche in questo caso, dovranno comprendere le ore di utilizzo per il reperimento del materiale vivo;
- materiali, quali geotessuti, graffe o tondini, oltre al materiale vegetale (es. piantine radicate) nel caso sia acquistato altrimenti, il costo è già compreso nelle due precedenti componenti di costo.

Nella realizzazione dell'opera la manodopera può avere un'incidenza generalmente superiore al 35%, nel caso sia interamente realizzata in materiale vivo.

A titolo di esempio si riporta uno schema delle voci da utilizzare per eseguire un'analisi prezzi, comunque da adattarsi alle specifiche esigenze.

- Manodopera
 - Operaio qualificato
 - Operaio comune
- Noli
 - Motosega completa di catena dentata, con motore a scoppio
 - Escavatore cingolato con attrezzatura frontale o rovescia
 - Autocarro mezzo d'opera
 - Gruppo elettrogeno diesel
- Materiali
 - Materiali ferrosi per carpenteria
 - Paleria di castagno, scortecciato, diametro minimo 12 cm
 - Geotessili in cocco o juta
 - Piantine radicate di specie autoctone.

h) Esempi realizzati

Si riportano di seguito esempi realizzati in Emilia-Romagna, non reperibili in Regione Veneto.

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Riqualificazione idraulico-ambientale del Canale di Budrione nel Comune di Carpi (Modena). Azione: Controllo del dissesto spondale mediante realizzazione di una palizzata rinverditata.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia)			
	Comune e Provincia	Carpi (Modena)			
	Corso d'acqua	Canale di Budrione			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 44°48'42.16"N 10°51'56.86"E F: 44°48'41.82"N 10°51'27.59"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	650 m	
	Anno esecuzione	2005	Costo	€ 143.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • controllo del dissesto spondale; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • erosioni spondali, con problemi alla stabilità strutturale della strada posta lungo il canale; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione; • consolidamento spondale lungo un canale promiscuo prevalentemente irriguo. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <p>Realizzazione di una palizzata rinverditata su una sponda</p> <ul style="list-style-type: none"> • profilatura del terreno; • infissione nella sponda di picchetti verticali morti di castagno sbucciato; • posizionamento sul retro di pali orizzontali, fermati con filo di ferro; • infissione di una seconda fila di picchetti verticali vivi di salice; <p>Realizzazione di una palificata semplice rinverditata con palo frontale verticale sulla sponda opposta</p> <ul style="list-style-type: none"> • profilatura del terreno; • costruzione di una incastellatura di tronchi tondi di castagno di castagno a formare camere frontali; • posizionamento di un palo verticale frontale sul quale sono inchiodati i tronchi correnti e quelli trasversi; • completamento dell'opera tramite riempimento con materiale terroso inerte e pietrame nella parte sotto il livello medio dell'acqua; • posizionamento verticalmente di astoni di salice. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • gestione della vegetazione acquatica: nessuna gestione dalla data di realizzazione dell'intervento; • gestione della vegetazione riparia: potatura di contenimento (dalla realizzazione, nel 2005, al 2020, non sono ancora stati realizzati interventi di contenimento, che dovranno essere però programmati nell'immediato futuro). 			
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Il progetto qui illustrato è riportato nel medesimo CAPITOLO 2 anche in relazione alla SCHEDA D5 "Palificata semplice rinverditata con palo frontale verticale". Nella presente sezione del CAPITOLO 2 si focalizza invece l'attenzione sull'intervento di "realizzazione di una palizzata rinverditata".</p> <p>Il progetto si riferisce al caso di una sezione che negli anni si è modificata a causa del dissesto spondale, sino a divenire molto più larga della sezione originaria. La palizzata è stata inserita tra la sezione di progetto originale e quella nello stato di fatto, limitando così l'ingombro della sezione e possibili interferenze con la funzionalità idraulica.</p> <p>Si riscontrano problemi nel contenimento della terra interclusa tra le due file di palizzata, a causa dell'azione dell'acqua che sormonta l'opera; occorre pertanto valutare se e come procedere alla sigillazione di tale spazio intercluso, ad esempio tramite il posizionamento di assi di legno.</p>			



Figura 2.13 – Realizzazione di una palizzata rinverdita lungo il Canale di Budrione (Comune di Carpi – Provincia di Modena). Nelle immagini è possibile vedere in alto il canale prima dell'intervento, con le sponde erose, e a seguire la palizzata a fine lavori. (Fonte: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale)



Figura 2.14 – In alto: la palizzata dopo 16 anni dalla realizzazione dell'intervento (2020). In basso: si nota lo svuotamento del materiale messo originariamente come riempimento tra le due palizzate. (Fonte: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale)

SCHEDA D5 Palificata semplice rinverdit con palo frontale verticale⁹

a) Descrizione

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 (Figura 2.15).

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.

La durata dell'opera così realizzata dipende dal tipo di legname utilizzato e può essere di 20÷40 anni se il legname è di larice o maggiore se di castagno.

Se la crescita degli astoni di salice all'interno della sezione del canale non è compatibile con la funzionalità idraulica di progetto, la struttura può essere realizzata evitando il posizionamento sub-orizzontale degli astoni (perdendone l'ef-

fetto di trazione consolidante) ed effettuandone l'inserimento in verticale, nella parte sommitale della struttura; in questo modo la sezione del canale rimane libera da ostacoli ma si sviluppa in ogni caso una fascia riparia che, grazie alle radici, concorre alla stabilizzazione della sponda (Figura 2.16 e Figura 2.17).

Nell'applicazione qui proposta, 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 molto ripida o laddove, causa prolungata sommersione della sponda durante il periodo vegetativo (canali irrigui), non sia possibile l'insediamento di una fascia di vegetazione. La palificata semplice rinverdit con palo frontale può essere utilizzata non solo **lungo canali di scolo** ma anche **lungo la rete irrigua e promiscua**, avendo l'accortezza di disporre gli astoni e le specie vegetali eventualmente messe a dimora in modo che non subiscano una sommersione prolungata degli apparati radicali ed epigei.

b) Schema progettuale

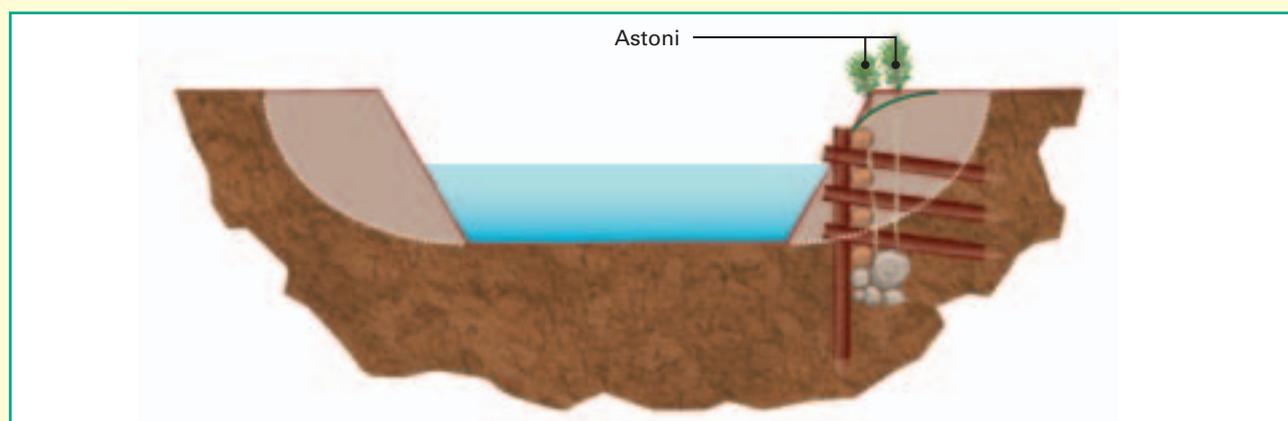


Figura 2.15 – Schema costruttivo di una palificata semplice rinverdit con palo frontale e astoni di salice posti verticalmente. Lo schema rappresenta il caso in cui la sezione di progetto (in rosso) negli anni si sia modificata a causa del dissesto spondale, sino a divenire molto più larga della situazione iniziale (linea tratteggiata bianca). La palificata è inserita tra la sezione di progetto originale e quella nello stato di fatto, limitando così l'ingombro della sezione e possibili interferenze con la funzionalità idraulica. La palificata è completata da talee o astoni di salice posti verticalmente nella parte sommitale dell'opera su terreno riprofilato (linea verde), così da evitare di occupare la sezione del canale. (Fonte: Consorzio di bonifica dell'Emilia centrale, 2005).

⁹ Principali fonti consultate: Provincia di Terni, 2003 (Capitolo 14). Consorzio di bonifica pianura di Ferrara, 2008; Monaci M. & Schipani I., 2010.

c) Criteri di progettazione

Si rimanda al Par. 2.3 per una disamina dei criteri generali di localizzazione, dimensionamento e verifica degli interventi.

d) Indicazioni per l'esecuzione

La palificata si realizza in tondami di larice o castagno posti alternativamente in senso longitudinale e trasversale, a formare un castello in legname, fissati tra di loro con chiodi in ferro o tondini; la palificata deve essere fondata per almeno 40 cm con una pendenza del 10 ÷ 15% verso monte e il fronte deve avere una pendenza di circa il 30% per garantire la miglior crescita delle piante; l'intera struttura viene riempita con l'inerte ricavato dallo scavo e negli interstizi tra i tondami orizzontali si collocano astoni (es. di salice) adatti alla riproduzione vegetativa, nonché piante radicate di specie arbustive pioniere.

Per evitarne lo svuotamento durante la realizzazione, ogni volta che si completa uno "strato" di legname, è utile posare un doppio strato in geotessuto a realizzare una sorta di "terra rinforzata".

Per evitare il restringimento dell'alveo, è ideale che la sponda venga preliminarmente scavata.

La scelta delle specie vegetali ai vari livelli della palificata deve basarsi su frequenza e durata della sommersione da parte dell'acqua; il periodo di intervento idoneo è quello di riposo vegetativo delle piante ma, in condizioni climatiche favorevoli, le piante radicate possono essere trapiantate anche nella primavera, purché non vengano danneggiate durante la costruzione.

e) Effetti ambientali

Si veda il Par. 2.4.

f) Manutenzione

La manutenzione della palificata riguarda sia la struttura stessa sia la vegetazione che si sviluppa dagli astoni o dalle piantine messe a dimora. Per la struttura è necessario eseguire controlli periodici per verificare la presenza di rotture, cedimenti, svuotamenti, scalzamenti, ecc., almeno durante il primo anno dopo la realizzazione.

Per la vegetazione, può essere necessario eseguire un taglio ogni 5-7 anni (o anche meno) se le simulazioni idrauliche indicano tale necessità, mentre si può procedere al solo taglio degli individui deperienti se il rischio idraulico è minimo; nel caso si verifichi una forte crescita delle

piante, può essere inoltre utile eseguire un taglio delle stesse a livello del terreno, in modo da favorire la formazione delle radici.

g) Voci di costo

Le palificate sono opere il cui costo normalmente è ricavabile dai prezziari ufficiali reperibili nelle diverse Regioni.

Nel caso sia necessario eseguire un'analisi dei prezzi in relazione ad applicazioni specifiche non contemplate dai prezziari regionali, dovranno essere considerate le seguenti voci:

- manodopera, comprendente la quantificazione del tempo necessario per la realizzazione e le ore impiegate per il reperimento degli astoni per il riverdimento dell'opera;
- noli di escavatore, autocarro per il trasporto del materiale, motosega, gruppo elettrogeno, ecc., che anche in questo caso dovranno comprendere le ore di utilizzo per il reperimento del materiale vivo;
- materiali, quali legname, geotessuti, graffe o tondini, oltre al materiale vegetale (es. piantine radicate) nel caso sia acquistato, altrimenti il costo è già compreso nelle due precedenti componenti di costo.

Nella realizzazione dell'opera la manodopera incide generalmente dal 25 al 35 % a seconda del materiale previsto e considerata l'alta incidenza del costo della paleria.

A titolo di esempio si riporta uno schema delle voci da utilizzare per eseguire un'analisi prezzi, comunque da adattarsi alle specifiche esigenze.

- Manodopera
 - Operaio qualificato
 - Operaio comune
- Noli
 - Motosega completa di catena dentata, con motore a scoppio
 - Escavatore cingolato con attrezzatura frontale o rovescia
 - Autocarro mezzo d'opera
 - Gruppo elettrogeno diesel
- Materiali
 - Materiali ferrosi per carpenteria
 - Paleria di castagno, scortecciato, diametro minimo 15 cm
 - Geotessili in cocco o juta
 - Piantine radicate di specie autoctone

h) Esempi realizzati

Si riportano di seguito esempi realizzati in Emilia-Romagna, non reperibili in Regione Veneto.

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Riqualificazione idraulico-ambientale del Canale di Budrione nel Comune di Carpi (Modena). Azione: Controllo del dissesto spondale mediante realizzazione di una palificata semplice rinverdata con palo frontale verticale.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia)			
	Comune e Provincia	Carpi (Modena)			
	Corso d'acqua	Canale di Budrione			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 44°48'42.16"N 10°51'56.86"E F: 44°48'41.82"N 10°51'27.59"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	650 m	
	Anno esecuzione	2005	Costo	€ 143.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • controllo del dissesto spondale; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • erosioni spondali, con problemi alla stabilità strutturale della strada posta lungo il canale; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione; • consolidamento spondale lungo un canale promiscuo prevalentemente irriguo. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <p>Realizzazione di una palizzata rinverdata su una sponda</p> <ul style="list-style-type: none"> • profilatura del terreno; • infissione nella sponda di picchetti verticali morti di castagno sbucciato; • posizionamento sul retro di pali orizzontali, fermati con filo di ferro; • infissione di una seconda fila di picchetti verticali vivi di salice; <p>Realizzazione di una palificata semplice rinverdata con palo frontale verticale sulla sponda opposta</p> <ul style="list-style-type: none"> • profilatura del terreno; • costruzione di una incastellatura di tronchi tondi di castagno di castagno a formare camere frontali; • posizionamento di un palo verticale frontale sul quale sono inchiodati i tronchi correnti e quelli trasversi; • completamento dell'opera tramite riempimento con materiale terroso inerte e pietrame nella parte sotto il livello medio dell'acqua; • posizionamento verticalmente di astoni di salice. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • gestione della vegetazione acquatica: nessuna gestione dalla data di realizzazione dell'intervento; • gestione della vegetazione riparia: potatura di contenimento (dalla realizzazione, nel 2005, al 2020, non sono ancora stati realizzati interventi di contenimento, che dovranno essere però programmati nell'immediato futuro). 			
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Il progetto qui illustrato è riportato nel medesimo CAPITOLO 2 anche in relazione alla SCHEDA D4 "realizzazione di una palizzata rinverdata". Nella presente sezione del CAPITOLO 2 si focalizza invece l'attenzione sull'intervento di "Palificata semplice rinverdata con palo frontale verticale".</p> <p>Il progetto si riferisce al caso di una sezione che negli anni si è modificata a causa del dissesto spondale, sino a divenire molto più larga della sezione originaria. La palizzata è stata inserita tra la sezione di progetto originale e quella nello stato di fatto, limitando così l'ingombro della sezione e possibili interferenze con la funzionalità idraulica. Si riscontrano problemi nel contenimento della terra interclusa nella palificata, a causa dell'azione dell'acqua che sormonta l'opera; occorre pertanto valutare se e come procedere alla sigillazione di tale spazio intercluso, ad esempio tramite il posizionamento di assi di legno.</p>			





Figura 2.16 – Realizzazione di una palificata semplice rinverdata con palo frontale verticale lungo il Canale di Budrione (Comune di Carpi – Provincia di Modena). Nelle prime due immagini è possibile vedere il canale prima dell'intervento, con le sponde erose, e a seguire la palificata a distanza di 3 anni dalla realizzazione del progetto. Nelle due immagini successive si può vedere lo sviluppo della vegetazione dopo 5 (2009) (durante il periodo irriguo) e 16 anni dalla realizzazione dell'intervento (2020). (Fonte: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Riqualificazione idraulico-ambientale della Fossetta dei morti nel Comune di Carpi (Modena). Azione: Controllo del dissesto spondale mediante realizzazione di una palificata semplice rinverdata con palo frontale verticale.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia)			
	Comune e Provincia	Carpi (Modena)			
	Corso d'acqua	Fossetta dei morti			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 44°49'58.88"N 10°51'21.29"E F: 44°50'15.08"N 10°51'27.57"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	500 m	
	Anno esecuzione	2004	Costo	€ 97.500	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • controllo del dissesto spondale; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • problemi di stabilità strutturale della strada posta lungo il canale; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profilatura del terreno; • costruzione di una incastellatura di tronchi tondi di castagno a formare camere frontali; • posizionamento di un palo verticale frontale sul quale sono inchiodati i tronchi correnti e quelli trasversi; • completamento dell'opera tramite riempimento con materiale terroso inerte e pietrame nella parte sotto il livello medio dell'acqua; • posizionamento verticalmente di astoni di salice. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • gestione della vegetazione acquatica: nessuna gestione dalla data di realizzazione dell'intervento; • gestione della vegetazione riparia: potatura di contenimento (dalla realizzazione, nel 2004, al 2020, non sono ancora stati realizzati interventi di contenimento, che dovranno essere però programmati nell'immediato futuro). 			
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Il progetto è nato per risolvere un problema di stabilità della strada che affianca la Fossetta dei morti, che tendeva a "scivolare" verso il fosso (problema tipico nell'area di intervento). La scelta di utilizzare una tecnica dell'ingegneria naturalistica di tipo "vivo", affiancando cioè alla funzione strutturale della paleria morta in castagno che compone la palificata l'infissione di astoni di salice, ha avuto lo scopo di mostrare come un intervento nato per motivi strutturali possa generare un miglioramento paesaggistico ed ecologico importante, con un costo paragonabile e a volte inferiore a quello delle tecniche dell'ingegneria classica.</p>			





Figura 2.17 – Realizzazione di una palificata semplice rinverdita con palo frontale verticale lungo la Fossetta dei Morti (Comune di Carpi – Provincia di Modena). Nelle prime due foto è possibile vedere la fossetta prima dell'intervento (2004) e subito dopo la realizzazione della palificata (2004). Nelle successive due foto è mostrata la Fossetta dopo 5 anni dall'intervento (2009) e dopo 16 anni (2020). (Fonte: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale)

SCHEDA D6 Palificata doppia rinverdita¹⁰

a) Descrizione

La palificata doppia è una struttura in legname tondo costituita da un'incastellatura di tronchi addossata alla sponda a formare camere frontali, realizzata mediante una fila di tronchi longitudinali posti sia all'esterno che all'interno dell'opera, perfezionata dalla posa di piante o astoni di salice (rami giovani di salice della lunghezza minima di tre metri) e completata dal riempimento con materiale terroso inerte o pietrame nella parte posta sotto il livello medio dell'acqua (Figura 2.18).

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. La durata dell'opera così realizzata dipende dal tipo di legname utilizzato e può essere di 20-40

anni se il legname è di larice o maggiore se di castagno.

Nell'applicazione qui proposta la palificata fornisce **protezione al piede e alla sponda stessa e ne garantisce il consolidamento**; grazie alla messa a dimora di astoni di salice 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 molto ripida o laddove, causa prolungata sommersione della sponda durante il periodo vegetativo (canali irrigui), non sia possibile l'insediamento di una fascia di vegetazione. La palificata rinverdita può essere utilizzata non solo **lungo canali di scolo** ma anche **lungo la rete irrigua e promiscua**, avendo l'accortezza di disporre gli astoni e le specie vegetali eventualmente messe a dimora in modo che non subiscano una sommersione prolungata degli apparati radicali ed epigei.

b) Schema progettuale

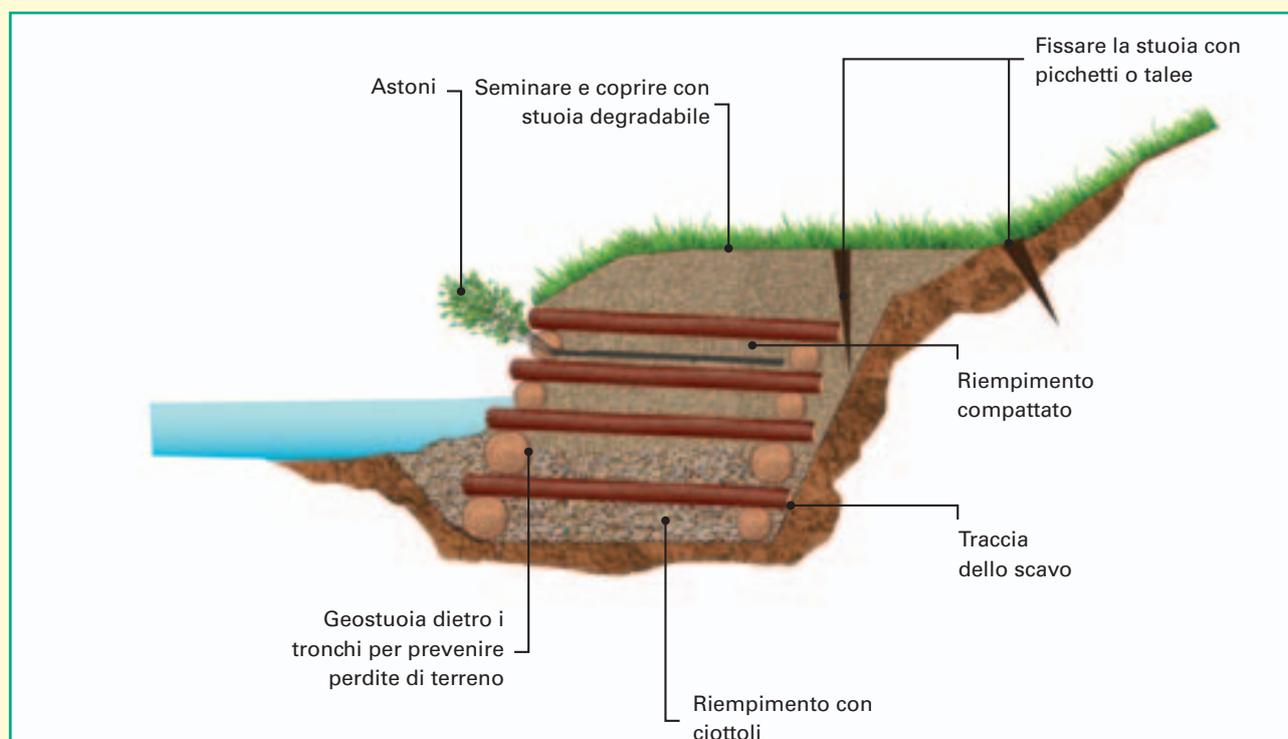


Figura 2.18 – Schema costruttivo di una palificata doppia rinverdita.

¹⁰ Principali fonti consultate: Monaci M. & Schipani I., 2010; Provincia di Terni, 2003; Consorzio di bonifica pianura di Ferrara, 2008.

c) Criteri di progettazione

Nei calcoli di stabilità la palificata deve essere considerata un'opera di sostegno a gravità, costituita per il 15-20% del volume da legname, e verificata rispetto a traslazione, scivolamento, ribaltamento e stabilità globale; occorre inoltre tenere conto della possibile erosione verticale al piede. Se la vegetazione che si sviluppa dagli astoni occupa parzialmente la sezione del canale, è necessario valutarne gli effetti sulla funzionalità idraulica.

Si rimanda al Par. 2.3 per una disamina dei criteri generali di localizzazione, dimensionamento e verifica degli interventi.

d) Indicazioni per l'esecuzione

Si veda la **SCHEDA D5**.

e) Effetti ambientali

Si veda la **SCHEDA D5**.

f) Manutenzione

Si veda la **SCHEDA D5**.

g) Voci di costo

Si veda la **SCHEDA D5**.

2.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE¹¹

Si presentano nei seguenti paragrafi i criteri di cui tener conto durante la progettazione degli interventi di ingegneria naturalistica viva, in particolare per la scelta, la localizzazione e il dimensionamento delle opere.

Come già ricordato, il manuale non ha la pretesa di essere esaustivo quanto piuttosto di fornire una guida per compiere scelte tecnicamente corrette in funzione della tipologia di situazione in esame e delle finalità ambientali, oltre che strutturali, alla base dei progetti d'intervento.

2.3.1 Criteri di scelta degli interventi

La scelta della tecnica di ingegneria naturalistica da utilizzarsi deve essere il frutto della valutazione di diversi aspetti, in particolare le caratteristiche biotecniche delle diverse opere, la resistenza che queste potenzialmente offrono alla forza

di trascinamento della corrente e la capacità di consolidamento della sponda; è inoltre necessario tener presente le condizioni e i limiti di applicabilità generali relativi alle diverse tipologie di intervento e quelle derivanti dal loro particolare uso lungo i canali, peculiari rispetto al caso dei corsi d'acqua naturali.

a) Scelta della tipologia d'intervento sulla base delle caratteristiche biotecniche

Esistono dei limiti teorici d'impiego dell'ingegneria naturalistica e la scelta, nonché la collocazione degli interventi, è funzione di vari parametri tra cui i principali sono:

- la velocità di deflusso (correlata soprattutto alla pendenza del fondo);
- il diametro del trasporto solido.

Con la diminuzione di velocità e trasporto solido, aumenta progressivamente il numero di tecniche impiegabili, tra cui discriminare secondo il principio per il quale è necessario utilizzare la tecnica a minor impegno tecnico e pari efficienza ("*legge del minimo*").

Nelle applicazioni lungo i canali, velocità e diametro del trasporto solido non costituiscono generalmente un fattore limitante per la scelta delle tecniche impiegabili e quelle elencate nel presente capitolo possono essere utilizzate nella maggior parte delle situazioni idrodinamiche, stante le limitazioni d'uso indicate per ognuna delle tecniche in relazione alla tipologia di canale (di scolo, irriguo, promiscuo).

b) Scelta delle tipologie d'intervento in base alla resistenza alla forza di trascinamento

Ogni opera di ingegneria naturalistica è dotata di una caratteristica resistenza alla forza di trascinamento esercitata dalla corrente che, sebbene difficile da determinare in modo certo, può comunque fornire un'indicazione di massima per la scelta della tipologia di intervento, sulla base delle sollecitazioni esercitate dal canale in studio.

A tal fine si può far riferimento ai valori della resistenza al trascinamento, riportati in Tabella 2.1, che tipicamente i diversi interventi di ingegneria naturalistica possono offrire. Questi valori sono stati misurati nelle situazioni sperimentali indi-

¹¹ Principali fonti consultate: Provincia di Terni, 2003 (Capitolo 6, Capitolo 11), Sauli G. *et al.*, 2002.

cate in tabella e non costituiscono quindi il limite massimo sopportabile dalla singola tecnica, quanto piuttosto la forza di trascinamento sopportata in quella particolare situazione.

In virtù della bassa pendenza dei canali e delle conseguenti velocità in gioco, le forze di trascinamento tipicamente esercitate non costituiscono in ogni caso un fattore decisivo nella scelta della tecnica, ma non devono in ogni caso essere trascurate per evitare il fallimento dell'opera in situazioni particolari.

c) Scelta delle tipologie d'intervento in base alla capacità di consolidamento e stabilizzazione delle sponde

Nella maggior parte delle situazioni la sponda perde la sua conformazione non tanto per erosione quanto piuttosto per problemi di tipo geotecnico (crolli, sifonamenti, ecc.). In questo caso l'intervento di ingegneria naturalistica si rende necessario per consolidare la sponda e occorre per questo scegliere le tecniche, tra quelle indicate nel presente capitolo, che possiedono questa capacità (come ad esempio la palificata rinverdata), scartando quelle che sono in grado di proteggere la sponda dalla sola erosione superficiale.

d) Condizioni e limiti di applicabilità generali

L'impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica è legato al soddisfacimento di alcune condizioni generali:

- possibilità di individuare e riprodurre specie vegetali autoctone, soprattutto erbacee e arbustive, con caratteristiche di radicazione utili per contrastare l'erosione e favorire il consolidamento; sono in particolare necessarie specie dotate di possibilità di riproduzione vegetativa diretta nell'ambiente naturale e non in serra o vivaio;
- disponibilità di materiali locali, in particolare il legname con cui realizzare molte delle opere proposte;
- disponibilità di mano d'opera specializzata;
- disponibilità di normali macchine per movimento terra, perforazione, taglio, e così via.

Occorre inoltre evitare alcuni errori quali:

- prevalente impiego di materiali inerti (che l'utilizzo delle tecniche proposte nel presente manuale scongiura in larga parte) e uso delle

specie vegetali con funzione di "cosmesi ambientale" invece che strutturale;

- impiego di specie vegetali esotiche, con problemi di contaminazione genetica e di infestazione;
- utilizzo di interventi di ingegneria naturalistica in contesti in cui sono superati i limiti biotecnici delle opere stesse.

Preme infine sottolineare che alcune delle tecniche suggerite potrebbero occupare parzialmente la sezione del canale, fatto che può non essere accettabile nelle situazioni di rischio idraulico.

In molti casi però il dissesto spondale genera negli anni un allargamento di sezione e diventa quindi possibile collocare l'opera nello spazio compreso tra la sezione presente nello stato attuale, arretrata, e quella originale di progetto (si veda l'esempio di Figura 2.15); in altre situazioni l'opera può essere inserita all'interno della sponda oppure quest'ultima può essere preventivamente riprofilata allargando la sezione, diminuendo così l'ingombro in alveo causato dagli interventi di ingegneria naturalistica. In ogni caso è consigliabile eseguire una verifica della funzionalità idraulica in relazione alla porzione di sezione occupata dall'opera e alla tipologia e densità di vegetazione messa a dimora, come specificato nei paragrafi seguenti.

e) Condizioni e limiti di applicabilità relativi all'impiego dell'ingegneria naturalistica lungo i canali

La costruzione di difese spondali realizzate mediante l'uso delle tecniche dell'ingegneria naturalistica, con particolare riferimento a quelle basate prevalentemente su materiali vivi, necessita di tener conto di alcune precauzioni quando effettuata lungo i canali:

- il perdurare dei livelli d'acqua nei canali di irrigazione o promiscui, invasati per fornire acqua a scopi irrigui, può compromettere i risultati degli interventi, in particolare l'attecchimento delle specie vegetali messe a dimora, che potrebbero soffrire della prolungata sommersione; occorre pertanto posizionare gli interventi tenendo conto dei livelli idrici e dei tempi di sommersione raggiunti (si veda a tal proposito il Par. 2.3.2, dove si forniscono elementi per il posizionamento delle opere in relazione ai livelli idrici);
- periodi prolungati di siccità possono d'altro

canto provocare la morte delle specie vegetali messe a dimora, nel caso in cui queste non siano state localizzate in modo che le radici possano raggiungere l'acqua (dalla falda superficiale o direttamente dal canale);

- l'eventuale aumento di scabrezza conseguente all'utilizzo di vegetazione in alveo deve essere attentamente considerato quando questa viene posta entro la sezione di deflusso; si veda a tal proposito il Par. 2.3.2;
- il reperimento dei materiali in loco, in particolare gli elementi vivi (talee, astoni, ecc.) richiede particolare attenzione, sia per garantire l'utilizzo di ecotipi locali, sia per limitare gli spostamenti dei mezzi meccanici che riforniscono il cantiere (diminuendo così costi, inquinamento, ecc.);
- il piano di manutenzione dell'opera è un elemento progettuale fondamentale da sviluppare con la dovuta cura, al fine di consentire sia il mantenimento della fascia vegetale e dei miglioramenti ambientali conseguiti, sia l'accesso al canale da parte del Consorzio (quando previsto dal progetto).

2.3.2 Criteri per la localizzazione, il dimensionamento e la verifica degli interventi

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione sintetica dei principali criteri progettuali di cui tener conto per la localizzazione e il dimensionamento delle opere di ingegneria naturalistica, in particolare:

Localizzazione

- criteri per il posizionamento delle opere di ingegneria naturalistica in funzione dei livelli idrici;
- criteri di scelta delle tipologie di copertura vegetale in base alla "zonizzazione della vegetazione potenziale".

Dimensionamento

- verifica della resistenza al trascinamento;
- verifica della funzionalità idraulica.

Per quanto riguarda la verifica della capacità di consolidamento si rimanda alle indicazioni specifiche fornite in riferimento ai singoli interventi.

a) Criteri per il posizionamento delle opere di ingegneria naturalistica in funzione dei livelli idrici¹²

Le tipologie di opere consigliate nel presente manuale utilizzano tutte specie vegetali vive come elemento strutturale (erbe, arbusti, alberi); occorre quindi prestare particolare attenzione al posizionamento dell'opera in funzione dei livelli idrici raggiunti nel canale, relativi alle diverse portate in alveo.

Un periodo di sommersione troppo prolungato, causato dal perdurare di alti livelli idrici per lunghi periodi di tempo (come accade nei canali irrigui o promiscui) e il posizionamento delle specie vegetali al di sotto di tali livelli, può infatti causare la morte delle specie messe a dimora; al contrario, il posizionamento delle radici delle piante a quote interessate raramente dall'acqua e in situazioni dove nemmeno la falda superficiale riesce ad alimentare le piante può causare la loro morte.

È quindi chiaro come la conoscenza del comportamento idraulico del canale e di conseguenza dei periodi e dei livelli idrici raggiunti dalle acque, è una necessità fondamentale per la buona riuscita dell'intervento in progetto.

Le opere di ingegneria naturalistica, in particolare nella loro componente viva, dovrebbero essere posizionate al di sopra del livello idrico medio raggiunto dalle acque (ad esempio quello che viene superato solo per una decina di giorni all'anno), così da evitare che si verifichi la sommersione consecutiva per più di una settimana.

b) Criteri di scelta delle tipologie di copertura vegetale in base alla "zonizzazione della vegetazione potenziale"¹³

Come ricordato al punto precedente, l'inserimento di materiali costruttivi vivi deve tener conto del superamento o meno di determinati livelli idrici dell'acqua e della durata delle diverse portate; sulla base di queste informazioni idrauliche è possibile dividere la sezione del corpo idrico in zone interessate da differenti profili bagnati, grazie ai quali si può stabilire quale vegetazione risulti potenzialmente idonea in quelle zone e quindi da scegliere per la messa a dimora (di-

¹² Principali fonti consultate: Sauli G. *et al.*, 2002 (Capitolo 15).

¹³ Principali fonti consultate: Provincia di Terni, 2003 (Capitolo 11).

retta o tramite l'utilizzo nelle opere di ingegneria naturalistica) (Figura 2.19).

I limiti vegetativi così individuati non devono essere considerati come confini precisi, ma si presentano in natura mescolati o, in alcuni casi, assenti, ove esista un'unica associazione vegetale che si sviluppa su tutte le zone; inoltre, il tipo di vegetazione può essere molto diverso sia in ambito regionale sia nelle diverse sezioni dei corpi idrici.

Tenendo conto di queste precisazioni è comunque possibile utilizzare la zonizzazione della vegetazione potenziale di Figura 2.19 come una guida concettuale per individuare le specie vegetali più idonee per le diverse porzioni di sponda, da cui derivano le seguenti considerazioni:

- nella zona di magra il popolamento ideale è composto dalle idrofite, specie vegetali acquatiche adattate a questa porzione di sezione;
- nella zona situata fra il livello di magra e quello medio (quella inferiore di alternanza del livello idrico), l'acqua agisce già in maniera intensa ed è possibile operare con i canneti (elofite). I getti e le foglie del canneto proteggono la sponda dalla corrente nella porzione compresa fra la superficie dell'acqua e il terreno spondale e ne smorzano l'energia, mentre le radici e i rizomi delle piante del canneto consolidano il terreno. I canneti prediligono situazioni soleggiate e devono quindi essere posizionati in aree non ombreggiate, prive di fasce riparie. La canna palustre (*Phragmites australis*) è la più nota pianta di protezione spondale e, fra quelle del gruppo che compongono il canneto, anche la migliore sui corsi d'acqua; si possono però usare anche altre specie, come *Carex* spp. *Typha* spp., e così via;
- nell'area posta sopra la linea della portata media estiva, vengono impiegati come protezione spondale viva il manto erboso e gli arbusti, per lo più salici e ontani;
- nella zona di alternanza del livello dell'acqua si impiegano invece di preferenza materiali vivi con capacità di ricaccio come, per esempio, i salici arbustivi, da utilizzarsi nell'ambito di opere di ingegneria naturalistica stabili e

combinare (es. palificata viva, palizzata viva, ecc.).

Gli arbusti posti sopra la linea di portata media permettono la riduzione della velocità della corrente nei pressi della scarpata e il consolidamento del terreno della zona spondale, attuato dal fitto apparato radicale degli arbusti che arrivano a diverse profondità.

In questa zona sono da prediligere piante legnose flessibili (arbusti), perché le piante legnose rigide e non elastiche ostacolano il deflusso della piena, causano vortici e spostamenti del filone della corrente e sono di frequente causa di franamenti spondali. La copertura vegetale di questa zona deve quindi essere oggetto di manutenzione ogni 5-8 anni, mentre il taglio di sgombero andrebbe eseguito a settori, affinché siano sempre presenti sufficienti getti protettivi ed elastici e la forma a cespuglio sia mantenuta.

Le piante adatte a tale porzione di sponda sono particolarmente idonee a essere impiegate nei progetti di sistemazione che si basano sull'ingegneria naturalistica in quanto:

- fra tutte le piante legnose, crescono più in profondità verso il fondo del letto;
- i salici, in particolare, originano radici secondarie, le cosiddette radici avventizie, e possono propagarsi per talee;
- molte di queste specie, ed in particolare i salici, possono essere mantenuti in forma arbustiva mediante un taglio periodico (governo a ceduo) e con ciò rinnovati;
- grazie all'elevata elasticità, essi stessi sono in grado di resistere a sollecitazioni estreme;
- queste specie possiedono un'elevata vitalità, energia di accrescimento, insensibilità ai danni e potere di rigenerazione.

c) Verifica della resistenza al trascinamento¹⁴

Usualmente, nella progettazione di interventi sui corsi d'acqua occorre considerare il problema della resistenza delle sponde agli sforzi tangenziali esercitati su di esse dal deflusso della piena di progetto.

¹⁴ Principali fonti consultate: Provincia di Terni, 2003 (Capitolo 6, Capitolo 11), Bischetti G.B. et al., 2008.

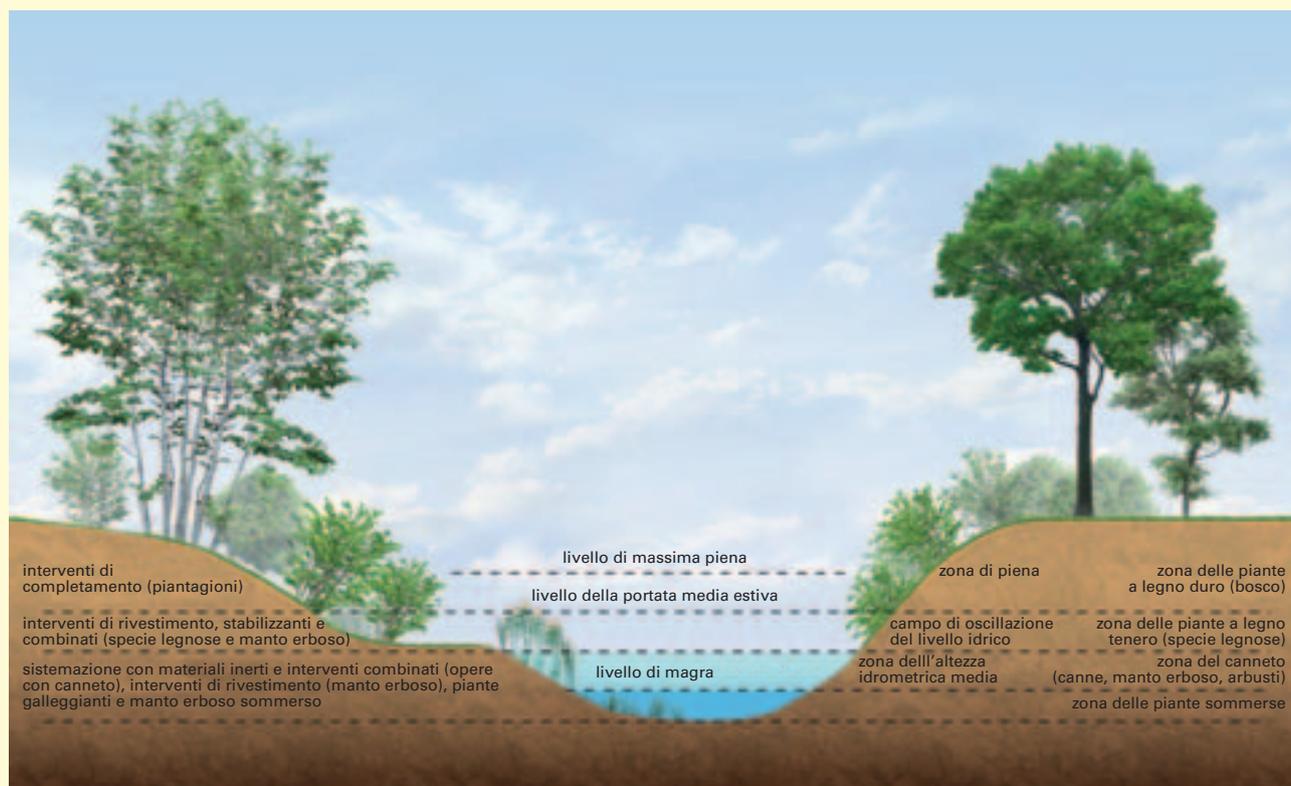


Figura 2.19 – Schema per la strutturazione del profilo di un corso d'acqua in zone idrauliche e zone di vegetazione potenziale e conseguente indicazione di massima delle tipologie di interventi di ingegneria naturalistica utilizzabili (Adattato da Provincia di Terni, 2003 - Capitolo 11, Figura 11.28).

In prima approssimazione lo sforzo tangenziale medio sulla sezione (t_0) si calcola come segue:

$$t_0 = \lambda * R * i$$

dove:

λ = peso specifico;

R = raggio idraulico;

i = inclinazione.

Lungo il perimetro della sezione, gli sforzi tangenziali in realtà variano rispetto a questo valore medio, con un andamento che dipende dalla forma della sezione stessa, come illustrato in Bischetti *et al.*, 2008.

Nel caso di estradosso di una curva occorre inoltre tener conto di un coefficiente correttivo K, che mette in relazione le tensioni tangenziali con la curvatura (le tensioni, infatti, aumentano nei tratti di asta in curva).

La formula in questo caso diventa:

$$t_w = K * \lambda * R * i$$

con K = coefficiente dipendente dal rapporto tra il raggio di curvatura e la larghezza del pelo libero dell'acqua, rappresentato in Figura 2.20.

Considerate le dimensioni caratteristiche dei canali di bonifica (escludendo quelli di maggiori dimensioni), il raggio idraulico assume valori nell'intervallo tra 0,5 e 1,5 m e la cadente energetica risulta essere tipicamente nell'ordine del 0,1% se non addirittura 0,01%; ne consegue che secondo la formula sopra esposta gli sforzi tangenziali medi raggiungono al massimo valori di 10÷20 N/m².

Confrontando questa stima con le resistenze massime offerte da alcune tipologie rappresentative di superficie e difese spondali (si veda Tabella 2.1), si può concludere che in genere nei canali di bonifica non è necessario prevedere opere di difesa dall'erosione delle sponde, se non in situazioni particolari come ad esempio sull'estradosso di curve molto accentuate, in caso di terreni a elevato contenuto di sabbia e bassa coesione o di sponde costruite attraverso il riporto di materiale, e così via.

In quest'ultimo caso, quando l'opera di difesa si rende necessaria, è doveroso eseguire una verifica della resistenza al trascinarsi delle opere, utilizzando la formula introdotta in prece-

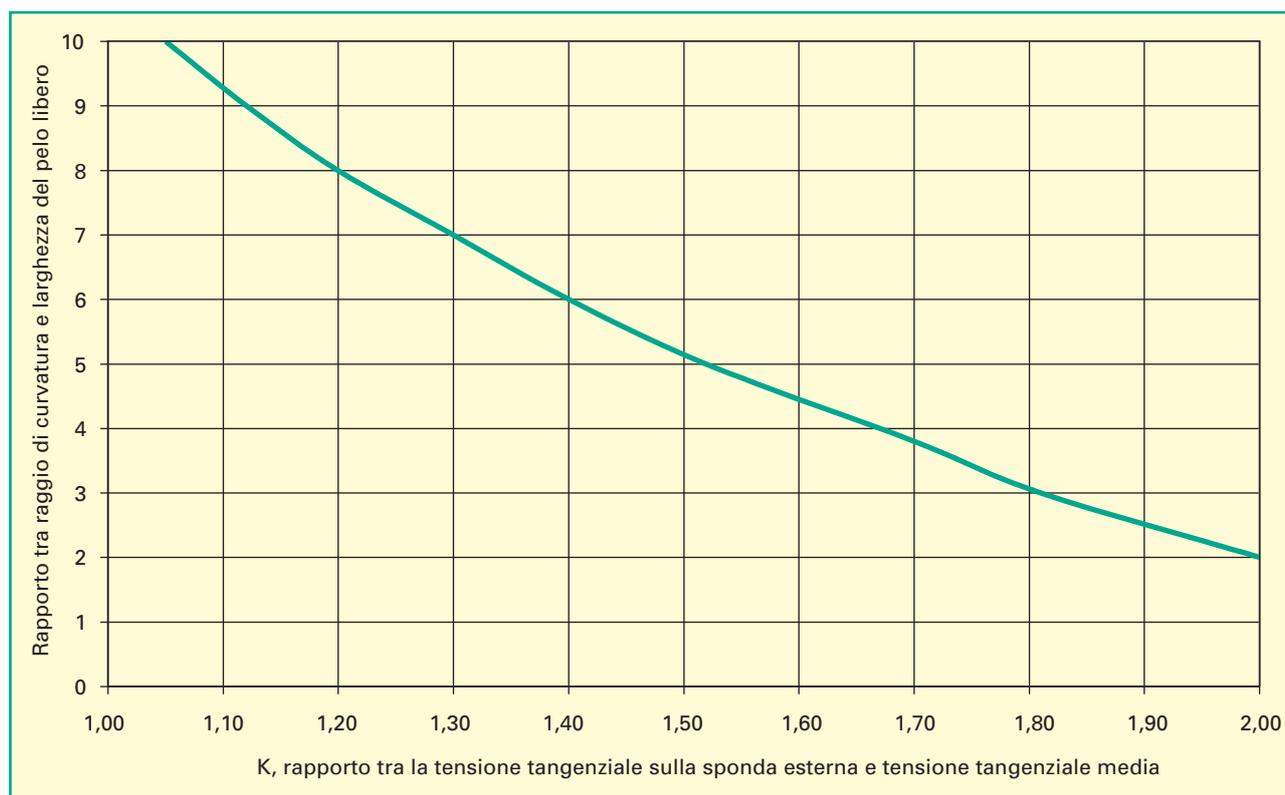


Figura 2.20 – Effetto della curvatura del corso d'acqua sulla tensione tangenziale agente sulla sponda esterna. (Adattato da Provincia di Terni, 2003, Capitolo 11, fig. 11.22).

denza e verificando che tale resistenza sia maggiore delle tensioni tangenziali medie agenti sulle opere (t_o):

$$t_r > t_o$$

Nella progettazione delle opere vive **occorre inoltre considerare due situazioni:**

- la resistenza dell'opera di ingegneria naturalistica **a fine lavori**, con le piante non sviluppate e quindi non in grado di fornire il contributo della parte viva alla resistenza della struttura;
- la resistenza dell'opera di ingegneria naturalistica **dopo tre periodi vegetativi**, con le piante sviluppate sia nell'apparato radicale sia nella parte aerea, in grado di fornire il contributo della parte viva alla resistenza della struttura. Il valore di tre periodi vegetativi è un dato

medio: in situazioni estreme, ad esempio in zone a forte siccità, può essere aumentato.

Per quanto riguarda i valori della massima resistenza al trascinarsi delle opere di ingegneria naturalistica si può fare riferimento, come già ricordato, ai valori riportati in Tabella 2.1. Le opere di ingegneria naturalistica sono spesso costituite da materiali vivi e morti e i fenomeni che si instaurano durante l'evento di progetto sono complessi e difficilmente modellizzabili. Per tali ragioni solitamente si fa riferimento a valori delle tensioni tangenziali individuati sperimentalmente in campo su diverse tipologie di opere. I valori reperibili nella letteratura, tuttavia, devono essere considerati indicativi e utilizzati con estrema cautela; frequentemente, infatti, essi derivano da osservazioni effettuate in campo in condizioni sperimentali difficili, che rendono problematico fornire dati certi e precisi.

Tabella 2.1 – Riassunto dei diversi valori di scabrezza, per le principali tecniche d'ingegneria naturalistica e per i materiali impiegati. (Adattato da Provincia di Terni, 2003, Capitolo 11, tab 11.11)

Tipologie	Autore	Fine lavori T (N/m ²)	1° periodo vegetativo T (N/m ²)	2° periodo vegetativo T (N/m ²)	3° periodo vegetativo T (N/m ²)
Cotico erboso	Florineth (1992)		30	30	30
Talee	Calò - Palmieri (1996)	10	20	60	60
Copertura diffusa	Di Fidio (1995)	50	150	300	300
Palificata viva spondale	Calò - Palmieri (1996)	500	600	600	600

d) Verifica della funzionalità idraulica

La verifica idraulica si rende necessaria al fine di valutare la funzionalità del canale in seguito all'introduzione e alla crescita di vegetazione all'interno della sezione; tale verifica dovrebbe essere effettuata a fine lavori e dopo 3 anni, per tener conto della crescita della vegetazione.

Si rimanda a tal fine alla [SCHEDA R1](#) al [CAP. 1](#).

2.4 STIMA DEGLI EFFETTI AMBIENTALI¹⁵

Nel caso in cui la strategia prescelta per affrontare un problema di dissesto spondale preveda di definire una fascia di mobilità morfologica (come proposto nella [SCHEDA D1](#)), gli effetti ambientali che possono essere raggiunti divengono estremamente elevati, in particolare:

- sviluppo/mantenimento/incremento di dinamiche evolutive ecologiche e creazione di habitat come conseguenza della maggior mobilità;
- miglioramento dello stato della vegetazione spondale e acquatica;
- evoluzione positiva dello stato delle comunità faunistiche (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi, ecc.);
- miglioramento paesaggistico.

Se invece l'approccio prescelto prevede l'uso delle tecniche di ingegneria naturalistica "viva" per il consolidamento spondale, gli effetti ambientali indotti potranno essere comunque positivi seppur minori rispetto a quelli relativi al caso precedente, in particolare:

- miglioramento dello stato della vegetazione spondale e delle rive;
- creazione di microhabitat lungo la sponda;
- miglioramento dello stato delle comunità faunistiche (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi, ecc.);
- miglioramento paesaggistico.

Gli interventi di ingegneria naturalistica "viva" selezionati nel presente manuale possono migliorare la complessità dell'alveo, inducendo in tal modo un aumento locale (puntuale) e generalizzato (lungo l'intera sezione) della scabrezza idraulica. Ciò consente, al contempo, la creazione di condizioni fisiche (substrato e copertura dell'area bagnata) e idrauliche (velocità e livelli idrometrici della corrente) variabili lungo la direzione longitudinale e trasversale, in alcuni casi con effetti dipendenti dall'entità del deflusso; tali variazioni simulano l'assetto dei corsi d'acqua naturali, ricreando in tal modo habitat acquatici potenzialmente più idonei per la colonizzazione e il mantenimento delle specie acquatiche.

¹⁵ Principali fonti consultate: Bischetti G.B. *et al.*, 2008 (Capitolo 4.3).

2.5 PROMEMORIA SINTETICO PER LA REALIZZAZIONE E LA MANUTENZIONE DEGLI INTERVENTI

Il presente paragrafo sintetizza le indicazioni che occorre seguire in fase di realizzazione e manutenzione degli interventi proposti nel capitolo in oggetto, affinché si possano valorizzare al massimo le funzioni ambientali dei canali, in particolare con riferimento a¹⁶:

- risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una "fascia di mobilità" del canale;
- e, nell'ambito degli interventi di ingegneria naturalistica "viva":
- inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice;
 - copertura diffusa con astoni di salice;
 - palizzata rinverdata;
 - palificata semplice rinverdata con palo frontale verticale;
 - palificata doppia rinverdata.

(a) Risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una "fascia di mobilità" del canale

Realizzazione

- **Prendere a modello i corsi d'acqua naturali**
 - creare un alveo sinuoso e non rettilineo, con sponde e fondo dalle forme irregolari;
 - permettere lo sviluppo di vegetazione in alveo (specie palustri) e sulle sponde (alberi e arbusti).
- **Creare una sponda facilmente colonizzabile dalla vegetazione**
 - ridurre la pendenza della sponda, senza cambiare la posizione del suo piede;
 - recuperare e conservare la vegetazione presente, da reimpiantare al termine dei lavori;
 - recuperare e conservare lo strato di suolo fertile e riutilizzarlo al termine dei lavori;
 - distribuire il suolo fertile su tutta la superficie o in determinate aree per favorire specifici impianti vegetali.

Manutenzione

- **Eseguire una gestione della vegetazione a bassa intensità**
 - creare un canale di corrente centrale nell'alveo di magra, bordato da macchie di vegetazione acquatica (canneto);
 - ridurre al minimo la manutenzione delle golene, al fine di preservare gli habitat creati.
- **Consentire lo sviluppo dei processi di diversificazione morfologica dell'alveo tipici di un corso d'acqua naturale**
 - lasciar esprimere la mobilità morfologica potenziale all'interno di una fascia di terreno prefissata;
 - non regolarizzare alveo, sponde e golene con le operazioni di manutenzione.

(b) Ingegneria naturalistica "viva"

Realizzazione

- **Selezionare la tecnica in base agli obiettivi stabiliti e alla tipologia di canale**
 - inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice
 - **obiettivo:** controllo dell'erosione superficiale; protezione addizionale in combinazione con altre tecniche; consolidamento del suolo in profondità se utilizzato insieme alla talea di salice. Inefficace come unica tecnica contro erosioni severe e per affrontare erosioni al piede;
 - **localizzazione:** utilizzo preferibile lungo i canali di scolo; evitarne l'uso nei canali irrigui o promiscui, a meno che talee e specie erbacee non siano posizionate al di sopra del livello di massimo invaso.
 - copertura diffusa con astoni di salice
 - **obiettivo:** controllo dell'erosione superficiale e profonda; protezione particolarmente efficace della superficie delle scarpate spondali minacciate dall'acqua corrente e dal moto ondoso;
 - **localizzazione:** utilizzo preferibile lungo i canali di scolo; evitarne l'uso nei canali irrigui o promiscui.

¹⁶ Sintesi di quanto descritto compiutamente nel presente Capitolo.

- palizzata rinverdita; palificata semplice rinverdita con palo frontale verticale; palificata doppia rinverdita
 - *obiettivo*: consolidamento superficiale di microfrane e cedimenti; salvaguardia del piede di sponda e protezione dall'erosione della sponda stessa;
 - *localizzazione*: utilizzo consentito lungo i canali di scolo, irrigui e promiscui, avendo l'accortezza di posizionare le talee e le specie vegetali messe a dimora in modo che non subiscano una sommersione prolungata degli apparati radicali ed epigei.
- **Scegliere il momento della realizzazione in funzione del periodo vegetativo delle specie vegetali**
 - inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice
 - semina effettuata preferibilmente durante il periodo di ripresa della vegetazione; sono da evitare i periodi di gelo invernale e aridità estiva;
 - messa a dimora delle talee nel periodo di riposo vegetativo, per garantire la ripresa ottimale e la crescita dell'arbutto/pianta.
 - copertura diffusa con astoni di salice
 - messa a dimora degli astoni nel periodo di riposo vegetativo, per garantire la ripresa ottimale e la crescita dell'arbutto/pianta.
 - palizzata rinverdita; palificata semplice rinverdita con palo frontale verticale; palificata doppia rinverdita
 - periodo ideale per la realizzazione dell'opera è quello del riposo vegetativo delle piante.

Manutenzione

- **Eseguire una gestione della vegetazione che coniughi esigenze idrauliche, strutturali e ambientali**
 - inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice
 - *inerbimento*: verifica iniziale dell'attecchimento ed eventuale risemina dove non ha attecchito; sfalcio della superficie inerbita tendenzialmente da evitarsi per scongiurare danni alla georete e alle talee e, in ogni caso, ridurre la manutenzione al minimo;
 - *talee di salice*: verifica iniziale dell'attecchimento; in seguito, taglio selettivo ogni 6/7 anni, preferibilmente per tratti discontinui non eccessivamente lunghi o in turni alterni sulle sponde; gestione straordinaria con taglio dei soli esemplari instabili e a rischio di crollo.
 - copertura diffusa con astoni di salice
 - potatura o diradamento selettivo per mantenere l'elasticità delle piante e ottenere nuovo materiale di propagazione, da eseguirsi tra novembre e marzo mediante taglio degli astoni al di sopra del livello del suolo; eventuale taglio dell'intero soprassuolo ogni 3/4 anni oppure a strisce annuali; dove la crescita dei salici non impedisca il deflusso, la fascia vegetata può essere trattata a ceduo con tagli ogni 7/10 anni.
 - palizzata rinverdita; palificata semplice rinverdita con palo frontale verticale; palificata doppia rinverdita
 - eseguire controlli periodici della struttura per verificare la presenza di rotture, cedimenti, svuotamenti, scalzamenti, ecc., almeno durante il primo anno dopo la realizzazione; taglio della vegetazione ogni 5-7 anni (o anche meno) se le simulazioni idrauliche indicano tale necessità; solo taglio degli individui deperienti se il rischio idraulico è minimo.

2.6 INDICAZIONI DI MASSIMA PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI

Il presente paragrafo schematizza gli aspetti tecnici, ambientali e socio-economici che occorre monitorare per valutare la riuscita degli interventi di riqualificazione ambientale dei canali proposti nel presente capitolo.

- **Aspetti tecnici**

- Tasso di (eventuale) arretramento della sponda e rispetto della fascia di mobilità designata (solo per l'intervento *"Risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una "fascia di mobilità" del canale"*, **SCHEDA D1**)
- Consolidamento della sponda
- Livelli idrometrici e portata in alveo, in magra e durante eventi di piena
- Qualità chimico-fisica delle acque

- **Aspetti ambientali (alveo e sponda)**

- Evoluzione topografica e sviluppo/mantenimento/incremento di dinamiche evolutive morfologiche (solo per l'intervento *"Risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una "fascia di mobilità" del canale"*, **SCHEDA D1**)
- Evoluzione degli habitat presenti nel canale
- Evoluzione della vegetazione presente nel canale
- Fauna (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi, ecc.)

- **Aspetti socio-economici**

- Costi per la manutenzione del canale (sponda e alveo) e confronto con la situazione *ante operam* (sfalci, ripresa frane, ecc.)
- Rapporto con i frontisti
- Grado di apprezzamento da parte della cittadinanza

3

MIGLIORAMENTO
DELLA QUALITÀ
DELL'ACQUA



INDICE

3.1	Approccio generale	pag. 155
3.2	Tipologie di intervento.....	» 155
	SCHEDA Q1 - Controllo dell'inquinamento diffuso mediante utilizzo di fasce tampone boscate.....	» 156
	SCHEDA Q2 - Interventi di riqualificazione morfologica finalizzati all'incremento della capacità autodepurativa dei canali	» 165
	SCHEDA Q3 - Creazione di zone umide in alveo.....	» 171
	SCHEDA Q4 - Creazione di zone umide fuori alveo.....	» 183
	SCHEDA Q5 - Creazione di trappole per sedimenti	» 234
	SCHEDA Q6 - Gestione conservativa della vegetazione acquatica	» 239
3.3	Promemoria sintetico per la realizzazione e la manutenzione degli interventi.....	» 240
3.4	Indicazioni di massima per il monitoraggio degli effetti.....	» 242

SECONDA EDIZIONE 2020

Autore

Marco Monaci

Con la collaborazione di

(per le schede "Esempi realizzati")

Consorzio di bonifica Acque Risorgive

Paolo Cornelio

Matteo Busolin

Stefano Raimondi

Consorzio di bonifica Adige Euganeo

Giuseppe Gasparetto Stori

Alberto Modena

Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta

Silvia Tizian

Consorzio di bonifica Brenta

Massimo Fabris

Emiliano Maddalon

Samuele Pia

Giancarlo Trentin

Consorzio di bonifica Piave

Eros Borsato

Stefano Gianni

Luigino Pretto

Consorzio di bonifica Veneto Orientale

Giacomo Bortolussi

Graziano Paulon

Giampaolo Rossi

Consorzio di bonifica Veronese

Andrea Ferrari

Consorzio di bonifica Adige Po

Chiara Costantini

Elena Pacchin

Giovanni Veronese

Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale

Aronne Ruffini

Consorzio della bonifica Burana

Carla Zampighi

PRIMA EDIZIONE 2011

Autori

Marco Monaci

Fabio Masi

Bruno Boz

3 Miglioramento della qualità dell'acqua

3.1 APPROCCIO GENERALE

Le acque dei canali manifestano spesso problemi di qualità che possono causare danni all'ecosistema e alle aziende agricole che le utilizzano per l'irrigazione, oltre che disagi alla fruizione del sistema idrico consortile.

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.

Una strategia utile per il miglioramento della qualità delle acque richiede perciò 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, e così via.

3.2 TIPOLOGIE DI INTERVENTO

Esistono una molteplicità di azioni che permettono il recupero della capacità depurativa dei canali e delle fasce limitrofe, tra cui in questa sede si segnala in particolare:

- controllo dell'inquinamento diffuso mediante l'utilizzo di Fasce Tampone Boscate (FTB);
- interventi di riqualificazione morfologica finalizzati all'incremento della capacità autodepurativa dei canali;
- creazione di zone umide in alveo;
- creazione di zone umide fuori alveo;
- creazione di trappole per sedimenti;
- gestione conservativa della vegetazione acquatica.

Nel paragrafi seguenti si forniscono indicazioni tecniche per la realizzazione degli interventi proposti, allo scopo di inquadrare, senza la pretesa di essere esaustivi vista la complessità della materia, gli aspetti principali di cui tener conto in fase di pianificazione e progettazione di tali interventi.

SCHEDA Q1 Controllo dell'inquinamento diffuso mediante l'utilizzo di fasce tampone boscate¹⁷

a) Descrizione

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 (Figura 3.1).

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).

Nelle FTB avvengono processi combinati di degradazione degli inquinanti, quali:

- assimilazione e immagazzinamento da parte della vegetazione e della comunità microbica;
- ritenzione (sedimentazione, adsorbimento) del sedimento e degli inquinanti a esso adsorbiti;
- processi di trasformazione di sostanze da parte della comunità microbica dei suoli (la

vegetazione svolge prioritariamente un ruolo di sostegno alla loro attività metabolica).

In particolare, nel caso dell'azoto, l'effetto filtro è legato a:

- assorbimento radicale (*plant uptake*) delle sostanze azotate da parte della vegetazione;
- assorbimento da parte delle comunità microbiche dei suoli;
- processo di *denitrificazione* biologico svolto dai batteri denitrificanti che si trovano nei suoli.

Nel primo caso, la rimozione dal sistema dell'azoto assorbito per *uptake* può avvenire solo nel momento in cui gli alberi e gli arbusti che compongono la fascia sono rimossi; nel caso delle FTB associate a un utilizzo produttivo, questa operazione avviene generalmente con cadenza pluriennale. La denitrificazione invece costituisce un processo di rimozione definitiva.

Condizione necessaria perché i processi descritti avvengano è che i nutrienti, veicolati dai deflussi superficiali o sub-superficiali (Figura 3.1) o per risalita della falda, attraversino questi sistemi: 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*).

b) Schema progettuale

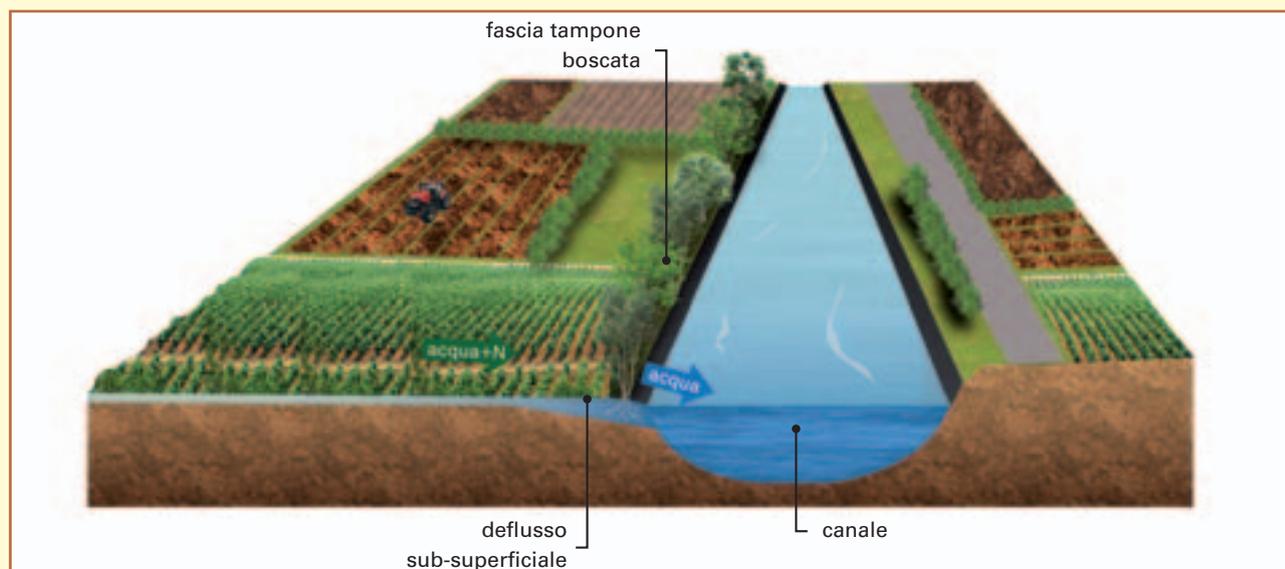


Figura 3.1 – Schema progettuale di una fascia tampone per il trattamento dei carichi di azoto (N) veicolati tramite deflusso sub-superficiale.

¹⁷ Principali fonti consultate: Iridra, 2003; Conte G. *et al.*, 2005; Gumiero B. *et al.*, 2008; Gumiero B. *et al.*, 2010.

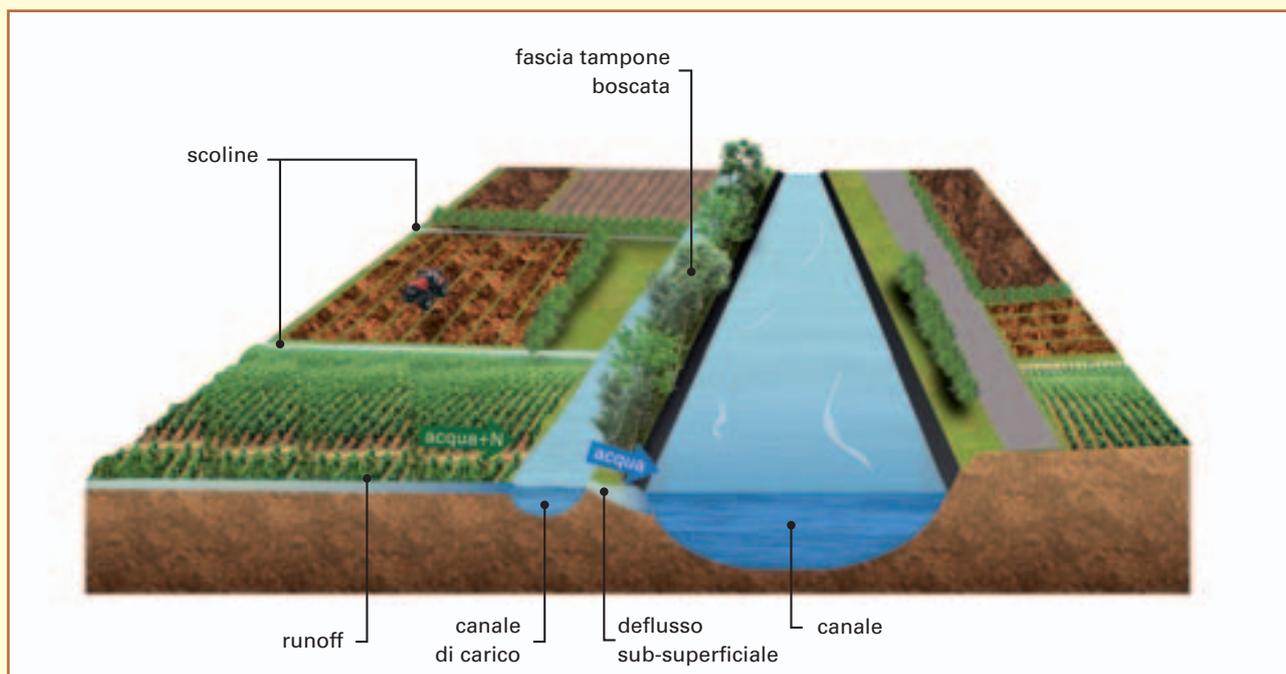


Figura 3.2 – Schema progettuale di una fascia tampone con canale di carico per il trattamento dei carichi di azoto (N) e fosforo (P) veicolati tramite deflusso sub-superficiale e runoff.

c) Criteri di progettazione

Le modalità di messa a dimora delle FTB funzionali alla massimizzazione del rendimento depurativo dipendono dall'inquinante che si vuole intercettare (azoto o fosforo) e dalle modalità con cui viene veicolato (superficiale, sub-superficiale o per risalita della falda); sono state a tal proposito sviluppate due **tipologie principali di intervento**:

- Fascia tampone "classica";
- Fascia tampone con canale di carico.

a) Fascia tampone "classica"

Se l'inquinante di riferimento è quasi esclusivamente azoto (N), è necessario posizionare i filari arborei in modo che gli apparati radicali intercettino l'acqua carica di nutriente che scorre con flusso sub-superficiale (Figura 3.1).

In presenza di situazioni che non permettono il generarsi di deflussi sub-superficiali nell'area potenzialmente interessata dagli apparati radicali delle piante (rizosfera), come nel caso di canali arginati, presenza di drenaggio tubulare, suolo impermeabile, pendenze dirette verso altre direzioni ecc., tale tipologia di fascia perde la sua utilità in termini di capacità depurativa.

Se ai carichi di azoto veicolati per via sub-superficiale si aggiungono significativi fenomeni di

trasporto di azoto, fosforo, solidi sospesi e pesticidi trasportati tramite ruscellamento superficiale (*runoff*), è necessario prevedere una struttura composita, costituita da una fascia erbacea posta a fianco del filare alberato, in modo che lo strato erbaceo possa intercettare e rallentare i deflussi prima che questi giungano alla fascia arborea; questa soluzione riduce la formazione di vie preferenziali, che porterebbero le acque cariche di inquinanti direttamente nel canale eludendo la fascia alberata, e favorisce i processi di sedimentazione, trasformazione e adsorbimento.

In molti casi questa fascia erbacea è fatta coincidere con la pista di passaggio dei mezzi di manutenzione consortili.

b) Fascia tampone con canale di carico

Per migliorare l'effetto di rimozione degli inquinanti trasportati tramite *runoff* (su cui le fasce tampone arboree sono scarsamente efficaci, in particolare nel caso di eventi meteorici intensi), è possibile prevedere strutture progettuali più complesse: tipico esempio è quello della creazione, fra l'area coltivata e i filari arboreo-arbustivi, di scoline parallele al canale che intercettino i deflussi superficiali (canale di carico), andando a costituire un sistema integrato di *fitodepurazione-fascia tampone* (Figura 3.2). La scolina, che

viene rapidamente colonizzata da vegetazione acquatica, svolge infatti la funzione di sedimentazione (deposito e accumulo di solidi sospesi e fosforo) e fitodepurazione, mentre la fascia tampone interviene sulle acque che dalla scolina filtrano verso di essa per via sub-superficiale. Tale soluzione può essere molto conveniente anche nel caso in cui il canale di carico funga da collettore delle acque provenienti dalla scoline poste a pieno campo, con portate in genere ridotte ma con concentrazioni di inquinanti molto elevate. A prescindere dalla tipologia di FTB, è necessario seguire i seguenti **criteri generali di progettazione**:

- a parità di superficie da destinare alle FTB, è preferibile puntare a **massimizzare l'estensione lineare di tali sistemi piuttosto che la loro ampiezza**: filari stretti (mono o bifilari) interessati da acque con concentrazioni di inquinanti tipiche delle aree agricole, consentono di raggiungere percentuali di abbattimento comparabili con quelle ottenibili con sistemi plurifilari;
- non esistono chiare evidenze di una correlazione fra le specie vegetali utilizzate e l'efficienza depurativa; in ogni caso, nella **progettazione forestale** è opportuno avanzare qualche considerazione sulla possibile capacità di sviluppo degli apparati radicali rispetto alla profondità della falda e/o dei deflussi da intercettare. Nel caso di sistemi tampone ideati per la riduzione dell'azoto, sarebbe inoltre preferibile evitare l'inserimento di specie azoto-fissatrici (ad esempio le leguminose, gli ontani, ecc.); tuttavia il ricorso a queste specie non va escluso a priori, considerando che il processo di azoto-fissazione si attiva solo in carenza di questo elemento;
- qualora vi sia la possibilità di **gestire l'altezza dei deflussi** veicolati attraverso le FTB (ad esempio regolando le pendenze del terreno nella fascia compresa fra il canale di carico ed il corso d'acqua), è auspicabile mantenere tali deflussi negli orizzonti di suolo più superficiali (1 m di profondità), dove la maggiore disponibilità di carbonio, unita alla maggiore ricchezza sia in termini di biomassa che di di-

versità microbica, garantiscono generalmente riduzioni degli inquinanti decisamente più elevate;

- l'effetto tampone viene incrementato effettuando **periodiche operazioni di taglio e asporto della vegetazione** (rimozione dal sistema dei nutrienti prima che essi rientrano in ciclo e stimolo a una maggiore attività di *uptake* durante la fase di ricrescita della pianta). Per questo motivo le fasce tampone ben si prestano a una progettazione che consideri anche altri usi, quale ad esempio quello produttivo legato alla creazione di biomassa a servizio di una eventuale filiera legno-energia.

Per una **stima degli effetti depurativi** conseguibili con un progetto di realizzazione di FTB, è necessario considerare le seguenti voci di bilancio:

- **Input** di nutrienti in ingresso al sistema¹⁸, dato dalla somma di:
 - immissione di azoto e fosforo dalle aree agricole limitrofe tramite deflussi superficiali o sub-superficiali verso le FTB (escludendo quindi le perdite per lisciviazione profonda);
 - eventuali immissioni di azoto e fosforo disciolti che giungono a contatto con la rizosfera dei sistemi di FTB per risalita o presenza stabile di una falda superficiale;
 - eventuale apporto di nutrienti da parte del corso d'acqua durante fasi di allagamento delle fasce tampone¹⁹.
- **Efficacia di rimozione delle FTB**, diversa per ciascun tipo di nutriente, per tipo di suolo, per clima, per tipo di vegetazione presente ed espressa in genere come percentuale media di abbattimento all'anno in funzione delle quantità di nutrienti in entrata.
- **Output** di nutrienti dal sistema, dipendente dall'efficacia di rimozione delle FTB nei confronti degli input di nutrienti, calcolato al netto delle perdite (lisciviazione, evapotraspirazione) e degli apporti (precipitazione) che avvengono direttamente all'interno del sistema tampone.

¹⁸ Si possono considerare trascurabili gli apporti diretti di azoto per via meteorica.

¹⁹ Apporto generalmente non considerato nelle fasce tampone classiche poste sulle sponde dei canali.

Per poter quantificare a livello progettuale tali voci sono possibili diversi approcci così sintetizzabili:

- ricorso a **modelli matematici** adeguatamente tarati e validati in grado di simulare l'intero processo sopra descritto.
Fra questi si segnala in particolare il modello REMM²⁰ (Riparian Ecosystem Management Model), sviluppato dallo United States Department of Agriculture (USDA), il quale ha il vantaggio di riuscire a quantificare (con alcune limitazioni) per azoto, fosforo, pesticidi e fitofarmaci tutte le voci di bilancio sopra descritte (stima degli apporti alla FTB, rimozione e calcolo dei flussi di massa in uscita). Tra gli svantaggi del modello si segnala la difficoltà di applicazione legata al numero molto elevato di parametri che occorre inserire e la sua applicabilità su scale spaziali ridotte (centinaia di metri). La sua applicazione può risultare idonea, ad esempio, in situazioni in cui è disponibile un sito sperimentale adeguatamente monitorato e rappresentativo di ampie porzioni di bacini o sottobacini. I risultati così ottenuti possono in seguito venire esportati a scala più ampia²¹;
- utilizzo di un **approccio semplificato** e di maggiore facilità applicativa.

In questo caso, per la stima degli input di nutrienti si utilizzano i dati (in genere già rinvenibili nell'ambito degli studi a supporto delle pianificazioni di bacino) derivanti dall'applicazione di

modelli agronomici in grado di stimare i rilasci di nutrienti da diverse tipologie di colture agrarie per tipo di deflusso (ad esempio perdite per *runoff*, deflussi sub-superficiali o per lisciviazione profonda).

Raccolti questi dati, è necessario eseguire una stima della porzione di deflussi intercettabile dalle FTB in progetto, in base a dati quali, ad esempio, lunghezza di FTB rispetto alla superficie agraria, possibile ubicazione anche in considerazione delle caratteristiche agronomiche delle aree interessate, tipologia di FTB, presenza o meno del canale di carico, e così via.

La stima degli effetti depurativi è effettuata sulla quota parte di carico intercettata dalle FTB, determinata al punto precedente, applicando una percentuale di rimozione in funzione dell'efficienza di questi sistemi per diverse tipologie di inquinanti. Da un'ampia analisi dei risultati di letteratura esistenti, le percentuali di rimozione dell'azoto sono generalmente elevate, superiori al 70% di azoto totale (Haycock, 1997; Pinay, 1992; Burt, 1997; Gumiero, 2008). Per quanto riguarda la rimozione del fosforo totale, dall'analisi della letteratura internazionale emergono valori con oscillazioni molto ampie, compresi tra il 30 e il 70% e con punte superiori al 90% (solo nei casi di scoline di carico che funzionino da trappole dei sedimenti) (Uusi-Kämpä *et al.*, 1997). Il prodotto di tali considerazioni può essere sintetizzato come riportato nell'esempio di Tabella 3.1 (Provincia di Bologna, 2009).

Tabella 3.1 – Esempio di rappresentazione di informazioni quali dimensione, capacità di intercettazione ed efficacia di rimozione previste per diverse tipologie di fasce tampone boscate in relazione a differenti situazioni territoriali, tratto da Provincia di Bologna, 2009.

Descrizione	Dimensione	Capacità di intercettazione	Efficacia di rimozione delle FTB in relazione alla quota di carico intercettata	
	m/ha	%	N (%)	P (%)
AREA DI BONIFICA - fascia monofilare semplice	50	80	80	30
AREA DI BONIFICA - fascia monofilare con scolina di carico	50	60	80	90
AREA DI BONIFICA - 60% fascia monofilare con scolina di carico 40% fascia monofilare semplice	50	68	80	66
AREA DI COLLINA - fascia monofilare semplice	80	90	60	30

²⁰ Per la descrizione generale del modello si rimanda a Lowrance *et al.* (2000). Per quanto riguarda invece gli algoritmi di calcolo, una loro descrizione è disponibile nella documentazione tecnica a supporto del modello (Altier *et al.*, 2002). Per informazioni relative alle singole componenti è possibile trovare informazioni in Inamdar *et al.* (1999a,b). Per tutte le informazioni si veda anche il sito <http://cpes.peachnet.edu/remmwww/> sviluppato da USDA.

²¹ Nella Regione Veneto un esempio applicativo è in corso nell'ambito dell'attività sperimentale del sito Nicolas all'interno dell'Azienda Diana di Veneto Agricoltura.

d) Indicazioni per l'esecuzione

Si rimanda al CAP. 4 per gli aspetti forestali di messa a dimora delle specie vegetali arbo-reo-arbustive, con particolare riferimento alla SCHEDE F1.

e) Effetti ambientali

In Tabella 3.2 si riporta un confronto qualitativo tra diverse tipologie di fasce boscate, che mostra come le FTB possiedano caratteristiche di multifunzionalità elevate rispetto ad altre tipologie di impianto, che possono essere massimizzate in modo differenziato a seconda delle necessità. Le FTB, oltre agli effetti generati sulla qualità dell'acqua dei canali, possono infatti indurre notevoli benefici ambientali legati alle funzioni svolte dalle fasce riparie; vista la sostanziale indipendenza dell'effetto depurativo dal tipo di vegetazione prescelta, è però opportuno, in fase di progettazione, chiarire se la fascia boscata deve essere progettata cercando di massimizzare gli effetti depurativi e ambientali oppure se l'interesse prevalente riguarda, oltre ovviamente a quello depurativo, gli aspetti produttivi; questi possono infatti richiedere una manutenzione e un taglio completo più frequenti rispetto a una fascia progettata con funzioni prettamente naturalistiche, diminuendo quindi (ma non annullando) gli effetti positivi sull'ecosistema.

f) Manutenzione²²

Per la manutenzione delle FTB classiche (Figura 3.1), si rimanda al CAP. 4, ove sono riportate le usuali pratiche forestali di manutenzione delle fasce riparie poste sul ciglio di sponda.

Se la fascia tampone è invece del tipo con canale di carico (Figura 3.2), la manutenzione necessaria richiede di tener conto di alcune prassi speciali, in particolare:

- rimozione, nel periodo estivo, della vegetazione acquatica e degli accumuli di sedimenti nei canali di carico;
- potature per il contenimento della vegetazione a ridosso del canale di carico, con successiva trinciatura delle ramaglie (Figura 3.4). La potatura può essere eseguita sia manualmente che mediante l'utilizzo di barre di taglio meccaniche da applicare a un trattore;
- passaggio con scavafossi (Figura 3.5) e ripristino degli argini del canale di carico; la manutenzione di queste canalette può essere effettuata con una frequenza biennale.

g) Voci di costo

Si rimanda al CAP. 4.

h) Esempi realizzati

Si riportano di seguito esempi realizzati sul territorio regionale, oltre che alcuni esempi specifici eseguiti in Emilia-Romagna e non reperibili in Regione Veneto.

Tabella 3.2 – Comparazione tra le funzioni potenziali delle FTB e quelle di altre colture legnose forestali.

	Legno da lavoro	Legno-energia	Depurazione	Paesaggio	Biodiversità	Ricreazione
FTB	+	+++	+++	++	++	++
SRF	o	+++	+(1)	+	+	+
Bosco planiziale	++	++	+(1)	+++	+++	+++
ADL	+++	+	+(1)	++	++	+

Legenda: o = non efficace; + = poco efficace; ++ = efficace; +++ = molto efficace; (1) = efficace solo se idraulicamente connessa a un corso d'acqua

²² Si Principali fonti consultate: Gumiero *et al.*, 2010, scaricabile da http://www.bonificadesesile.net/cms/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=59&Itemid=87.

Anagrafica	Titolo progetto	<p>Titolo originale progetto: Ristrutturazione rete di bonifica dell'area centrale e del medio corso dei Fiumi Dese e Zero nei Comuni di Scorzè, Zero Branco, Trebaseleghe, Piombino Dese e Mogliano Veneto e tributaria dei corsi d'acqua consortili: Piovega di Cappella, scolo Desolino, Rio San Martino, Piovega di Scandolara, Rio S. Ambrogio, Piovega di Levada e Piovega di Tre Comuni, Fossa Storta e Zermason.</p> <p>Azione: Messa a dimora di fasce tampone arboree e creazione di aree golenali boscate.</p>		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Zero Branco (Treviso) – Scorzè (Venezia) – Trebaseleghe (Padova)		
	Corso d'acqua	Piovega di Scandolara, Scolo Desolino e Scolo Galesello, Rio Sant'Ambrogio		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	<p>Piovega di Scandolara I: 45°36'48.48"N 12°5'38.50"E F: 45°36'12.07"N 12°6'41.11"E</p> <p>Scolo Desolino e Scolo Galesello I: 45°36'12.02"N 12°6'43.85"E F: 45°34'10.58"N 12°8'26.43"E</p> <p>Rio Sant'Ambrogio I: 45°35'54.28"N 12°5'1.20"E F: 45°35'2.35"N 12°6'11.15"E</p>	<p>Lunghezza (m) Estensione (mq)</p>	<p>Piovega di Scandolara 1.500 m di fasce boscate 14.400 mq</p> <p>Scolo Desolino e Scolo Galesello 4.220 m di fasce boscate 3,7 ettari</p> <p>Rio Sant'Ambrogio 1.500 m di fasce boscate 16.500 mq</p>
	Anno esecuzione	2008	Costo	€ 4.130.000 (per l'intero Lotto)
Informazioni tecniche	Note (pro/contro, problemi)	<p>Il progetto qui illustrato è riportato anche nel CAPITOLO 1 in relazione alla SCHEDA R1 "Ampliamento di tipo naturaliforme dei canali" e nel CAPITOLO 2 in relazione alla SCHEDA D1 "Risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una "fascia di mobilità" del canale".</p> <p><u>Nella presente sezione del CAPITOLO 3 si focalizza invece l'attenzione sull'intervento di "Messa a dimora di fasce tampone arboree e creazione di aree golenali boscate".</u></p> <p>L'accuratezza negli interventi di potatura dei primi anni, e quindi la formazione del personale, è fondamentale per non compromettere la salute e la conformazione delle piante arboree d'alto fusto.</p> <p>Nella scelta delle specie arboree e arbustive si possono evitare le specie pioniere più comuni (es. Salice bianco – <i>Salix alba</i>, Pioppo nero – <i>Populus nigra</i>, Sanguinella – <i>Cornus sanguinea</i>, ecc.), che andranno a completare la composizione delle fasce tampone per diffusione spontanea.</p> <p>L'utilizzo di sestri di impianto fitti, soprattutto per la componente arbustiva, limita l'ingresso delle specie alloctone invasive.</p>		



Figura 3.3 – Realizzazione di fasce forestali con effetto tampone lungo la Piovega di Scandolara, al fine di intercettare ed abbattere il carico di nutrienti veicolati dalla falda (N) e dall'erosione dei terreni (P). (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)



Figura 3.4 – Realizzazione di aree golenali forestate con effetto tampone lungo lo Scolo Desolino, al fine di intercettare ed abbattere il carico di nutrienti veicolati dalla falda (N) e dall'erosione dei terreni (P). (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)



Figura 3.5 – Realizzazione di aree golenali forestate con effetto tampone lungo il Rio Sant'Ambrogio, al fine di intercettare ed abbattere il carico di nutrienti veicolati dalla falda (N) e dall'erosione dei terreni (P). (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

SCHEDA Q2

Interventi di riqualificazione morfologica finalizzati all'incremento della capacità autodepurativa dei canali²³

a) Descrizione

La depurazione delle acque ha luogo grazie a numerosi processi di tipo fisico (filtrazione, adsorbimento, sedimentazione, fotolisi, volatilizzazione, ecc.) e (bio)chimico (ossidazione, riduzione, nitrificazione, denitrificazione, ecc.) che avvengono spontaneamente nei corsi d'acqua naturali, caratterizzandone la capacità "autodepurante", grazie ad un complesso lavoro sinergico svolto da batteri, piante acquatiche, fitoplancton, perfiton, organismi trituratori, e così via.

Perché tali processi avvengano, occorre che siano garantite le condizioni ottimali di vita (idrodinamiche e morfologiche) a tutti questi organismi, in particolare un'elevata diversità ambientale alle diverse scale spaziali, tempi di deflusso sufficientemente lunghi perché i processi depurativi possano svolgersi e un'adeguata ossigenazione delle acque.

Nei canali questi processi di degradazione naturale degli inquinanti sono in parte limitati dalla morfologia uniforme dell'alveo, dalla scarsa complessità dell'ecosistema e dalle periodiche operazioni di manutenzione di vegetazione e substrato; per potenziare la capacità autodepurativa dei canali occorre perciò realizzare interventi di riqualificazione morfologica che puntino a diversificare, per quanto possibile, sezione e tracciato, attraverso:

- incremento della sinuosità del canale e ampliamento e diversificazione della sezione, per aumentare i tempi di residenza e favorire la presenza di numerosi microhabitat e vegetazione acquatica (Figura 3.6);
- creazione di aree golenali colonizzate da vegetazione palustre (es. *Phragmites Australis*), per consentire di ridurre il carico di inquinanti presente nelle acque che invadono la zona golenale, ove si sviluppano processi autodepurativi favoriti dalla presenza di vegetazione (Figura 3.7 nel presente capitolo e Figure 1.1, 1.2, 1.3 e 1.4 nel [CAP. 1](#)).

²³ Principali fonti consultate: Iridra, 2003; Nardini *et al.*, 2006.

b) Schema progettuale

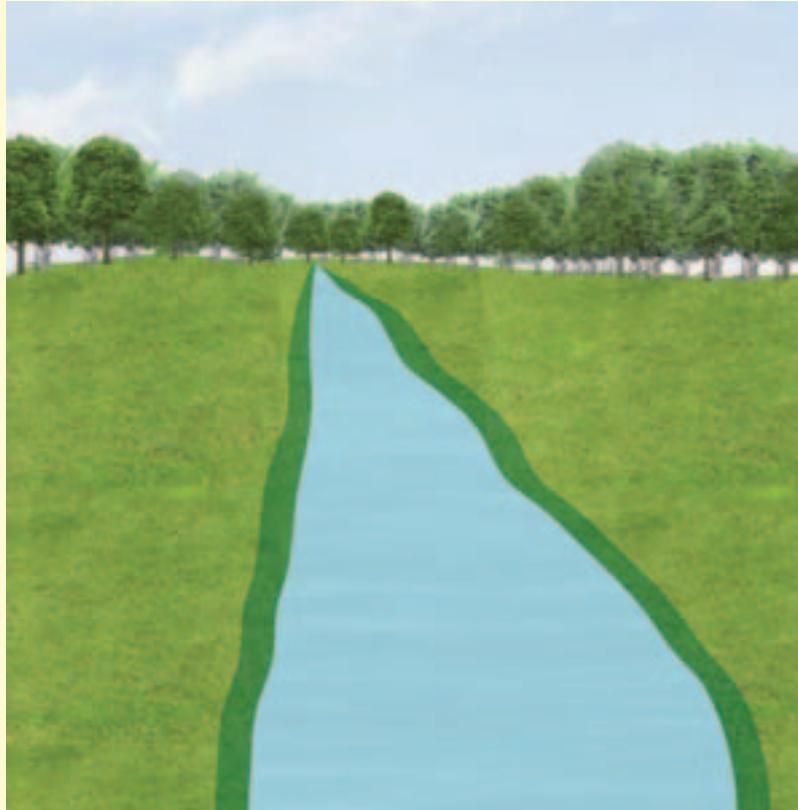


Figura 3.6 – Intervento per l'incremento della sinuosità di un canale rettificato, al fine di aumentare il tempo di residenza delle acque.

c) Criteri di progettazione

La **stima degli effetti depurativi sull'azoto** di interventi quali **l'incremento di sinuosità del tracciato e la realizzazione di ampliamenti d'alveo**, atti a favorire alti tempi di residenza, habitat diversificati e la presenza di vegetazione in alveo, può essere realizzata in prima approssimazione facendo riferimento al modello elaborato da Arheimer-Wittgren (1994), che integra il modello idrologico HBV (Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning) con routine dedicate all'azoto e permette di simulare i fenomeni di trasporto e trasformazione di tale nutriente a scala di bacino (da 1 km² a più di 1.000.000 km²).

HBV-N è un modello dinamico basato sul bilancio di massa che lavora su intervalli di tempo di un giorno e include tutte le sorgenti del bacino legate al bilancio dell'acqua, secondo l'espressione seguente:

$$\frac{d(cV)}{dt} = \sum \{c_{in} V_{in}\} + D + P - \Phi - cV_{out}$$

dove:

c = concentrazione dei nutrienti;

V = volume d'acqua riferito alla falda sotterranea, ai fiumi o ai laghi;

in = ingresso (ad esempio, per le acque sotterranee, l'infiltrazione dal suolo in funzione di differenti tipologie di uso del suolo);

out = uscita verso corsi d'acqua, laghi, ecc.;

D = deposizione atmosferica sulla superficie dell'acqua;

P = emissioni da sorgenti puntuali;

Φ = ritenzione (rimozione o rilascio).

In realtà, le esperienze di monitoraggio di tali tipologie d'intervento sono a oggi, in particolare in Italia, ancora poco diffuse e soprattutto non abbastanza differenziate sulla base delle diverse peculiarità territoriali; una stima degli effetti depurativi effettuata con il modello ora indicato deve perciò essere considerata un'indicazione di massima, da verificarsi mediante apposite sperimentazioni e raccolta di informazioni specifiche. Gli effetti degli interventi proposti sulla **materia organica biodegradabile** (misurata con il parametro **BOD**) possono essere determinati in prima approssimazione mediante l'uso dell'equazione di **Streeter-Phelps** (1925) relativa alla stima della concentrazione di ossigeno disciolto nel corpo idrico ricettore.

In un corso d'acqua, infatti, è presente un'attività biologica dovuta, tra gli altri, a batteri aerobici che degradano i composti organici naturali, presenti nell'acqua come conseguenza della stessa vita biologica che interessa l'ambiente acquatico: l'apporto di composti organici biodegradabili (ovvero di BOD) dall'esterno, ad opera di liquami più o meno depurati, comporta un'intensificazione dell'attività batterica, con conseguente maggior consumo dell'ossigeno disciolto in acqua. Nel corso d'acqua si sviluppano due fenomeni in competizione tra loro:

- consumo di ossigeno (deossigenazione), operato dalla flora batterica per degradare il BOD presente nelle acque;
- riossigenazione delle acque per scambio naturale di ossigeno con l'atmosfera.

Il modello di Streeter-Phelps sviluppa un bilancio semplificato tenendo conto di questi due contributi principali e permette di calcolare il deficit di ossigeno disciolto tramite la seguente formula:

$$D(t) = \frac{K_1}{K_2 - K_1} B_0 \cdot (e^{-K_1 t} - e^{-K_2 t}) + D_0 \cdot e^{-K_2 t}$$

dove:

D(t) = deficit di ossigeno alla saturazione al tempo t (mg/l);

D₀ = deficit di ossigeno alla saturazione iniziale (mg/l);

K₁ = costante di deossigenazione (d⁻¹);

K₂ = costante di riareazione (d⁻¹);

B₀ = BOD iniziale (mg/l).

Gli interventi di riqualificazione devono quindi permettere di aumentare la riossigenazione dell'acqua in modo da compensare la deossigenazione causata dai composti organici biodegradabili immessi nel corso d'acqua.

Valgono anche in questo caso le considerazioni già esposte più sopra in merito alla necessità di sperimentazioni appropriate per l'ottenimento di valori di rendimento quanto più precisi possibile in relazione alla situazione territoriale in esame. Per quanto riguarda la determinazione della capacità depurativa delle **aree golenali**, occorre invece tener conto della peculiarità di queste zone, interessate solo sporadicamente dalle acque del canale durante gli eventi di piena. In molti casi, infatti, il numero di allagamenti che avvengono

in un anno e i tempi di residenza risultano essere troppo bassi per poter utilizzare le tipiche percentuali di rimozione degli inquinanti indicate in letteratura per la stima degli effetti depurativi. In termini cautelativi, è allora consigliabile trascurare il contributo generato da tutti i processi autodepurativi associati all'aumento dei tempi di ritenzione, considerando invece come attiva la sola rimozione dell'azoto dovuta al *plant uptake*, cioè al quantitativo di nutrienti che le piante presenti in golena immagazzinano. Questo contributo può essere stimato secondo l'approccio proposto da Vymazal (2001), per il quale l'azoto totale potenzialmente rimovibile, considerando lo sfalcio stagionale delle piante nella stagione vegetativa, potrebbe essere compreso tra 1 e 2,5 t/ha all'anno. In realtà, in climi temperati questi tassi non sono raggiungibili, pena la distruzione del fragmiteto stesso e impatti sulla fauna presente; considerando allora la realizzazione di uno o due sfalci annuali, uno nel periodo invernale (febbraio) e uno eventualmente alla fine dell'estate (settembre), sebbene in questi periodi la quantità di biomassa presente sia sensibilmente inferiore rispetto alla stagione vegetativa, si possono utilizzare valori di rimozione dell'azoto compresi tra 0,1 e 0,45 t/ha all'anno (Hosoi *et al.*, 1998), con il valore più basso relativo alla realizzazione del solo sfalcio invernale.

Nei casi in cui, invece, **le aree golenali e l'alveo siano mantenuti allagati per lunghi periodi tramite appositi manufatti posti a valle**, che creano un rallentamento della corrente e tempi di ritenzione di circa 2 giorni in riferimento alla portata media annuale, è possibile stimare l'efficienza depurativa facendo riferimento al già citato modello Arheimer-Wittgren (1994), che indica una rimozione di azoto (N) pari a circa 400 kg N/ha all'anno, da prendersi come riferimento di massima valido per le basse concentrazioni medie di azoto tipiche dei canali.

d) Indicazioni per l'esecuzione

Si rimanda alla [SCHEDA R1](#) al [CAP. 1](#).

e) Effetti ambientali

L'intervento permette lo sviluppo, il mantenimento o l'incremento delle dinamiche evolutive geomorfologiche ed ecologiche del canale, con conseguente creazione di habitat; si ottiene inol-

tre il miglioramento della capacità autodepurativa del canale, dello stato della vegetazione spondale, golenale e acquatica, nonché un miglioramento dello stato delle comunità faunistiche (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi, ecc.). Per ulteriori dettagli si rimanda al [CAP. 1](#), alla [SCHEDA R1](#).

f) Manutenzione

La realizzazione di canali sinuosi e dalla morfologia diversificata, in cui la presenza di vegetazione acquatica è prevista sin dalla fase progettuale mediante apposita modellizzazione idraulica, porta ad una riduzione drastica delle necessità di manutenzione del canale; questa condizione è inoltre elemento essenziale per mantenere un elevato grado di diversificazione dell'alveo e rendere così possibili i processi autodepurativi. Rimane comunque la necessità di eseguire controlli periodici per verificare che la funzionalità idraulica di progetto sia garantita, a cui possono conseguire eventuali operazioni di riapertura del canale di corrente centrale (si veda il [CAP. 5](#)).

Anche le operazioni di espurgo e risezionamento, che diminuiscono drasticamente la diversificazione dell'alveo e ne pregiudicano quindi la capacità autodepurativa, devono possibilmente essere evitate, salvo eventi eccezionali. I periodi di taglio e di espurgo in ogni caso devono tener conto delle necessità riproduttive e migratorie della fauna presente.

La creazione di golene colonizzate da piante acquatiche e palustri, realizzate a scopi depurativi, può invece richiedere, come descritto al punto *c)* "*Criteri di progettazione*", uno sfalcio periodico della vegetazione al fine di eliminare i nutrienti accumulatisi nelle piante.

g) Voci di costo

Si rimanda alla [SCHEDA R1](#) al [CAP. 1](#).

h) Esempi realizzati

La tipologia di intervento descritta è esemplificata dagli esempi elencati di seguito e presentati al [CAPITOLO 1](#) "Gestione del rischio idraulico": questi sono, infatti, anch'essi finalizzati a contribuire in modo integrato al miglioramento dello stato qualitativo delle acque dei canali mediante la riqualificazione morfologica degli stessi.

Titolo progetto	Pag.
<p>Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua che attraversano il Bosco di Mestre. Azione: Rimozione del rivestimento spondale in calcestruzzo e allargamento di sezione lungo il Collettore Acque Alte Cattal all'interno del Bosco di Mestre.</p>	25
<p>Titolo originale del progetto: Ricalibrazione e sostegni su sottobacini del Fiume Marzenego e del suo scolmatore. 2° stralcio Rio Draganziolo. Azione: Ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo il Rio Draganziolo.</p>	28
<p>Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua della Terraferma veneziana. Azione: Rimozione del rivestimento spondale in calcestruzzo, ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo il Collettore Favaro e la Fossa Pagana.</p>	32
<p>Titolo originale progetto: Interventi di ripristino delle erosioni di sponda ed arginali lungo il Fiume Zero nei Comuni di Zero Branco, Morgano, Piombino Dese, Resana e Vedelago. Azione: Ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo il Fiume Zero.</p>	35
<p>Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dello Scolo Vernise nei Comuni di Zero Branco e Scorzé. Azione: Ampliamento di sezione e creazione di banchine allagabili lungo lo Scolo Vernise.</p>	37
<p>Titolo originale progetto: Riassetto idraulico e rinaturalizzazione dell'asta principale del bacino del Pionca a monte del sifone sotto il Taglio di Mirano, nei Comuni di Mira, Dolo, Pianiga e Mirano. Azione: Ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo lo Scolo Pionca.</p>	39
<p>Titolo originale progetto: Interventi strutturali in rete minore di bonifica. Ricalibrazione e sostegni su sottobacini dei fiumi Dese e Zero. Il° stralcio - Scolo Zeretto nel Comune di Mogliano Veneto. Azione: Ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo lo Scolo Zeretto.</p>	42
<p>Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale lungo il basso corso del Fiume Zero per il controllo e la riduzione dei nutrienti sversati nella Laguna di Venezia. Azione: Creazione di banchine allagabili lungo il fiume Zero.</p>	44
<p>Titolo originale progetto: Ricalibratura del Rio Storto nel tratto compreso tra l'intersezione con il Passante e le Cave di Maerne. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo il Rio Storto.</p>	46
<p>Titolo originale progetto: Ristrutturazione rete di bonifica dell'area centrale e del medio corso dei Fiumi Dese e Zero nei Comuni di Scorzé, Zero Branco, Trebaseleghe, Piombino Dese e Mogliano Veneto e tributaria dei corsi d'acqua consorziali: Piovega di Cappella, scolo Desolino, Rio San Martino, Piovega di Scandolara, Rio S. Ambrogio, Piovega di Levada e Piovega di Tre Comuni, Fossa Storta e Zermason. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili.</p>	48
<p>Titolo originale progetto: Allargamento di sezione mediante diminuzione della pendenza delle sponde e zone di rallentamento dei deflussi lungo fossi privati.</p>	51
<p>Titolo originale progetto: Lavori di inalveamento dello scolo Codis, Fossa Cortina, Fossalone e Roggia Versiola nei Comuni di Gruaro e Portogruaro. 1° stralcio: inalveamento della Fossa Cortina e del Fossalone e sistemazione anse della Roggia Versiola – 2° lotto funzionale. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili.</p>	53
<p>Titolo originale progetto: L. 139/92 – 1ª fase. Progetto delle opere di diversione idraulica dalla Laguna, incremento degli invasi e controllo dell'inquinamento diffuso di origine agricola. D.D.R. n. 130 del 08/08/96. Azione: Allargamento di sezione mediante diminuzione della pendenza delle sponde lungo il Canale dei cuori.</p>	55
<p>Titolo originale progetto: Incremento dei tempi di ritenzione delle acque urbane e agricole nei comuni di Este e Baone. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo il Canale Nuovo Meggiaro.</p>	57
<p>Titolo originale progetto: Incremento dell'invaso e capacità autodepurativa colli di Galzignano e di Arquà Petrarca. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili nelle valli di Arquà Petrarca e Galzignano.</p>	60
<p>Titolo originale progetto: Integrazione rete fognaria e rete di bonifica per l'autodepurazione dei Bacini Centrali. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo i canali Condotta di Mezzo e San Bonaventura.</p>	62
<p>Titolo originale progetto: Foresta Veneto – Interventi di afforestazione in compensazione delle emissioni di CO₂ della discarica di Torretta. Progetto di forestazione nel territorio del Comune di Legnago. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo la Fossa Maestra.</p>	65

<p>Titolo originale progetto: Riqualificazione del fontanile della fossa Calfura in località Madonna dell'Uva Secca. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo la Fossa Calfura.</p>	68
<p>Titolo originale progetto: LIFE+ Colli Berici Natura 2000 "Azioni di conservazione, miglioramento degli habitat e delle specie e salvaguardia della naturalità del SIC Colli Berici" (LIFE 08 NAT/IT/362) - Azione C8. Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo la Fossa di mezzo.</p>	71
<p>Titolo originale progetto: Azione C1 - LIFE Risorgive (LIFE 14 NAT/IT/000938) - Ripristino e consolidamento della infrastruttura verde costituita dalla rete di risorgive, rogge e canali nel territorio del Comune di Bressanvido. Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Brenta.</p>	73
<p>Titolo originale progetto: Sistemazione del Rio Tesinella nei Comuni di Grisignano di Zocco (VI), Mestrino e Veggiano (PD). Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo lo Scolo Tesinella.</p>	76
<p>Titolo originale progetto: LIFE RINASCe - Riqualificazione NATuralistica per la Sostenibilità integrata idraulico-ambientale dei Canali Emiliani - LIFE13 ENV/IT/000169. Azione: Creazione di una banchina interna allagabile.</p>	80
<p>Titolo originale progetto: Riqualificazione del canale di San Giovanni nel tratto a monte dell'abitato di S. Matteo della Decima. Azione: Creazione di una banchina interna allagabile.</p>	85



Figura 3.7 – Creazione di aree golenali colonizzate da vegetazione palustre nel Rio Draganziolo. Si veda il progetto di riqualificazione del Rio Draganziolo presentato al [CAPITOLO 1 - SCHEDE R1](#) "Ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali". (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

SCHEDA Q3 Creazione di zone umide in alveo

a) Descrizione

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.

Elementi peculiari delle zone umide in alveo sono il dissipatore di energia posto all'imbocco dell'opera, seguito da una zona profonda ad acqua libera per favorire la sedimentazione e da un sistema di fitodepurazione che occupa la maggior parte della superficie disponibile (Figura 3.8 e Figura 3.9). Il sistema di fitodepurazione è generalmente costituito da un invaso del tipo a superficie libera (*free water*, secondo la classificazione dei sistemi di fitodepurazione), con eventuali inserti a letto ghiaioso per aumentare i fenomeni di filtrazione nel caso, ad esempio, uno degli obiettivi di trattamento sia la rimozione del fosforo.

b) Schema progettuale

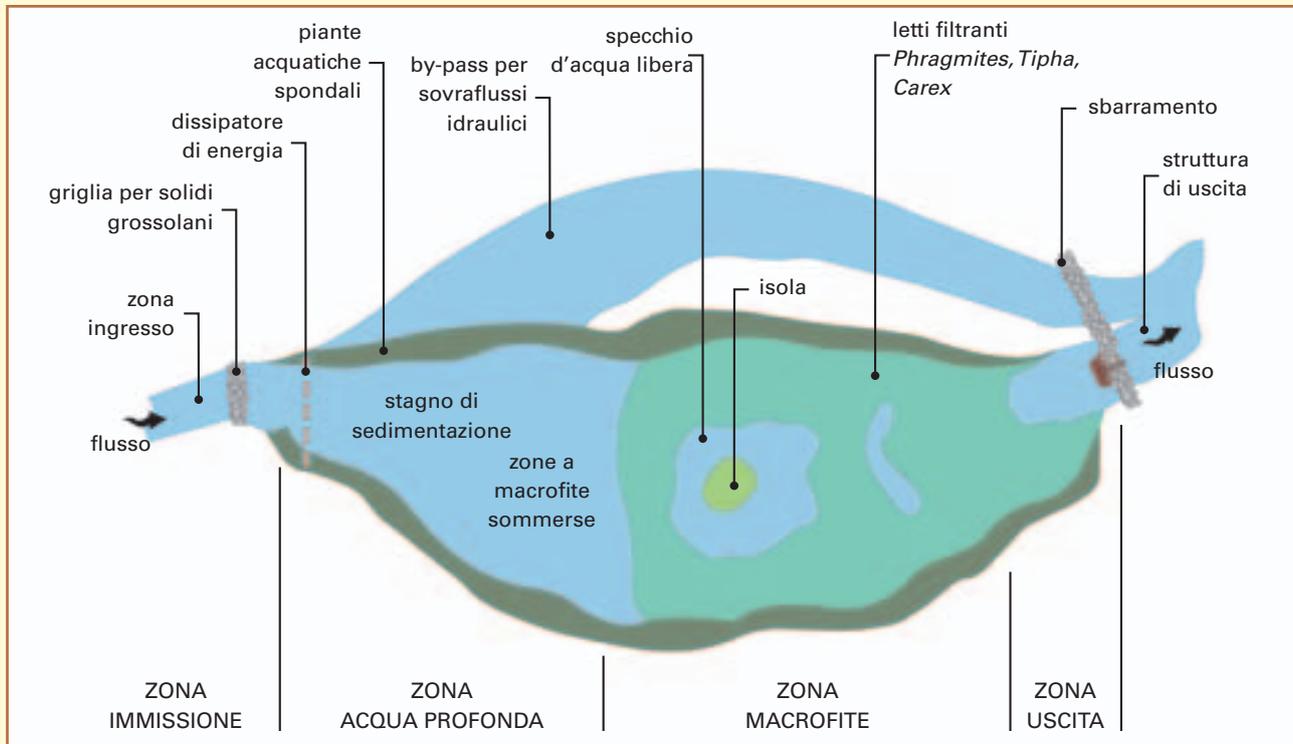


Figura 3.8 – Schema costruttivo di una zona umida in alveo. Come si osserva dallo schema essa comprende: ZONA DI IMMISSIONE (comprensiva di opera di presa, dissipatore di energia, griglia per solidi grossolani, eventuale); ZONA AD ACQUE PROFONDE (con stagno di sedimentazione, zona a macrofite sommerse, by-pass per sovrafflussi idraulici); ZONA A MACROFITE (con letti filtranti con *Phragmites*, *Tiphia*, *Carex* ecc., specchi di acqua libera, isole); ZONA DI USCITA (con zona ad acque profonde, sbarramento, dispositivo di regolazione livello). (Illustrazione: IRIDRA s.r.l. adattata).

c) Criteri di progettazione²⁴

La progettazione di una zona umida in alveo prevede due fasi strettamente interrelate; la stima degli effetti sulla qualità dell'acqua e il dimensionamento idraulico, necessario per garantire tempi di ritenzione sufficienti a ottenere le rimozioni di inquinanti richieste.

La **progettazione idraulica** richiede il dimensionamento corretto dell'opera di uscita delle acque dalla zona umida, opera che permette la regolazione dei volumi invasati e dei tempi di residenza delle acque; la progettazione idraulica può essere ricondotta a quella degli stagni (vasca unica, dove le acque occupano progressivamente tutta la superficie utile) o a quella di un canale meandrizzato.

In letteratura esistono numerosi metodi per la **stima della rimozione dell'azoto nelle zone umide** (sia naturali che costruite); in questa sede si propone l'utilizzo del **modello k-C* proposto da Kadlec** (Kadlec e Knight, 1996) e dei parametri di rimozione degli inquinanti (costanti areali) per **azoto totale e nitrati** ottenuti dai monitoraggi eseguiti sull'area umida sperimentale di Castelnuovo Bariano, in provincia di Rovigo, dall'Università di Padova. Le concentrazioni in ingresso alle zone umide poste lungo i canali sono, infatti, molto minori rispetto a quelle riscontrabili in un refluo di scarico, situazione da cui sono generalmente tratte le costanti areali proposte da Kadlec che, per il caso specifico dei canali, risultano essere troppo elevate; è allora preferibile avvalersi di costanti areali mutuuate sulla base di una esperienza, quella di Castelnuovo Bariano, che per tipo di applicazione, condizioni climatico-ambientali e caratteristiche progettuali risulta essere paragonabile a quelle tipiche dei canali (Iridra, 2003).

Il modello di Kadlec si basa sulla seguente formula:

$$A_s = \frac{365 \cdot Q}{k} \cdot h \left(\frac{C_o - C^*}{C_i - C^*} \right)$$

$$k = K_R \cdot \vartheta_R^{(T_w - T_R)}$$

dove:

A_s = superficie dell'area umida [m²];

C_i = concentrazione di inquinante in ingresso [mg/l];

C_o = concentrazione di inquinante in uscita [mg/l];

C^* = concentrazione di fondo dell'inquinante [mg/l];

Q = portata media che attraversa l'area umida [m³/d];

k = costante areale di rimozione del primo ordine [m/y];

ϑ_R = coefficiente di temperatura;

T_w = temperatura dell'acqua nell'area umida [C°];

T_R = temperatura di riferimento [C°];

K_R = costante di rimozione alla temperatura di riferimento [d⁻¹].

Volendo stimare gli effetti su un periodo di un anno, è possibile utilizzare il modello di Kadlec trascurando gli effetti delle variazioni di temperatura e adottando i seguenti parametri:

$K_{TN} = 30$ m/anno (costante areale relativa alla rimozione di azoto totale, TN)

$C_{TN}^* = 0,5$ mg/l (concentrazione di azoto totale, TN, di fondo)

$K_{NO_x} = 46$ m/anno (costante areale relativa alla rimozione di nitrati e nitriti, NO_x)

$C_{NO_x}^* = 0,5$ mg/l (concentrazione di nitrati e nitriti, NO_x, di fondo)

Tenendo conto, inoltre, che nel caso di portate superiori a quella di magra si ha una netta diminuzione dei tempi di ritenzione idraulica e quindi delle efficienze di rimozione, nella valutazione dei carichi rimossi si suggerisce di calcolare il tempo di ritenzione del sistema sulla base delle portate di magra e morbida riferite a 10 mesi l'anno, trascurando totalmente le altre portate, così da evitare sovrastime degli abbattimenti potenziali.

Maggiori rimozioni in termini di quantitativi di azoto rimosso possono essere ottenuti mediante l'asportazione periodica delle piante acquatiche, che accumulano al loro interno una parte dei nutrienti: in tal caso occorre aggiungere al valore di rimozione potenziale ottenuto tramite

²⁴ Principali fonti consultate: Iridra, 2003; Mazzoni M., 2005.

il modello k-C* anche un contributo aggiuntivo dovuto all'assimilazione dei nutrienti da parte della piante (*plant uptake*), stimabile come indicato nella **SCHEDA Q2**.

Per quanto riguarda la rimozione del **fosforo**, è consigliabile non considerare in termini cautelativi la quantità potenzialmente rimossa all'interno della zona umida, in quanto tale meccanismo è legato in realtà principalmente all'adsorbimento da parte del suolo ed alla formazione di fosfati insolubili con cationi che cambiano il loro stato di ossidazione al variare della concentrazione di ossigeno disciolto (ad es. Fe(II) presente nel periodo estivo diviene Fe(III) in quello invernale, facendo precipitare fosfato ferrico che si risolubilizza quando ritorna a essere fosfato ferroso); una volta raggiunta la saturazione, il fosforo viene infatti rilasciato e reimesso nel sistema, senza generare così, alla fine di questo ciclo, alcuna riduzione di tale elemento presente nelle acque del canale; questa situazione potrebbe essere migliorata prevedendo di realizzare interventi di dragaggio del fondo, che però sono incompatibili per gli effetti negativi che comportano sull'ecosistema della zona umida. Si può quindi far riferimento al solo fosforo rimosso per sfalcio della vegetazione, utilizzando i dati di rimozione riportati da Vymazal (2001) e quelli relativi allo studio del CRA di Sirmione (2005) su alcuni canneti del Lago di Garda, da cui emerge che vengono rimossi 2 g P/m². Considerando di eseguire due sfalci in periodi in cui la quantità di fosforo contenuta nella parte emersa delle piante (*standing stock*) è maggiore, si può applicare un valore unitario di rimozione pari a 6 g P/m² all'anno.

Gli effetti di tali interventi sulla **materia organica biodegradabile** (misurata con il parametro BOD) possono invece essere effettuati in prima approssimazione mediante l'uso dell'equazione di Streeter-Phelps già introdotta alla **SCHEDA Q2**. Valgono anche in questo caso le considerazioni già espresse in precedenza in merito alla necessità di sperimentazioni appropriate per l'ottenimento di valori di rendimento quanto più precisi possibile in relazione alla situazione territoriale in esame.

d) Indicazioni per l'esecuzione

La zona umida è realizzata modellando il terreno per ottenere profondità variabili da 20 a 40 cm, alternate lungo lo sviluppo longitudinale della vasca, e la pendenza di progetto che garantisce il flusso verso valle; gli scavi sono preceduti dalla preparazione del sito mediante pulizia generale con mezzi meccanici per una profondità di circa 10 cm e conservazione della parte superficiale del terreno asportato, utile per essere utilizzata come buon substrato vegetale per l'attecchimento e la crescita delle specie vegetali messe a dimora.

L'alimentazione della zona umida deve consentire la distribuzione il più possibile uniforme della portata entrante su tutta la superficie trasversale di ingresso, in modo da limitare la formazione di cortocircuiti idraulici, che diminuiscono i tempi di residenza e non permettono a gran parte dell'area di trattare le acque immesse, fattori che riducono il rendimento depurativo della zona umida.

e) Effetti ambientali

La creazione di zone umide in alveo, oltre a migliorare la qualità delle acque, permette la creazione di habitat in alveo, il miglioramento dello stato delle comunità faunistiche (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi) e l'incremento della connessione ecologica.

f) Manutenzione²⁵

La manutenzione della zona umida deve permettere di raggiungere una pluralità di obiettivi non sempre concordi tra loro, come la massimizzazione dell'efficienza dei processi depurativi, la garanzia contro eventuali esondazioni del canale e le condizioni per un appropriato sviluppo della vegetazione acquatica e della fauna.

Diverse sono le operazioni di gestione necessarie a raggiungere tali obiettivi, di cui le più significative sono la gestione dei livelli e della portata e quella delle piante erbacee palustri (canneto).

- **Gestione dei livelli e della portata**

Come già ricordato, i processi di depurazione sono influenzati dai livelli idrici e dalle portate presenti nella zona umida, su cui si può inter-

²⁵ Principali fonti consultate: Consorzio di bonifica Dese Sile, 2000.

venire direttamente attraverso la manovra degli apparati idraulici che costituiscono il sistema.

La portata in ingresso e in uscita determina direttamente il carico idraulico e di nutrienti e i tempi di ritenzione idraulica, da cui dipende l'efficienza depurativa del sistema; per aumentare quest'ultima è necessario incamerare, per il periodo di tempo più lungo possibile, il massimo volume d'acqua, avendo in ogni caso premura di evitare esondazioni nel territorio circostante.

Le operazioni di gestione delle portate devono quindi ottimizzare le portate in ingresso per garantire i rendimenti depurativi stabiliti in fase progettuale.

I livelli idrici all'interno dell'area umida determinano l'estensione e l'alternanza delle zone emerse e sommerse e l'estensione e la composizione floristica del canneto; il livello idrometrico determina inoltre il tipo di associazione vegetale che colonizza l'area umida, sebbene in larga parte questa sia legata alla piantumazione effettuata direttamente.

La gestione dei livelli deve quindi garantire anche l'instaurarsi e il mantenimento della vegetazione acquatica nelle aree stabilite in fase di progettazione.

In Tabella 3.3 si riportano a tal proposito le condizioni tipiche di alcune specie vegetali in termini di profondità d'acqua.

Tabella 3.3 – Profondità tipiche di alcune piante adatte ad un'area umida (tratto da Dal Cin L. et al., 2002).

Tipologia vegetale	Specie	Profondità tipiche (m)	
		da	a
Emergenti	<i>Thypha</i> spp.	0,1	1
	<i>Phragmites</i> spp.	0,1	1
	<i>Scirpus</i> spp.	0,1	1
	<i>Juncus</i> spp.	0,1	0,3
	<i>Carex</i> spp.	0,1	0,3
Sommerse	<i>Potamogeton</i> spp.	> 0,5	
	<i>Vallisneria</i> spp.	> 0,5	
	<i>Ruppia</i> spp.	> 0,5	
	<i>Nuphar</i> spp.	> 0,5	
Galleggianti	<i>Lemna</i> spp.	suolo inondato	
	<i>Wolffia</i> spp.	suolo inondato	

La gestione dei livelli deve essere eseguita durante diverse fasi e periodi di funzionamento dell'impianto, in particolare:

- *fase immediatamente successiva alla piantumazione delle specie vegetali acquatiche*: la gestione del livello idrico deve essere effettuata per favorire l'attecchimento e lo svilup-

po delle piante utilizzate per la colonizzazione delle aree umide. A tal proposito devono essere garantiti livelli idrometrici che non siano troppo elevati e tali da sommergere completamente le piantine, nel qual caso queste potrebbero essere soggette a morte per asfissia, ma anche tali da non generare situazioni di stress idrico per le giovani piantine, determinandone il disseccamento;

- *fase di funzionamento a regime dell'area umida dopo che le formazioni di Phragmites e Typha si sono affermate*: dopo tre anni dall'esecuzione dell'opera, il livello idrometrico all'interno dell'area umida potrà oscillare mediamente su valori compresi tra 0,1 ed 1 m, anche se potranno essere tollerati, per periodi di tempo limitati, livelli superiori, posto che non avvenga la sommersione completa dei culmi delle canne;
- *periodo immediatamente successivo allo sfalcio della vegetazione*: la manutenzione della vegetazione deve preferibilmente avvenire in settembre (si veda più sotto) e per una buona riuscita occorre evitare la completa sommersione del culmo delle canne, per evitare che marcisca;
- *periodo riproduttivo dell'avifauna (marzo-luglio)*: il mantenimento di adeguati livelli idrometrici nel periodo primaverile-estivo è fondamentale per il successo riproduttivo degli uccelli nidificanti nell'area. All'inizio del periodo della nidificazione i livelli idrici devono perciò essere mantenuti alle quote massime, in modo che gli uccelli si trovino costretti a realizzare il nido in aree elevate, così che durante tutto il periodo della nidificazione si abbia la certezza che le variazioni di livello non comportino la sommersione del nido e delle uova. In questo modo, anche in occasione di eventi di piena di natura eccezionale potrà in qualche misura essere scongiurato il pericolo della perdita dei nidi e delle uova.
- Gestione delle piante erbacee palustri (canneto)
La gestione deve essere finalizzata a:
 - evitare l'interramento del canneto per sedimentazione dei solidi presenti nelle acque;
 - mantenere un'estensione del canneto almeno pari al 70% dell'area;
 - assicurare un elevato grado di efficienza del processo di fitodepurazione;
 - garantire la presenza di specchi d'acqua e canali liberi dal canneto, così da favorire la

circolazione delle acque e la capacità di penetrazione nella zona umida dell'avifauna;

- diversificare il canneto garantendo la presenza di specie ed età differenziate, attraverso il periodico sfalcio e rinnovamento di una superficie pari a circa un quarto di quella complessiva, mantenendo comunque delle porzioni non sottoposte ad intervento di controllo per almeno 4-5 anni.

La tutela del ciclo riproduttivo degli uccelli nidificanti può essere raggiunta realizzando il taglio tra fine agosto e fine febbraio; per garantire la massima efficienza del processo depurativo si individua in settembre il mese più adatto all'interno della finestra temporale indicata.

g) Voci di costo

Le zone umide in alveo sono opere il cui costo è normalmente ricavabile dai vari prezziari ufficiali e che varia in funzione di come la zona umida è progettata e delle variabili di input (idrauliche, idrologiche, vegetazionali, meteo climatiche, ecc.).

In generale le fasi lavorative per la costruzione

di una zona umida in alveo sono:

- movimenti terra (scavi a sezione larga obbligatoria oltre a scavi a sezione obbligatoria per l'esecuzione di canali accessori e per l'eventuale posa di tubazioni di collegamento accessorie);
- posa in opera di terreno vegetale per la messa a dimora di specie vegetali;
- creazione di eventuali zone filtranti (forniture e posa in opera di inerti);
- opere di ingegneria naturalistica per la realizzazione di soglie stramazzanti e consolidamenti spondali, quali palizzate, palificate, inerbimenti protetti (per le quali si rimanda alle voci di costo descritte al [CAP. 2](#));
- by-pass per eventuali interventi di manutenzione (realizzabili sia come canali in terra, sia tramite l'impiego di tubazioni plastiche);
- fornitura e messa a dimora delle specie vegetali.

h) Esempi realizzati

Si riportano di seguito esempi realizzati sul territorio della Regione Veneto.

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua della Terraferma veneziana. Azione: Creazione di zone umide in alveo lungo la Fossa Pagana.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Venezia		
	Corso d'acqua	Collettore di Favaro – Fossa Pagana		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°29'59.31"N 12°17'22.71"E F: 45°29'38.02"N 12°18'9.57"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	14.200 m 83.000 mq
	Anno esecuzione	2004	Costo	€ 4.650.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite la creazione di una zona umida in alveo; • diminuzione del rischio di esondazione grazie al maggior spazio a disposizione del canale; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale e la creazione della zona umida; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • esondazioni in zona causate dalla sezione insufficiente; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, del rivestimento spondale in calcestruzzo e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rimozione del rivestimento spondale in calcestruzzo; • allargamento del canale mediante abbassamento del piano campagna al fine di creare una zona umida in alveo; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea: del canale, da parte della vegetazione acquatica e spondale; delle aree golenali, da parte della vegetazione arboreo-arbustiva; • messa a dimora di fasce riparie arboree lungo una sponda. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: n. 2 interventi all'anno con benna falciante; • taglio della vegetazione spondale: n. 2 interventi all'anno con trincia sarmenti lungo una sola sponda (l'altra sponda viene lasciata all'evoluzione naturale). Il taglio previsto durante il periodo vegetativo preserva la fascia di vegetazione più prossima all'acqua; • taglio della vegetazione arborea: solo potature (per consentire la percorribilità dell'argine); • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/controllo, problemi)	<p>Il progetto qui illustrato è riportato anche nel CAPITOLO 1 in relazione alla SCHEDA R1 "Ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali". Nella presente sezione del CAPITOLO 3 si focalizza invece l'attenzione sulla "Creazione di zone umide in alveo".</p>		





Figura 3.9 – Costruzione di una zona umida in alveo lungo la Fossa Pagana. Nella serie di immagini è possibile vedere il canale prima della realizzazione degli interventi di riqualificazione, le operazioni di allargamento e rimodellamento della sezione al fine di costruire la zona umida in alveo, la colonizzazione da parte delle piante palustri e infine la colonizzazione da parte delle specie arboree e arbustive riparie. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Ricalibratura con rinaturalizzazione del sistema di collettori di bonifica a ridosso di Camposampiero (Fossa Mauri, Orcone, San Marco e Andura). Azione: Creazione di zone umide in alveo lungo lo Scolo Orcone.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Camposampiero e Santa Giustina in Colle (Padova)		
	Corso d'acqua	Scolo Orcone		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°34'17.58"N 11°54'21.39"E F: 45°33'28.24"N 11°55'20.01"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	900 m 41.000 mq
	Anno esecuzione	2019	Costo	€ 1.033.000 (intero Lotto)
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite la creazione di zone umide in alveo; • diminuzione del rischio di esondazione grazie al maggior spazio a disposizione del canale; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale e la creazione delle zone umide. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • esondazioni causate dalla sezione insufficiente; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • allargamento del canale mediante abbassamento del piano campagna al fine di creare 3 zone umide in alveo; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea delle zone umide da parte della vegetazione acquatica e spondale; • messa a dimora di specie arboree e arbustive all'interno delle golene più alte e delle isole; • realizzazione di fasce tampone arboree lungo la sponda nord delle zone umide; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: n. 2 o 3 interventi all'anno con benna falciante lungo uno dei 2 canali di deflusso. L'altro viene salvaguardato e lasciato all'evoluzione naturale; • taglio della vegetazione spondale: n. 2 interventi all'anno con trincia sarmenti lungo una delle 2 sponde del canale di deflusso e lungo le scarpate perimetrali delle zone umide. Il taglio previsto durante il periodo vegetativo preserva la fascia di vegetazione più prossima all'acqua; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/controllo, problemi)	<p>In una delle zone umide, il progetto prevedeva di mantenere alcune aree a quota piano campagna, in modo da poter ospitare specie arboree meno igrofile rispetto a quelle utilizzate lungo le sponde. Le dimensioni limitate di queste aree, la necessità di garantire la percorribilità ai mezzi meccanici e l'osservanza delle distanze dai confini avrebbero tuttavia ridotto l'intervento di impianto ai minimi termini. Si è quindi preferito abbassare la quota anche di queste aree e ottenere delle golene in grado di arricchire la presenza di formazioni arboree in alveo.</p> <p>In ciascuna delle 3 zone umide sono stati realizzati due canali di deflusso, con l'intento di svolgere la manutenzione ordinaria su uno dei due e di lasciare l'altro all'evoluzione naturale. Una manutenzione troppo intensa del canale di deflusso può però limitare la distribuzione dell'acqua all'interno delle aree umide, riducendone la funzionalità.</p>		

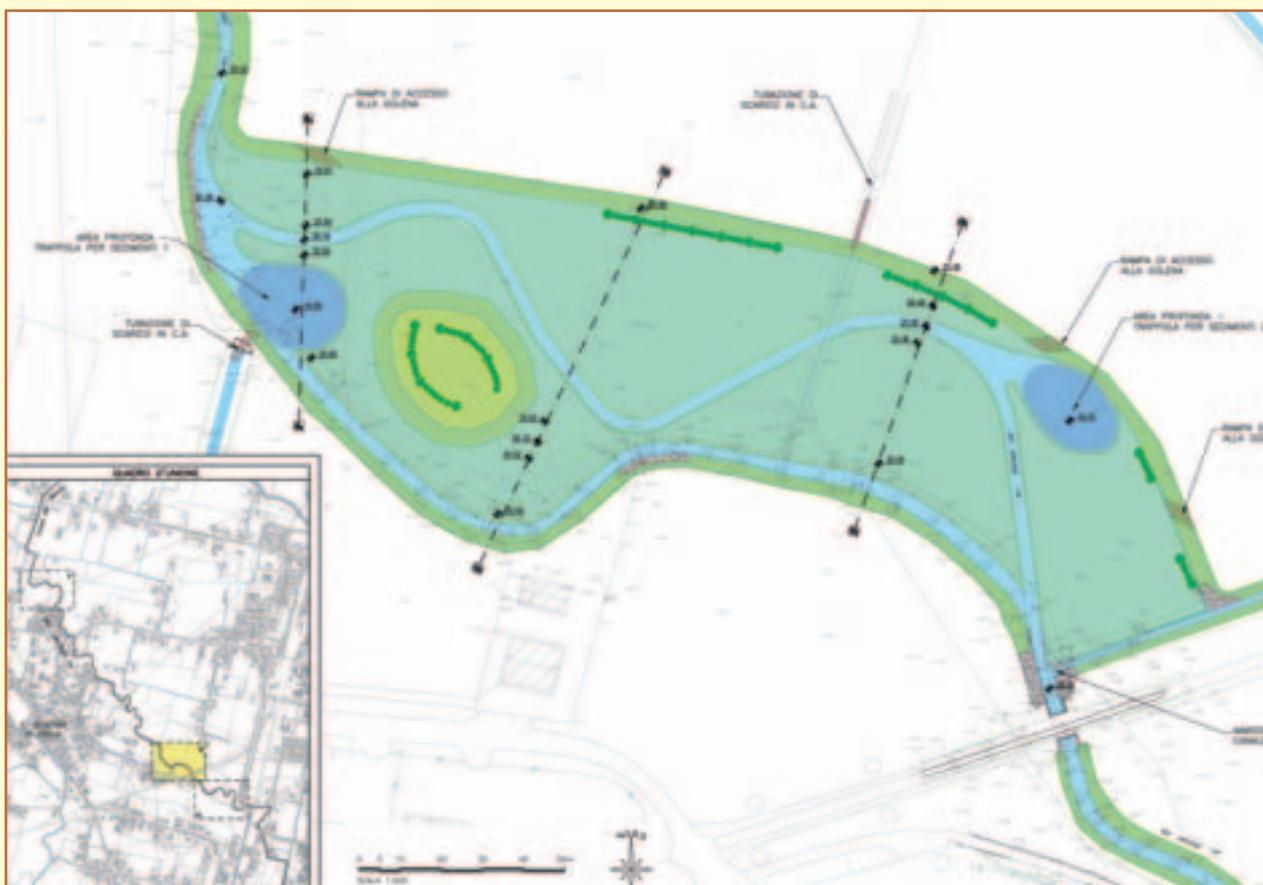
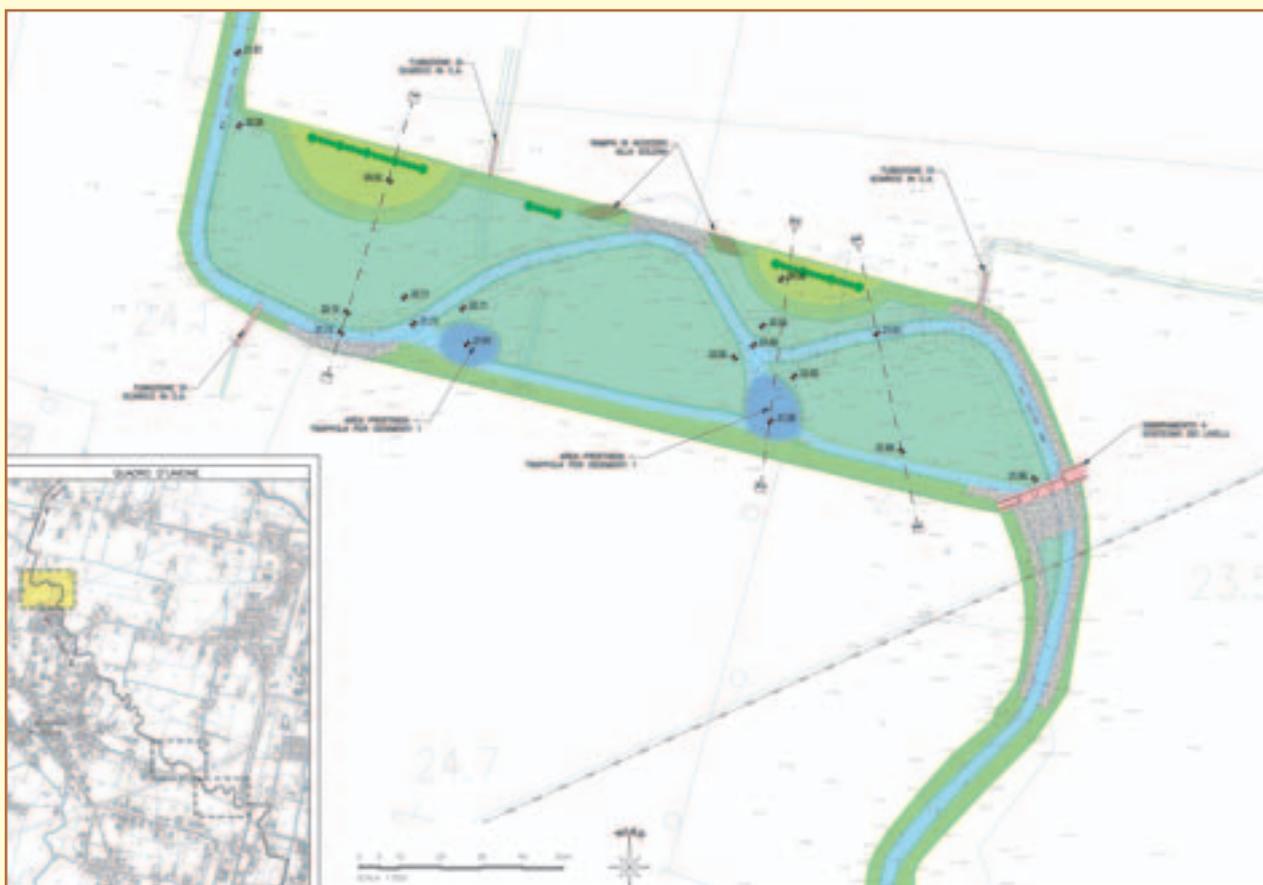




Figura 3.10 – Creazione di 3 zone umide in alveo lungo lo Scolo Orcone. Nella serie di immagini è possibile vedere la planimetria delle 3 wetland ed alcune sezioni di progetto; a seguire le zone umide al termine dei lavori, con il mantenimento ove possibile della vegetazione palustre presente lungo le sponde ante operam del canale. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

SCHEDA Q4 Creazione di zone umide fuori alveo

a) Descrizione

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 mas-

sima in ogni stagione dell'anno e indipendentemente dal regime idraulico del canale stesso. Questa tipologia di zone umide può essere utilizzata nelle seguenti situazioni:

- per depurare una quota della portata ordinaria: l'alimentazione è costante e l'efficienza di rimozione degli inquinanti, dipendente dal tempo di ritenzione, è massima;
- 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 e solo secondariamente la depurazione delle sue acque. L'alimentazione discontinua, attraverso un funzionamento "a soglia", lascia la zona umida per lungo tempo priva di acque e permette quindi di depurare volumi molto minori rispetto al caso di alimentazione in continuo, diminuendo l'efficacia di rimozione degli inquinanti.

b) Schema progettuale

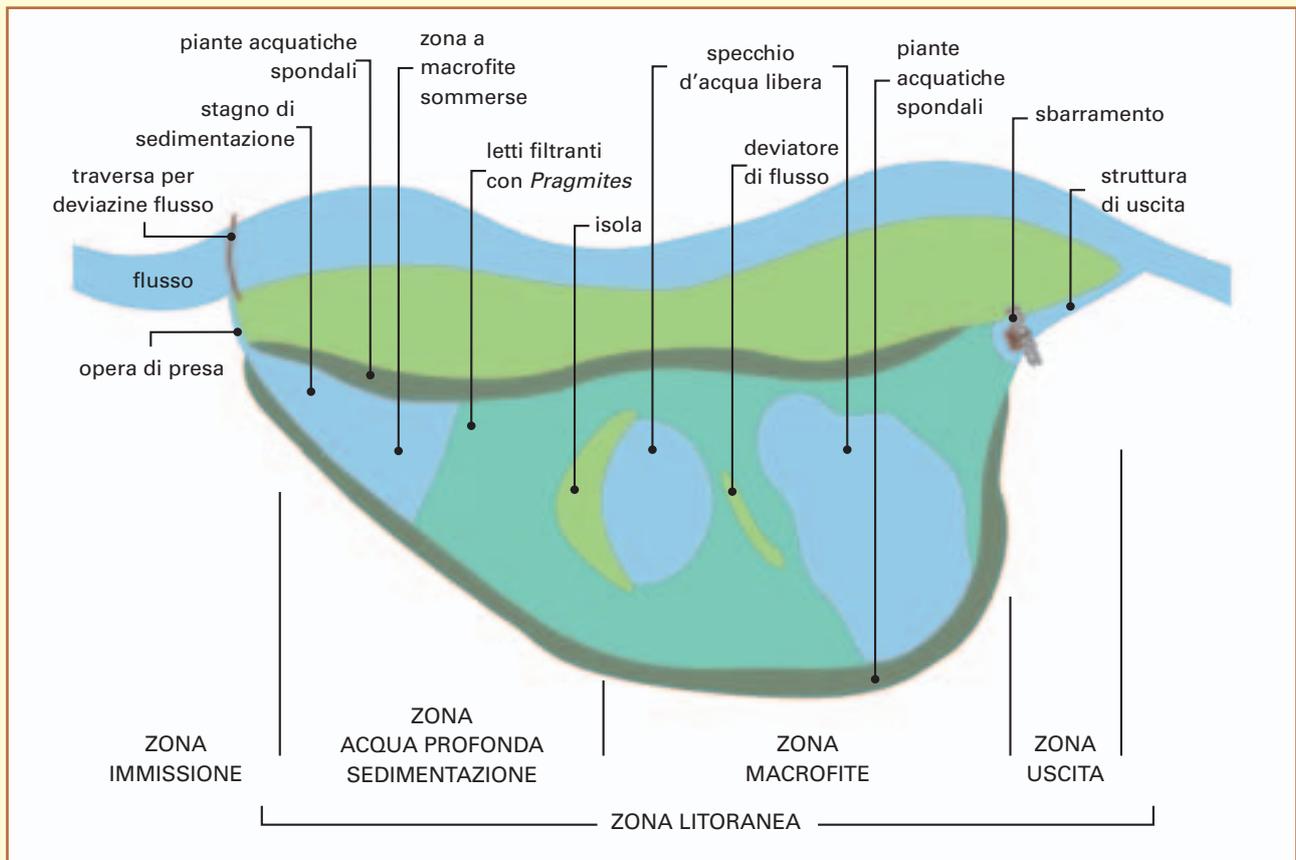


Figura 3.11 – Schema costruttivo di una zona umida fuori alveo. Come si osserva dallo schema essa comprende: ZONA DI IMMISSIONE (comprensiva di opera di presa e traversa per deviazione); ZONA AD ACQUE PROFONDE (con stagno di sedimentazione, zona a macrofite sommerse, piante acquatiche spondali); ZONA A MACROFITE (con letti filtranti con *Phragmites*, *Typha*, *Carex* ecc., specchi di acqua libera, isole, deviatori di flusso, piante acquatiche spondali); ZONA DI USCITA (con sbarramento). (Illustrazione: IRIDRA s.r.l. adattata).

c) Criteri di progettazione²⁶

Come per le zone umide in alveo, anche per quelle fuori alveo la progettazione prevede due fasi strettamente interrelate: la stima degli effetti sulla qualità dell'acqua e il dimensionamento idraulico, necessario per garantire tempi di ritenzione sufficienti ad ottenere le rimozioni di inquinanti stimate e che, nel caso di una zona umida adibita alla laminazione delle piene, deve tener conto anche di questo obiettivo oltre che di quello, secondario, della depurazione delle acque laminate.

Per quanto riguarda le **stime di rimozione degli inquinanti** occorre considerare due situazioni tipiche:

- **alimentazione in continuo:** risulta semplice stimare i flussi in ingresso, considerati costanti durante tutto l'arco dell'anno; valgono quindi le stesse considerazioni e assunzioni fatte nella **SCHEDA Q3** per le zone umide in alveo;
- **alimentazione discontinua:** si consiglia di trascurare totalmente gli effetti sulla rimozione dei nutrienti, a causa dei lunghi periodi dell'anno durante i quali la zona umida non viene alimentata dalle acque del canale: i carichi trattati, infatti, se valutati in termini di quantità di massa su base annua, sono molto minori rispetto al caso di alimentazione in continuo e molte possono essere le componenti di incertezza nel valutare l'efficienza di

rimozione in coincidenza di eventi eccezionali (quali sono le piene).

d) Indicazioni per l'esecuzione

Si vedano le indicazioni fornite nella **SCHEDA Q3** per le zone umide in alveo.

e) Effetti ambientali

La creazione di zone umide fuori alveo, oltre a migliorare la qualità delle acque, permette la creazione di habitat sul territorio rurale, che possono divenire nodi della rete ecologica, il miglioramento dello stato delle comunità faunistiche (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi) e l'incremento della connessione ecologica.

f) Manutenzione

Valgono le indicazioni fornite per le zone umide in alveo nella **SCHEDA Q3**.

g) Voci di costo

Valgono le indicazioni fornite per le zone umide in alveo nella **SCHEDA Q3**.

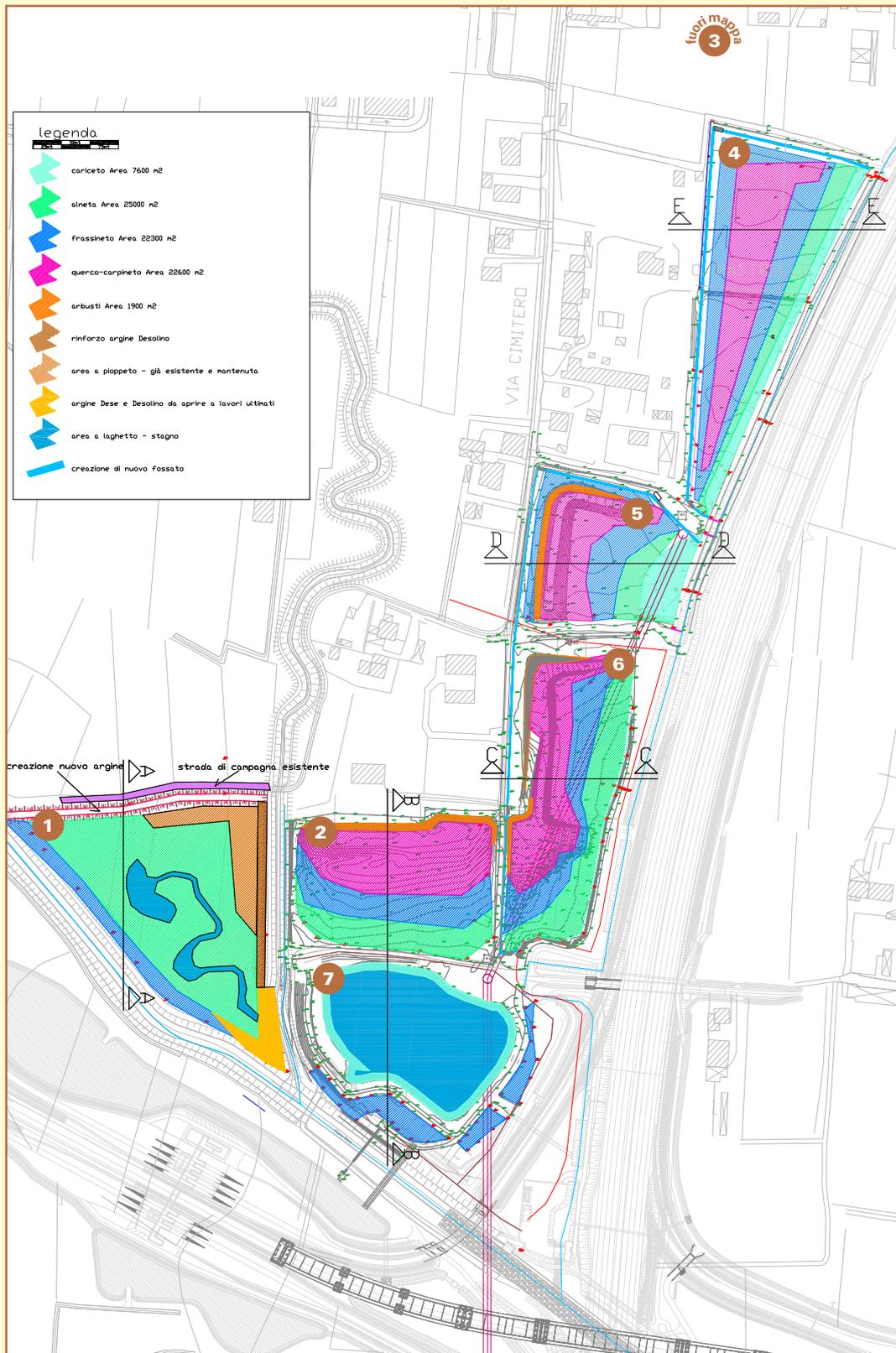
h) Esempi realizzati

Si riportano di seguito esempi realizzati sul territorio regionale, oltre che alcuni esempi specifici eseguiti in Emilia-Romagna e non reperibili in Regione Veneto.

²⁶ Principali fonti consultate: Iridra, 2003; Consorzio di bonifica Dese Sile, 2006.

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Il Bosco di Cappella. Realizzazione di un bosco di pianura e di una serie di zone umide in aree destinate alla mitigazione del Passante di Mestre in Comune di Scorzè. Azione: Creazione di zone umide fuori alveo lungo il Passante di Mestre.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive (in collaborazione con Comune di Scorzè e Veneto Agricoltura)		
	Comune e Provincia	Scorzè (Venezia)		
	Corso d'acqua	Fiume Dese, Fossi Passante P.28		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°33'45.26"N 12°8'40.21"E F: 45°34'13.52"N 12°9'20.90"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	80.000 mq
	Anno esecuzione	2017	Costo	€ 95.000 (movimenti terra)
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del rischio di esondazione grazie al maggior spazio a disposizione dei corpi idrici presenti nell'area di intervento; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di nodi ecologici; • aumento della capacità autodepurativa dei corpi idrici dell'area di intervento tramite la creazione di zone umide fuori alveo. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • esondazioni nelle zone oggetto dell'intervento, caratterizzate da criticità idrauliche già preesistenti alla costruzione del Passante di Mestre. Le motivazioni delle sofferenze sono da ascrivere essenzialmente alla topografia dei terreni che impedisce un efficace smaltimento delle acque di pioggia, all'insufficienza della capacità di deflusso di alcuni canali e alla cattiva manutenzione dei fossi privati. Con la costruzione del Passante si è già provveduto a mitigare tali criticità con l'ampliamento del volume d'invaso del fiume Dese grazie alla creazione di aree golenali e con la creazione, ex-novo o ampliamento dell'esistente, di una serie di fossati afferenti ad una nuova idrovora. <p>Il progetto si prefigge di affrontare la necessità di un ulteriore aumento della capacità di invaso dell'intera area e di ampliamento delle superfici di contatto acqua-vegetazione, con l'obiettivo di accrescere in modo diffuso la diversità ambientale;</p> <ul style="list-style-type: none"> • mitigazione delle opere del "Passante di Mestre" mediante realizzazione di ampie aree boscate. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • utilizzo delle aree espropriate durante la costruzione del Passante di Mestre e intestate al demanio idrico per esigenze di regimazione idraulica atte a salvaguardare e diminuire il rischio idraulico delle aree urbane ed agricole limitrofe, in particolare per la creazione di diverse zone umide fuori alveo; • creazione delle condizioni affinché avvenga la colonizzazione spontanea delle zone umide da parte della vegetazione acquatica e spondale; • messa a dimora di fasce boscate sull'intera area di intervento; • conservazione della vegetazione acquatica e spondale. <p>Nello specifico l'opera è stata suddivisa in 7 aree (figura seguente):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Area 1 - creazione di una zona umida golenale fuori alveo mediante: <ul style="list-style-type: none"> - realizzazione di un nuovo corpo arginale sul lato nord; - rinforzo dell'attuale argine destro dello scolo Vecchio Desolino; - abbassamento nell'area interna del piano campagna; - diminuzione della pendenza della sponda esterna dell'attuale argine sinistro del fiume Dese e creazione di un fossato interno e piccola area a lago; 		

Informazioni tecniche	Descrizione	<p>Tale operazione permetterà all'area di funzionare anche come bacino di espansione e d'invaso in caso di piena del fiume Dese;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Area 2 - creazione di un'area umida separata dai corsi d'acqua, quindi con esclusiva valenza naturalistica e paesaggistica e non idraulica; • Aree 3-4-5-6 - creazione di aree umide in adiacenza al fossato del Passante di Mestre lato ovest, che raccoglie le acque di scolo del Passante e del centro abitato di Cappella di Scorzè. L'intervento ha previsto: <ul style="list-style-type: none"> - scavi con abbassamento del piano campagna; - ampliamento della sezione del corso d'acqua; - riduzione delle pendenze di sponda; - formazione di zone umide in alveo e riporti di terra con realizzazione di terrapieni frangirumore; • Area 7 - l'area è già caratterizzata dalla presenza di una zona umida alimentata da una fontana artificiale e dall'acqua proveniente dal fosso del Passante. In termini idraulici la zona umida ha funzionalità di bacino d'invaso in momenti di piena. Il progetto ha previsto un approfondimento della parte centrale della zona umida e la contestuale riduzione della pendenza delle sponde e loro diversificazione per favorire la creazione di una vasta zona perimetrale umida adatta alla vegetazione erbacea igrofila.
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: nessun intervento, né all'interno delle zone umide né lungo i fossi; • taglio della vegetazione spondale: n. 2 interventi all'anno con trincia sarmenti lungo una sola sponda dei fossi di collegamento (l'altra sponda viene lasciata all'evoluzione naturale della vegetazione). Il taglio previsto durante il periodo vegetativo preserva la fascia di vegetazione più prossima all'acqua; • manutenzione degli impianti arborei (piantine forestali): sono previsti n. 3 interventi all'anno di taglio della vegetazione erbacea tra le piante, con macchina rasaerba per piani inclinati; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti).
	Note (pro/contro, problemi)	<p>La terra movimentata per la realizzazione delle nuove zone umide è stata utilizzata per rafforzare il sistema di barriere fonoassorbenti dell'Autostrada A4 (Passante di Mestre). Questo ha permesso di gestire le terre di scavo all'interno del cantiere ma, in alcune circostanze, ha limitato la possibilità di avere lunghe sponde degradanti, andando a discapito di una maggiore biodiversità. In presenza di queste situazioni, una possibilità alternativa è rappresentata dal mantenere alcune pareti di terra in verticale, in modo che possano risultare invitanti per la nidificazione del Martin pescatore (<i>Alcedo atthis</i>) o del Gruccione (<i>Merops apiaster</i>).</p>



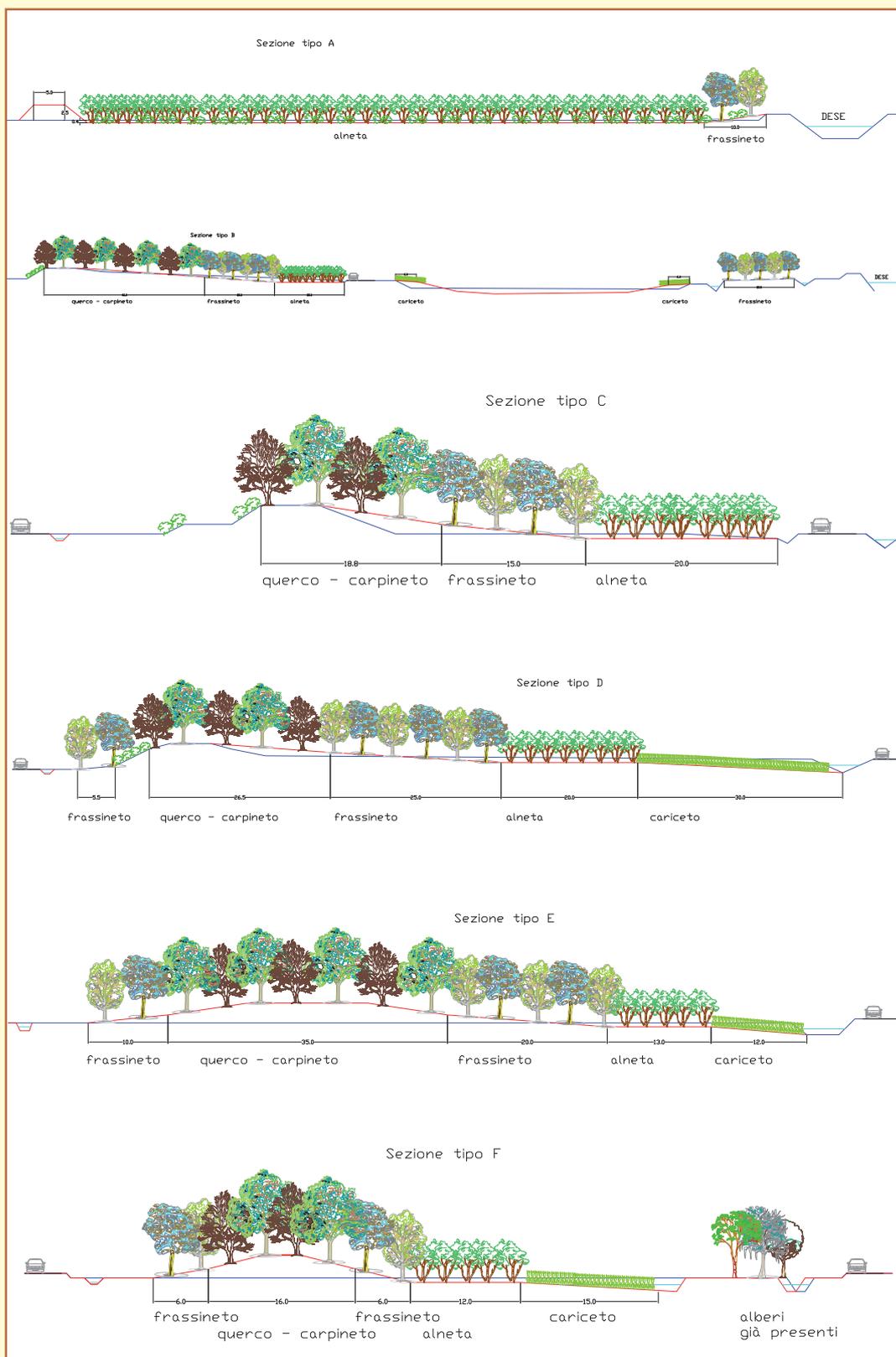




Figura 3.12 – Creazione di zone umide fuori alveo nelle aree limitrofe al Passante di Mestre in Comune di Scorzè (Venezia). Nella serie di immagini sono illustrati la planimetria di intervento e alcune sezioni tipologiche e foto rappresentative delle sezioni. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi strutturali in rete minore di bonifica, ricalibrazione e sostegni su sottobacini del Fiume Zero – 2° stralcio: Scolo Rusteghin. Azione: Creazione di zone umide fuori alveo lungo lo Scolo Rusteghin.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Mogliano Veneto (Treviso)		
	Corso d'acqua	Scolo Rusteghin		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°34'24.17"N 12°13'34.46"E F: 45°34'20.82"N 12°13'44.36"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	35.000 mq
	Anno esecuzione	2015	Costo	€ 1.440.000

Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite la creazione di una zona umida fuori alveo; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di nodi ecologici. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione e dell'agricoltura di tipo intensivo praticata nell'area. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • realizzazione di 2 zone umide (bacino A ad ovest, bacino B ad est) morfologicamente strutturate su vari livelli altimetrici rispetto al piano campagna circostante (circa 8 m sul livello del mare): un piano elevato a 7,5 m slm, una zona intermedia per la vegetazione delle elofite (golene) a circa 6,5 m slm, e infine i bacini con un fondale a 6 m slm, dunque con una profondità media di circa 50 cm; • per rallentare il flusso dell'acqua sono state progettate due penisole che tagliano trasversalmente gli specchi d'acqua. Sopra i piani e lungo le sponde delle penisole sono state messe a dimora specie arboree e arbustive; • l'acqua proveniente dallo scolo Rusteghin è indirizzata all'interno del percorso di fitodepurazione attraverso una zona di inlet, che porta al primo bacino "A". Segue un passaggio in una botte a sifone per superare la carreggiata stradale e per raggiungere il bacino "B", nel quale l'acqua scorre fino alla struttura di outlet, riversandosi nel fosso Buratti. <p>La quota dell'acqua è mantenuta costante da una soglia fissa di sfioro (il manufatto idraulico è completato da una paratoia regolabile). Il livello dell'acqua è fondamentale nella formazione degli habitat funzionali agli obiettivi ambientali, l'acqua è infatti un fattore determinante nel definire la tipologia e la crescita delle associazioni vegetali che si intendono favorire.</p>		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • taglio della vegetazione acquatica: nessun intervento all'interno delle zone umide; • taglio della vegetazione spondale: n. 2 interventi all'anno con trincia sarmenti solo lungo la sponda perimetrale delle zone umide. Il taglio previsto durante il periodo vegetativo preserva la fascia di vegetazione più prossima all'acqua; • taglio della vegetazione arborea: nessun intervento; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Le aree golenali di nuova formazione sono state lasciate alla colonizzazione spontanea della vegetazione erbacea e non sono mai state sottoposte a interventi di taglio. Per due anni consecutivi queste aree sono state interessate da rilievi floristici, con l'intenzione di individuare «costanti evolutive» di breve periodo. Uno dei risultati più interessanti è stato riscontrare come al termine della prima stagione vegetativa ci fosse una prevalenza di specie ruderali di grandi dimensioni (situazione che ha generato richieste di taglio e segnalazioni di degrado da parte dei cittadini), mentre al termine della seconda stagione vegetativa risultava dominante la componente floristica spiccatamente idrofila. Avere evitato di intervenire con il taglio ha quindi favorito le specie a crescita più lenta e maggiormente legate agli ambienti umidi naturali.</p>		

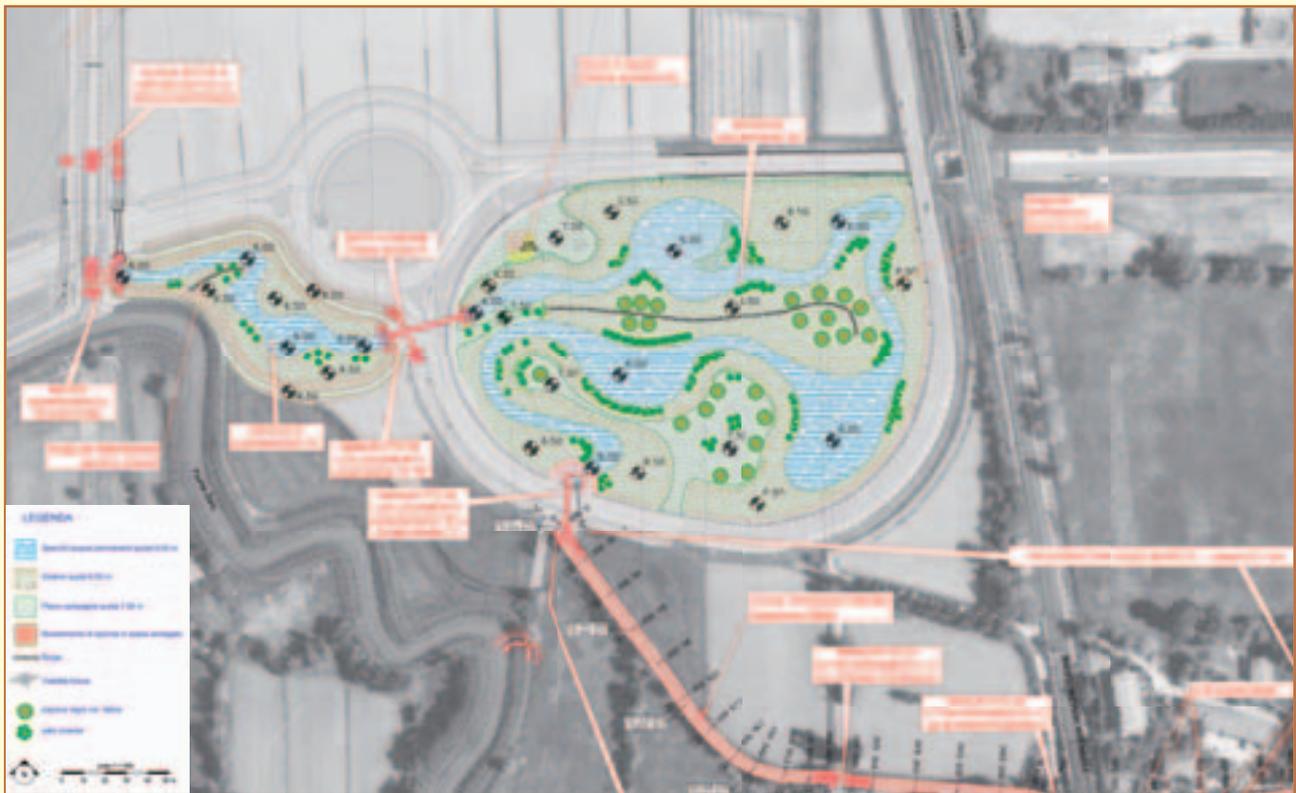


Figura 3.13 – Creazione di una zona umida fuori alveo a servizio dello Scolo Rusteghin. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dello Scolo Vernise nei Comuni di Zero Branco e Scorzè. Azione: Creazione di zone umide fuori alveo lungo lo Scolo Vernise.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive		
	Comune e Provincia	Zero Branco (Treviso) - Scorzè (Venezia)		
	Corso d'acqua	Scolo Vernise		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°36'36.52"N 12°7'9.31"E F: 45°36'6.90"N 12°9'2.82"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	5.000 m 47.000 mq (wetland)
	Anno esecuzione	2020	Costo	€ 3.430.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite la diversificazione morfologica dell'alveo, l'incremento della vegetazione acquatica e palustre e la creazione di zone umide fuori alveo; • diminuzione del rischio di esondazione; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di nodi ecologici. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • esondazioni causate dalla sezione insufficiente; • biodiversità minima a causa della pressoché nulla diversificazione morfologica della sezione di forma trapezia e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • realizzazione di due wetland che lavorano in parallelo: <ul style="list-style-type: none"> - Wetland 1: tratta le portate dello Scolo Vernise, ha una superficie utile di 1,10 ha, suddivisa in due bacini da 0,55 ha cadauno, ed è situata in un'area di intervento che si sviluppa per complessivi 2,40 ha; - Wetland 2: tratta le portate di un affluente di destra che confluisce nello Scolo Vernise all'estremità di valle dell'area; ha una superficie utile di 1,50 ha ed è situata in un'area di intervento che si sviluppa per complessivi 2,30 ha; • sono previste trappole per sedimenti in corrispondenza delle opere di alimentazione delle due wetland, al fine anche di ridurre i solidi in ingresso nelle aree umide prolungandone così il ciclo di vita atteso: <ul style="list-style-type: none"> - trappola 1: viene realizzata tramite un ampliamento della sezione dello Scolo Vernise (all'estremità di valle, in un approfondimento, è posto il sistema di presa per l'alimentazione della wetland 1); - trappola 2: è ricavata direttamente nel sistema di distribuzione della portata di alimentazione della wetland 2. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • se ci si prefigge di massimizzare i tassi di rimozione dell'azoto, permettere anche una rimozione di fosforo e allungare il ciclo di vita atteso delle wetland, si possono prevedere due sfalci annui con asporto della vegetazione palustre; • se ci si prefigge una maggiore attenzione alle valenze naturalistiche, si possono evitare interventi invasivi. 		
	Note (pro/controllo, problemi)	<p>Il progetto è descritto anche al CAPITOLO 1 - SCHEDA R1 "Ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali", dove si analizza la componente morfologico-idraulica, e al CAPITOLO 2 - SCHEDA D1 "Risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una fascia di mobilità del canale", nella sua componente legata al controllo del dissesto spondale. Nel presente CAPITOLO 3 si analizza invece la componente legata all'aumento della capacità autodepurativa.</p> <p>Se si presentano dei vincoli in termini di quote di scavo, può risultare necessario alimentare la zona umida di fitodepurazione tramite un impianto di sollevamento; è comunque buona pratica fare in modo che i bacini vengano alimentati per gravità.</p>		

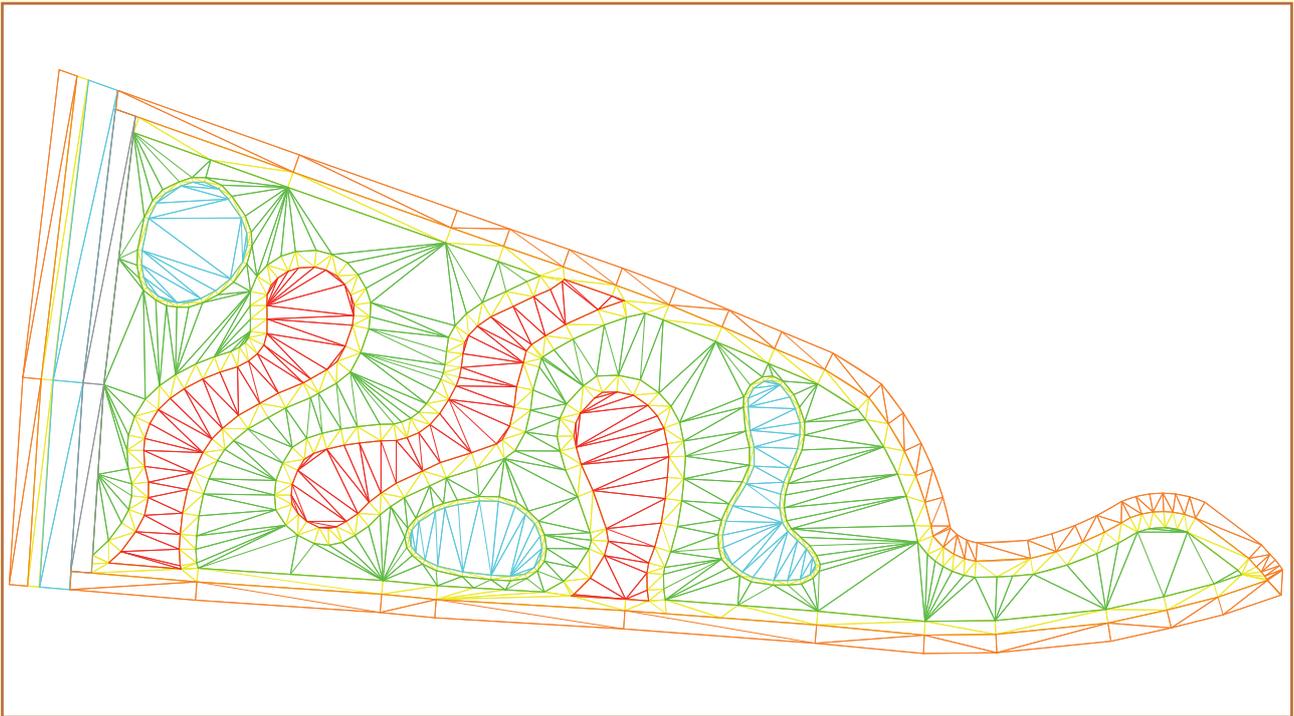


Figura 3.14 – Creazione di zone umide fuori alveo a servizio dello Scolo Vernise. Nelle immagini è possibile vedere la planimetria di intervento (in rosso le aree poste a quota più elevata, in verde quelle a quota media e in azzurro quelle più profonde) e le zone umide appena realizzate al termine dei lavori. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Opere di diversione idraulica dalla Laguna, incremento degli invasi e controllo dell'inquinamento diffuso di origine agricola. Azione: Creazione di una zona umida fuori alveo lungo il Canale Altipiano – Bacino di fitodepurazione Ca' di mezzo.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Adige Euganeo			
	Comune e Provincia	Codevigo (Padova)			
	Corso d'acqua	Canale Altipiano			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°13'35.6"N 12°08'59.3"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	30 ettari	
	Anno esecuzione	2000	Costo	€ 500.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del carico di nutrienti veicolati alla Laguna di Venezia tramite la creazione di una zona umida fuori alveo; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di nodi ecologici; • diminuzione del rischio di esondazione; • creazione delle condizioni per la fruibilità dell'area. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione e dell'uso agricolo dei terreni circostanti; • esondazioni causate dalla sezione insufficiente del canale. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • creazione di un'area umida con finalità fitodepurative, tipico esempio di ecosistema palustre completamente ricostruito su terreni precedentemente utilizzati marginalmente per fini agricoli, in espansione di un relitto di golena del fiume Bacchiglione; • l'area umida riceve le acque dal Canale Altipiano attraverso un sostegno idraulico regolabile in altezza posto sullo stesso canale, che crea un dislivello di 10-30 cm per consentire alle acque del canale di entrare nell'area umida e di uscire dallo scarico dopo avere attraversato tre vasche; • l'area umida copre una superficie di oltre 30 ettari e può invasare fino a 500.000 mc d'acqua, permettendo di allungare il tempo di permanenza delle acque a contatto con le piante, aria, terreno, facilitando tutti i fenomeni fisici, chimici, biologici naturali della fitodepurazione; • l'area costituisce anche un utile invaso di piena per evitare gli allagamenti della zona; • con l'inserimento di molte specie vegetali autoctone idrofile, arbusti ed alberi, l'area è divenuta progressivamente un'oasi naturalistica di grande pregio cogestita con Legambiente di Padova. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • sporadico sfalcio della vegetazione acquatica se invasiva, ogni 3-4 anni con motobarca diserbatrice; • sfalcio delle specie erbacee che ostacolano il percorso fruibile dai visitatori; • conservazione degli habitat indisturbati in alveo (nessun risonamento o espurgo previsti); • piantumazione di specie arboree e arbustive solo in sostituzione di quelle ammalorate. 			
	Note (pro/contro, problemi)	<p>A metà degli anni '90 il bacino di Ca' di Mezzo è stato la prima e più ampia area umida ideata in Italia, la cui progettazione ed esecuzione è stata condizionata dalle limitate esperienze fruibili. Alcuni specchi d'acqua sono eccessivamente profondi e la morfologia non è sufficientemente sinuosa, per cui la velocità dell'acqua può essere eccessiva rispetto alla necessità di garantire lunghi tempi di residenza a fini depurativi. Peraltro, la lezione appresa in questo contesto ha permesso di perfezionare le successive aree umide realizzate in Regione Veneto. La zona umida ha inoltre favorito innumerevoli collaborazioni con Istituti universitari ed Associazioni ambientaliste e la fruizione dei cittadini.</p>			

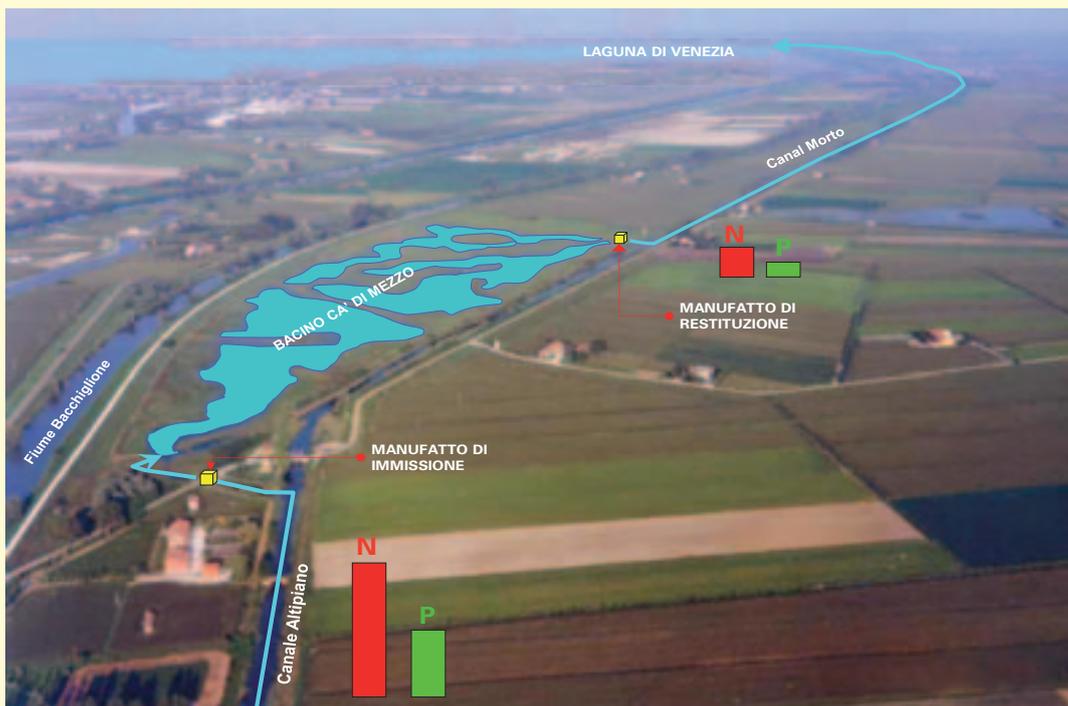
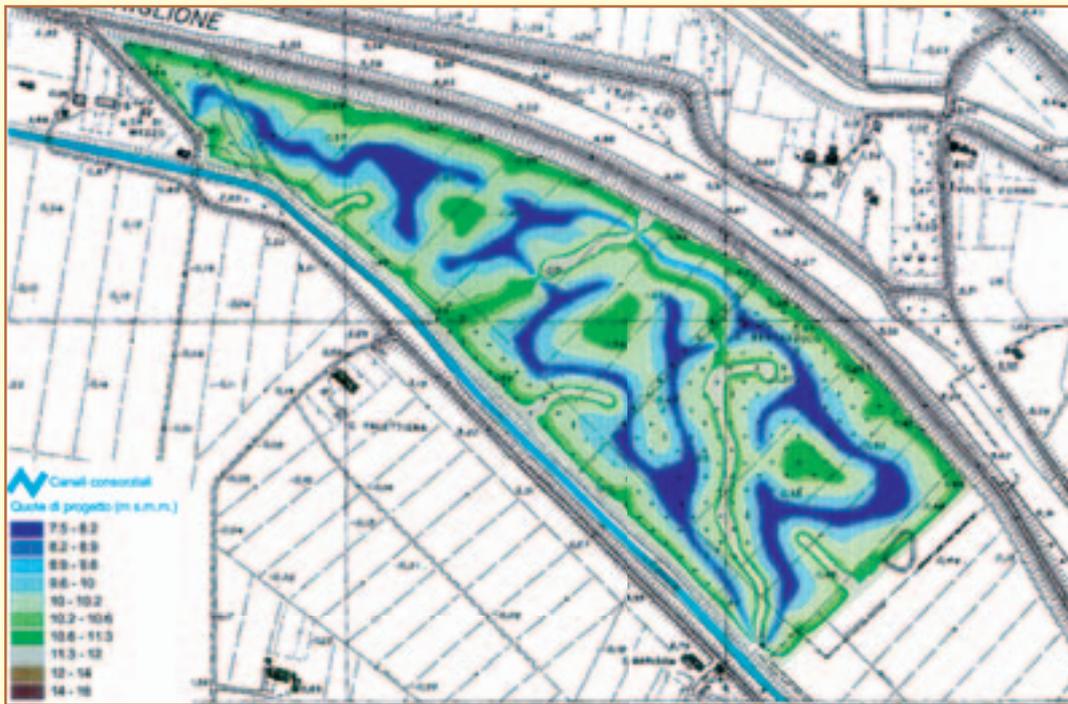




Figura 3.15 – Zona umida fuori alveo “Cà di mezzo.” Nella serie di immagini è possibile vedere lo schema di funzionamento della zona umida e foto dall’alto e di campo che permettono di apprezzarne la biodiversità morfologica e vegetazionale presente. (Fonte: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi in rete minore di bonifica - Ricalibratura e sostegni nei canali Barbegara, Rebosola, S. Silvestro. Azione: Creazione di una zona umida fuori alveo lungo il Canale Barbegara.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Adige Euganeo		
	Comune e Provincia	Correzzola (Padova)		
	Corso d'acqua	Zona umida Barbegara – Canale Barbegara		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°13'34.64"N 12°2'46.15"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	8 ettari
	Anno esecuzione	2000	Costo	€ 500.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del carico di nutrienti veicolati alla Laguna di Venezia tramite la creazione di una zona umida fuori alveo; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di nodi ecologici; • diminuzione del rischio di esondazione. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione e dell'uso agricolo dei terreni circostanti; • esondazioni causate dalla sezione insufficiente del canale e dalla limitata portata della idrovora Barbegara. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • creazione di un'area umida fuori alveo con finalità fitodepurative, tipico esempio di ecosistema palustre completamente ricostruito su terreni precedentemente utilizzati per fini agricoli; • l'area umida riceve le acque dal Canale Barbegara a deflusso meccanico; • l'area umida permette di allungare il tempo di permanenza delle acque a contatto con le piante, aria, terreno, facilitando tutti i fenomeni fisici, chimici, biologici naturali della fitodepurazione; • l'area costituisce anche un utile invaso di piena per evitare gli allagamenti nel bacino a bonifica meccanica; • con la colonizzazione da parte di specie vegetali palustri e acquatiche, l'area è divenuta progressivamente un'oasi naturalistica di pregio. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • periodico sfalcio della vegetazione che ostacola i percorsi fruibili ai visitatori; • occasionale sfalcio della vegetazione acquatica solo in caso di un eccessivo sviluppo di castagna d'acqua, mediante barca diserbatrice, ogni 3-4 anni; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/controllo, problemi)	L'attecchimento della <i>Phragmites</i> in fitocella su terreni rimaneggiati con scarsa componente organica è difficoltoso. Sono stati invece ottenuti buoni risultati dallo spaglio di rizomi.		



Figura 3.16 – Zona umida Barbegara. Nelle immagini è possibile apprezzare lo schema di funzionamento dell'area, con i sostegni posti sul canale Barbegara (in rosso) che permettono l'ingresso delle acque a gravità nell'area, e la colonizzazione da parte delle specie vegetali palustri e acquatiche. (Fonte: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Integrazione di rete fognaria e rete di bonifica per l'autodepurazione nei bacini centrali. Azione: Creazione di una zona umida fuori alveo lungo il Canale Sorgaglia.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Adige Euganeo		
	Comune e Provincia	Arre (Padova)		
	Corso d'acqua	Zona umida Canale Sorgaglia		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°12'15.09"N 11°55'24.95"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	4 ettari
	Anno esecuzione	2015	Costo	€ 500.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del carico di nutrienti veicolati alla Laguna di Venezia tramite la creazione di una zona umida in parte in alveo e in parte fuori alveo; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • diminuzione del rischio di esondazione nelle aree più depresse di un bacino a bonifica meccanica; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di nodi ecologici. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione e dell'uso agricolo dei terreni circostanti; • esondazioni causate dalla sezione insufficiente del canale e dalla limitata portata della idrovora. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • creazione di un'area umida in parte in alveo e in parte fuori alveo con finalità fitodepurative, tipico esempio di ecosistema palustre completamente ricostruito su terreni precedentemente utilizzati per fini agricoli; • l'area umida riceve le acque dal Canale Sorgaglia che poi fluiscono a gravità per poi rientrare nel medesimo canale; • l'area umida permette di allungare il tempo di permanenza delle acque a contatto con le piante, aria, terreno, facilitando tutti i fenomeni fisici, chimici, biologici naturali della fitodepurazione; • l'area costituisce anche un utile invaso di piena per evitare gli allagamenti della zona; • con la colonizzazione da parte di specie vegetali palustri e acquatiche, l'area è divenuta progressivamente un'oasi naturalistica di pregio. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • pressoché soppresso lo sfalcio della vegetazione acquatica; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/contro, problemi)	<p>La progettazione e l'esecuzione hanno potuto sfruttare le migliori esperienze maturate dal Consorzio nelle più recenti realizzazioni di aree umide eseguite nel bacino scolante; si registrano ottimi risultati di attecchimento delle specie vegetali e la presenza di ittiofauna e avifauna.</p>		



Figura 3.17 – Zona umida Canale Sorgaglia. Nelle immagini è possibile apprezzare la zona umida vista dall'alto e la colonizzata da parte delle specie vegetali palustri e acquatiche. (Fonte: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Integrazione di rete fognaria e rete di Bonifica, incremento dell'invaso e della capacità di autodepurazione nelle valli di Galzignano e di Arquà Petrarca e nel canale di scarico Carmine. Azione: Creazione della zona umida di Cingolina.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Adige Euganeo		
	Comune e Provincia	Galzignano Terme (Padova)		
	Corso d'acqua	Zona umida Cingolina – Canale Regazzoni-San Bortolo		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°18'10.44"N 11°45'16.97"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	3 ettari
	Anno esecuzione	2010	Costo	€ 250.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del carico di nutrienti veicolati alla Laguna di Venezia tramite la creazione di una zona umida fuori alveo; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di nodi ecologici; • diminuzione del rischio di esondazione nelle aree più depresse del bacino a bonifica meccanica. 		
	Descrizione	Il progetto affronta le seguenti problematiche: <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione e dell'uso agricolo dei terreni circostanti; • esondazioni causate dalla portata insufficiente della idrovora del bacino. L'intervento ha previsto quindi: <ul style="list-style-type: none"> • creazione di un'area umida fuori alveo con finalità fitodepurative, tipico esempio di ecosistema palustre completamente ricostruito su terreni precedentemente utilizzati per fini agricoli; • l'area umida riceve le acque dal Canale Regazzoni-San Bortolo che poi fluiscono a gravità per poi rientrare nel canale Bagnarolo e di qui alla idrovora; • l'area umida permette di allungare il tempo di permanenza delle acque a contatto con le piante, aria, terreno, facilitando tutti i fenomeni fisici, chimici, biologici naturali della fitodepurazione; • l'area costituisce anche un utile invaso di piena per evitare gli allagamenti della zona • con la colonizzazione da parte di specie vegetali palustri e acquatiche l'area è divenuta progressivamente un'oasi naturalistica di pregio in area pedecollinare euganea. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • pressoché escluso lo sfalcio della vegetazione acquatica; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti). 		
	Note (pro/controllo, problemi)	Si registrano problemi sopravvenuti per la recente presenza di acque salate di origine termale, che tendono a pregiudicare la vegetazione presente.		

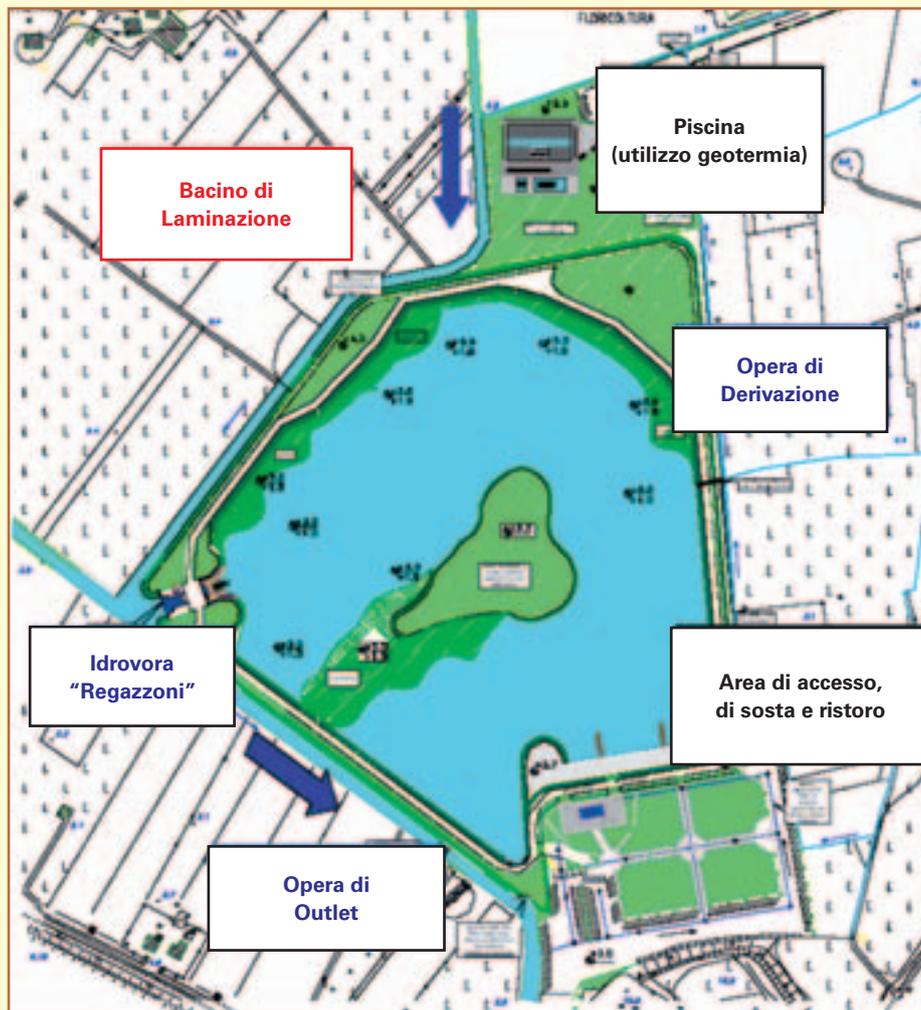


Figura 3.18 – Zona umida Cingolina a Galzignano Terme. Nelle immagini è possibile apprezzare lo schema di progetto e i lavori di scavo a profondità diverse dell'area, successivamente colonizzata da parte delle specie vegetali palustri e acquatiche. (Fonte: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Lavori di costruzione di un'area pilota di fitodepurazione per integrazione di reti fognarie e rete di bonifica. Azione: Creazione della zona umida di Monselice.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Adige Euganeo		
	Comune e Provincia	Monselice (Padova)		
	Corso d'acqua	Zona umida di Monselice – Canale Desturo		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°13'19.14"N 11°45'58.54"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	6 ettari
	Anno esecuzione	2002	Costo	€ 2.000.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del carico di nutrienti veicolati alla Laguna di Venezia tramite la creazione di una zona umida fuori alveo; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di nodi ecologici; • diminuzione del rischio di esondazione di aree agricole depresse ed urbanizzate; • fruibilità ludico culturale della cittadinanza. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia dall'impianto di depurazione cittadino; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione e dell'uso agricolo dei terreni circostanti; • esondazioni causate dalla sezione insufficiente del canale proveniente da un'area urbana. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • creazione di un'area umida fuori alveo con finalità fitodepurative, tipico esempio di ecosistema palustre completamente ricostruito su terreni precedentemente utilizzati per fini agricoli; • l'area umida riceve le acque dal Canale Desturo, immesse tramite impianto di sollevamento, che poi fluiscono a gravità per poi rientrare nello stesso canale; • l'area umida permette di allungare di alcuni giorni il tempo di permanenza delle acque a contatto con le piante, aria, terreno, facilitando tutti i fenomeni fisici, chimici, biologici naturali della fitodepurazione; • l'area costituisce anche un utile invaso di piena per evitare gli allagamenti della zona; • con la colonizzazione da parte di specie vegetali palustri e acquatiche l'area è divenuta progressivamente un'oasi naturalistica di pregio gestita da una associazione ambientalista. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • pressoché abolito lo sfalcio della vegetazione acquatica; periodicamente eseguito lo sfalcio della vegetazione che ostacola i percorsi dei visitatori; • conservazione degli habitat in alveo (nessun risezionamento o espurgo previsti) incoraggiata la piantumazione di specie autoctone per motivi didattici. 		
	Note (pro/controllo, problemi)	<p>Si tratta della prima esperienza nel bacino scolante della Laguna di Venezia di finissaggio fitodepurativo di reflui fognari di un impianto di depurazione a fanghi attivi.</p> <p>Si registra un'eccellente efficacia di abbattimento microbiologico e dei nutrienti.</p> <p>È apprezzata la fruizione da parte dei cittadini e dalle associazioni ambientaliste e culturali.</p>		



Figura 3.19 – Zona umida di Monselice. Nelle immagini è possibile apprezzare la planimetria dell'area con vista aerea e i lavori di scavo a profondità diverse e la successiva colonizzazione da parte delle specie vegetali palustri e acquatiche. (Fonte: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interconnessione dei bacini idraulici Rebosola e Civrana in Comune di Cona (Venezia) nell'azienda agricola Civrana. Azione: Creazione della zona umida Canale Rebosola.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Adige Euganeo		
	Comune e Provincia	Cona (Venezia)		
	Corso d'acqua	Zona umida Civrana - Canale Rebosola		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°10'37.95"N 12°3'17.92"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	10 ettari
	Anno esecuzione	In attesa di esecuzione	Costo	€ 600.000 + cofinanziamento privato € 100.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del carico di nutrienti veicolati alla Laguna di Venezia tramite la creazione di una zona umida fuori alveo; • miglioramento qualitativo di acque ad uso irriguo per colture aziendali biologiche e del bacino; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di nodi ecologici; • incremento della fruibilità didattica-cultura. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione e dell'uso agricolo dei terreni circostanti; • sofferenza idraulica causata dalla limitata capacità d'invaso del bacino a bonifica meccanica. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • creazione di un'area umida fuori alveo con finalità fitodepurative, tipico esempio di ecosistema palustre completamente ricostruito su terreni precedentemente utilizzati per fini agricoli; • l'area umida riceve le acque dal Canale Rebosola che poi fluiscono a gravità per poi rientrare nel canale Civrana; • l'area umida permette di allungare il tempo di permanenza delle acque a contatto con le piante, aria, terreno, facilitando tutti i fenomeni fisici, chimici, biologici naturali della fitodepurazione; • l'area costituisce anche un utile invaso di piena per evitare il rischio di allagamenti della zona urbana; • con la colonizzazione da parte di specie vegetali palustri e acquatiche l'area è divenuta progressivamente un'oasi naturalistica di pregio. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • previsto lo sfalcio della vegetazione acquatica all'occorrenza con tradizionali mezzi operativi; • conservazione degli habitat in alveo riducendo l'estrazione del sedimento al solo tratto sinuoso, con periodicità ogni 3-4 anni. 		
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Opera non ancora realizzata, in attesa di conclusione dell'iter approvativo. Risulta essere di estremo interesse come unico esempio di cofinanziamento da parte della Regione e di una azienda agricola in relazione a progetti con specifiche finalità plurime e pubbliche in ambito consortile.</p>		

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Progetto LIFE+ Colli Berici Natura 2000 "Azioni di conservazione, miglioramento degli habitat e delle specie e salvaguardia della naturalità del SIC Colli Berici" (LIFE 08 NAT/IT/362) - Azione C8. Azione: Creazione di un'area umida.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta			
	Comune e Provincia	Orgiano e San Germano dei Berici (Vicenza)			
	Corso d'acqua	Scolo Vanezza e Fossa di Mezzo (non demaniale)			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°22'11.69"N 11°28'44.90"E F: 45°21'26.36"N 11°28'54.77"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	600 mq	
	Anno esecuzione	2013	Costo	€ 1.530.298	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di nodi ecologici; • diminuzione del rischio di esondazione. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bassa biodiversità a causa della scarsa diversificazione morfologica della sezione di forma regolare del canale e delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • scavo di un piccolo bacino di circa 600 mq e di un fossato perimetrale di alimentazione e scolo • realizzazione del bacino con quote diversificate al fine di creare ambienti caratterizzati da valori di umidità differenti; • escavazione ex novo del fosso perimetrale profilando la sezione in modo da lasciare una banchina costantemente imbibita dall'acqua e dunque idonea all'insediamento della vegetazione palustre; • posizionamento di un sifone che attinge acqua dal corso della Liona; • inserimento di una serie di paratie mobili per mantenere costante e regolato il livello dell'acqua; • rinverdimento delle sponde e del piano campagna circostanti la zona umida tramite azioni miranti alla costituzione di un prato umido, utilizzando a tal proposito un riporto di fieno da un prato donatore sito in area berica. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • la vegetazione messa a dimora nella zona umida si è complessivamente ben affermata e non richiede specifici interventi manutentivi; • il livello dell'acqua nel canale e nel bacino viene regolato agendo sulle paratie, in modo da assicurare perennemente l'acqua nella porzione centrale della pozza e nelle canalette fino al livello della banchina. 			
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Il progetto è descritto anche al CAPITOLO 1 - SCHEDE R1 "Ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali" in relazione agli aspetti idraulico-morfologici.</p> <p><u>Nel presente capitolo si focalizza invece l'attenzione sulla componente naturalistica dell'intervento e sulla capacità autodepurativa dello stesso (sebbene nel caso in studio quest'ultimo obiettivo non sia ricercato in modo esplicito).</u></p> <p>L'intervento mostra una tipologia di azione vocata maggiormente agli aspetti naturalistici rispetto a quelli depurativi, dimostrando come anche azioni locali ma mirate possano permettere di incrementare significativamente la biodiversità di un territorio.</p>			



Figura 3.21 – Creazione di un micro bacino di laminazione. Nell'immagine è possibile vedere il bacino colonizzato da vegetazione palustre subito dopo l'esecuzione dei lavori e lo stato attuale del bacino a distanza da alcuni anni dalla realizzazione del progetto. (Fonte: Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: LIFE BEWARE - BEtter Water management for Advancing REsilient communities in Europe - Misure di ritenzione naturale delle acque (LIFE 17 GIC/IT/000091). Azione: Creazione di un bacino in ambito agricolo (water retention basin) a fini irrigui, idraulici e ambientali.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta			
	Comune e Provincia	Santorso, Marano Vicentino, Schio (Vicenza)			
	Corso d'acqua	Fosso Sant'Angelo e micro-bacino realizzato nell'area agricola di Giavenale (Comune di Schio)			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°41'34.73"N 11°24'28.87"E F: 45°41'36.79"N 11°25'15.64"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	2.500 mc	
	Anno esecuzione	Inizio lavori: 2018 Conclusione prevista: 2022	Costo	2.104.556 euro (budget complessivo dei progetti LIFE BEWARE)	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • creazione di accumuli di acqua ad uso irriguo; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di nodi ecologici; • diminuzione delle esondazioni. <p>Più in generale si è perseguito l'obiettivo di elaborare una strategia di adattamento al cambiamento climatico e al conseguente rischio alluvionale, basata sull'infiltrazione e lo stoccaggio dell'acqua nelle aree rurali e urbane, attraverso il coinvolgimento attivo delle comunità locali.</p>			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • necessità di acque ad uso irriguo; • bassa biodiversità delle aree ad uso agricolo. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • costruzione di un micro-bacino di 2.500 mc allo scopo di trattenere e rallentare il deflusso dell'acqua verso valle e garantire, anche in periodi di siccità, la risorsa idrica alle attività agricole della zona; • messa a dimora lungo il perimetro del bacino di una fascia di vegetazione tipica dei territori di pianura veneti, al fine di aumentare la biodiversità della zona e creare habitat per diverse specie animali; • la fascia di vegetazione palustre è stata posizionata in un ampio gradino realizzato lungo il bordo del bacino, così da interrompere la pendenza della sponda per evitare cadute accidentali nell'acqua profonda; • in questa fascia sono state inserite specie tipiche degli habitat che stanno scomparendo, come i prati umidi (molini) e i magnocariceti; tra le specie utilizzate, alcune sono comprese nella lista rossa della Regione Veneto (<i>Allium angulosum</i> e <i>Senecio paludosus</i>). 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • la fascia di vegetazione posta lungo il margine del bacino sarà curata da Veneto Agricoltura, partner del progetto, al fine di incrementare la biodiversità e creare microhabitat diversificati. 			
	Note (pro/contro, problemi)	<p>L'intervento si differenzia dalle altre azioni descritte dal Manuale in quanto finalizzato primariamente a sopperire ai problemi di approvvigionamento irriguo: la componente ecologica del progetto è rappresentata principalmente dalla fascia vegetata realizzata lungo il perimetro del bacino e dallo stesso accumulo delle acque, per le funzioni che svolge a favore di avifauna, anfibi, fauna ittica, ecc.</p>			





Figura 3.22 – Creazione di un bacino in ambito agricolo (water retention basin) per l'accumulo delle acque. Nelle immagini è possibile vedere il bacino in fase di costruzione e il particolare della banchina spondale su cui è stata messa a dimora la vegetazione palustre. (Fonte: Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta).

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi idraulico-ambientali nella rete dei canali e specchi d'acqua che alimentano il contesto paesaggistico di Villa Contarini in Comune di Piazzola sul Brenta - 2° stralcio. Azione: Riqualificazione dell'invaso del Camerini in località Presina a Piazzola sul Brenta per l'accumulo delle acque a fini idraulici, irrigui e ambientali.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Brenta			
	Comune e Provincia	Piazzola sul Brenta (Padova)			
	Corso d'acqua	Roggia Contarina			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°34'19.00"N 11°44'41.59"E F: 45°34'12.76"N 11°44'44.84"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	34.000 mq	
	Anno esecuzione	2014	Costo	€ 481.534	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • creazione di un accumulo di acqua ad uso irriguo; • diminuzione delle esondazioni; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di nodi ecologici. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • interrimento dell'invaso esistente; • necessità di potenziare la valenza ecologica del bacino esistente. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • risagomatura del bacino per rimuovere i sedimenti che si erano accumulati nel tempo al suo interno; • realizzazione di una nuova sponda degradante per favorire la colonizzazione da parte della vegetazione palustre; • realizzazione di un terrapieno per separare e schermare il lato prossimo alla viabilità; • creazione di un percorso naturalistico. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	Il Consorzio intende affidare ad un'associazione locale la gestione dell'area con finalità di tutela naturalistica e di fruizione regolamentata da parte dei cittadini. La gestione sarà realizzata facendo proprie le modalità di lavoro del Parco di Isola. La gestione idraulica dell'area rimarrà in capo al Consorzio.			
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Le opere di riqualificazione ambientale e di recupero dei manufatti previste faranno parte del percorso di visita ideato per località Piazzola.</p> <p>L'analisi storica ha messo in evidenza la rilevanza, per la comunità locale di Piazzola, del valore identitario del Bacino di Isola, significativo per la fisionomia del luogo e come testimonianza del processo di trasformazione/infrastrutturazione derivata dalla gestione della famiglia Camerini.</p> <p>Da tali premesse deriva anche il progetto per la rimessa in funzione della centralina idroelettrica ed il restauro dei manufatti edilizi che ne fanno parte.</p>			

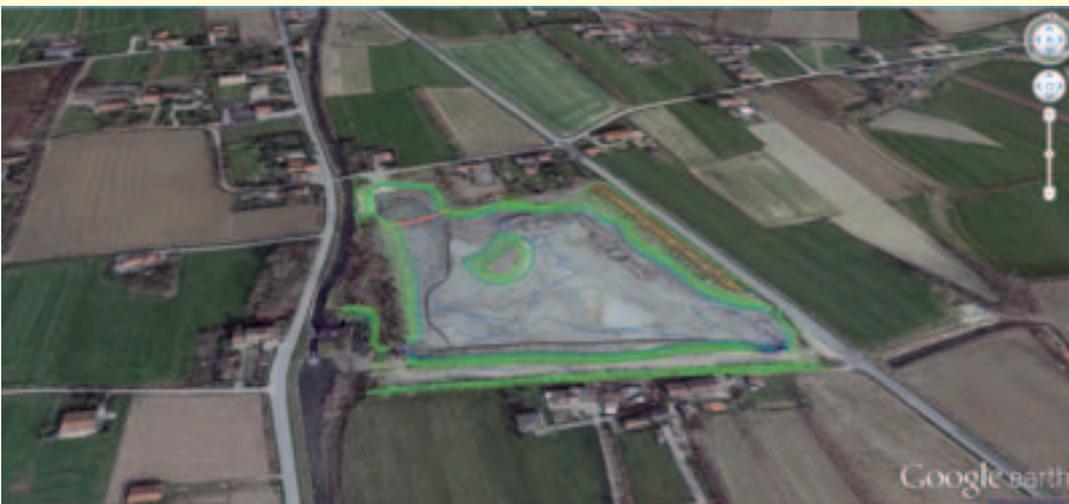
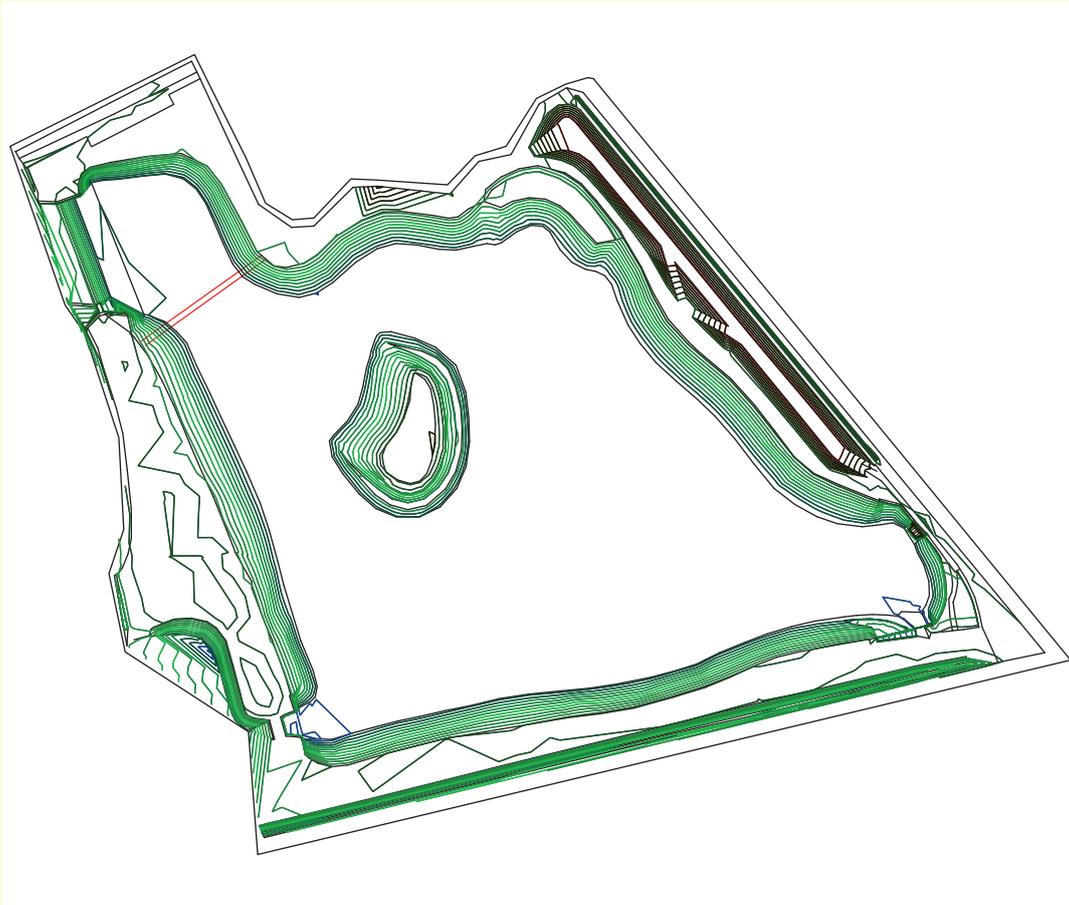




Figura 3.23 – Riqualficazione dell’invaso del Camerini in località Presina a Piazzola sul Brenta per l’accumulo delle acque a fini idraulici, irrigui e ambientali. Nelle immagini è possibile vedere la valenza naturalistica e fruitiva del bacino. (Fonte: Consorzio di Bonifica Brenta)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Disinquinamento Laguna Veneta - Sistemazione idraulica della rete di bonifica dell'area denominata "Candellara" Azione: Costruzione di un invaso per l'accumulo delle acque a fini idraulici e ambientali.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Piave		
	Comune e Provincia	Meolo (Venezia)		
	Corso d'acqua	Bacino di Candellara – Fiumi Meolo e Vallio		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°36'43.66"N 12°26'12.78"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	Superficie area di progetto: 155 ha Lunghezza canali dell'area: 3.164 m Superficie vasca: 7.000 mq
	Anno esecuzione	2005	Costo	€ 666.987
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione delle esondazioni; • aumento della capacità autodepurativa del sistema; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di nodi ecologici. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • esondazioni causate da insufficienza idraulica della rete scolante; • bassa biodiversità delle aree ad uso agricolo; • carico di nutrienti nelle acque veicolate. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la realizzazione di interventi di ingegneria naturalistica per la rivegetazione spondale con idrosemina e copertura diffusa e viminata al piede dei canali all'interno dell'area di progetto (si veda il Capitolo 2 del presente Manuale); • risezionamento di alcuni collettori con la creazione di sostegni che hanno aumentato la capacità di invaso della rete idraulica, determinando un aumento dei tempi di ritenzione dell'acqua all'interno del bacino drenato, incrementando la capacità autodepurativa del corpo idrico e creando un habitat di elevato valore ed interesse ecosistemico; • realizzazione di una cassa di espansione, prevedendo: <ul style="list-style-type: none"> - che la stessa venga adibita sia all'accumulo delle acque in caso di piena sia a contribuire al miglioramento della qualità delle acque che vengono raccolte dai collettori presenti nel bacino drenato; - la realizzazione di sponde a bassa pendenza per favorire la colonizzazione delle specie palustri; - la sagomatura di una sponda con pendenza di circa 1:20, ove sono state messe a dimora specie arboree e arbustive. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<p>La gestione del sito avviene attraverso la manutenzione dei canali con sfalci più frequenti nel periodo vegetativo (circa 3-4 volte) su sponde alterne lasciando una fascia erbosa a ridosso del pelo libero del canale e 1 o 2 sfalci su entrambe le sponde nel periodo invernale, mentre la manutenzione delle specie arboree lungo la cassa e lungo le sponde avviene per mezzo di una potatura annuale dei rami più sporgenti. La vegetazione acquatica viene sfalcata due volte l'anno nei periodi adatti a non intercettare la ripopolazione di specie di rettili e anfibi, alternando il taglio su metà sezione del letto del canale. L'intervento viene gestito con motobarca all'interno dell'alveo del canale.</p>		
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Il progetto ha permesso di sperimentare modalità di progettazione integrata, mettendo in evidenza come anche in situazioni localizzate sia possibile tentare di coniugare, con i limiti dati dal contesto del singolo caso studio, esigenze idrauliche e ambientali; in questo caso l'enfasi del progetto è stata posta principalmente sull'aumento dei tempi di ritenzione, per favorire l'autodepurazione, e meno su quelli strettamente naturalistici (creazione di habitat), sebbene l'uso dell'ingegneria naturalistica lungo le sponde vada anche in quest'ultima direzione.</p>		



Figura 3.24 – Creazione di una vasca di espansione in località Candellara (Comune di Meolo) con finalità idrauliche e ambientali. (Fonte: Consorzio di Bonifica Piave)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Progetto definitivo di riqualificazione fluviale dell'area umida denominata Mulino Dariol. Azione: Costruzione di un canale meandriforme con la funzione di invaso per l'aumento della capacità autodepurativa del sistema di canali afferenti.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Piave		
	Comune e Provincia	San Biagio di Callalta (Treviso)		
	Corso d'acqua	Canale meandriforme con funzioni di area umida di accumulo presso il Mulino Dariol		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°40'25.95"N 12°24'15.08"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	4.000 mq
	Anno esecuzione	2005	Costo	€ 149.780
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del carico di nutrienti veicolati verso la Laguna di Venezia; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di fasce riparie; • aumento della capacità di invaso dello scaricatore, con conseguente aumento dei tempi di ritenzione delle acque. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • scavo di un nuovo canale meandriforme con pendenza delle sponde variabile, per favorire la colonizzazione di specie palustri e riparie, e pendenza di fondo molto bassa (0,07%), per garantire un deflusso a bassa velocità e quindi favorire la ritenzione delle acque; • realizzazione di un sostegno sul canale scaricatore per garantire la capacità di invaso e un'adeguata regolazione del deflusso delle acque attraverso il canale; • protezione delle sponde mediante realizzazione di interventi di ingegneria naturalistica "viva" (si veda il Capitolo 2 del presente Manuale); • piantumazione di specie arboree e arbustive che si integrano con quelle esistenti; • il miglioramento della qualità delle acque si ottiene grazie alla realizzazione del canale meandriforme, che genera un aumento della capacità di invaso con conseguente aumento dei tempi di ritenzione, e con il contemporaneo sviluppo delle specie vegetali palustri. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<p>La gestione avviene almeno due volte l'anno per lo sfalcio della vegetazione lungo le sponde, mentre più frequente è lo sfalcio delle specie acquatiche, che nel tratto di interesse creano un ostacolo al normale deflusso del canale. Lo sfalcio della vegetazione dell'area verde avviene in modo da mantenere un'altezza dell'erba calpestabile, cercando inoltre di far sfiorire le essenze erbacee per favorire la colonizzazione di insetti pronubi.</p>		
	Note (pro/contro, problemi)	<p>La necessità di riqualificare un sito dismesso è stata trasformata in un'occasione di realizzare un intervento idraulico-naturalistico e di rendere il sito un'isola verde nel mezzo della pianura Trevigiana.</p>		

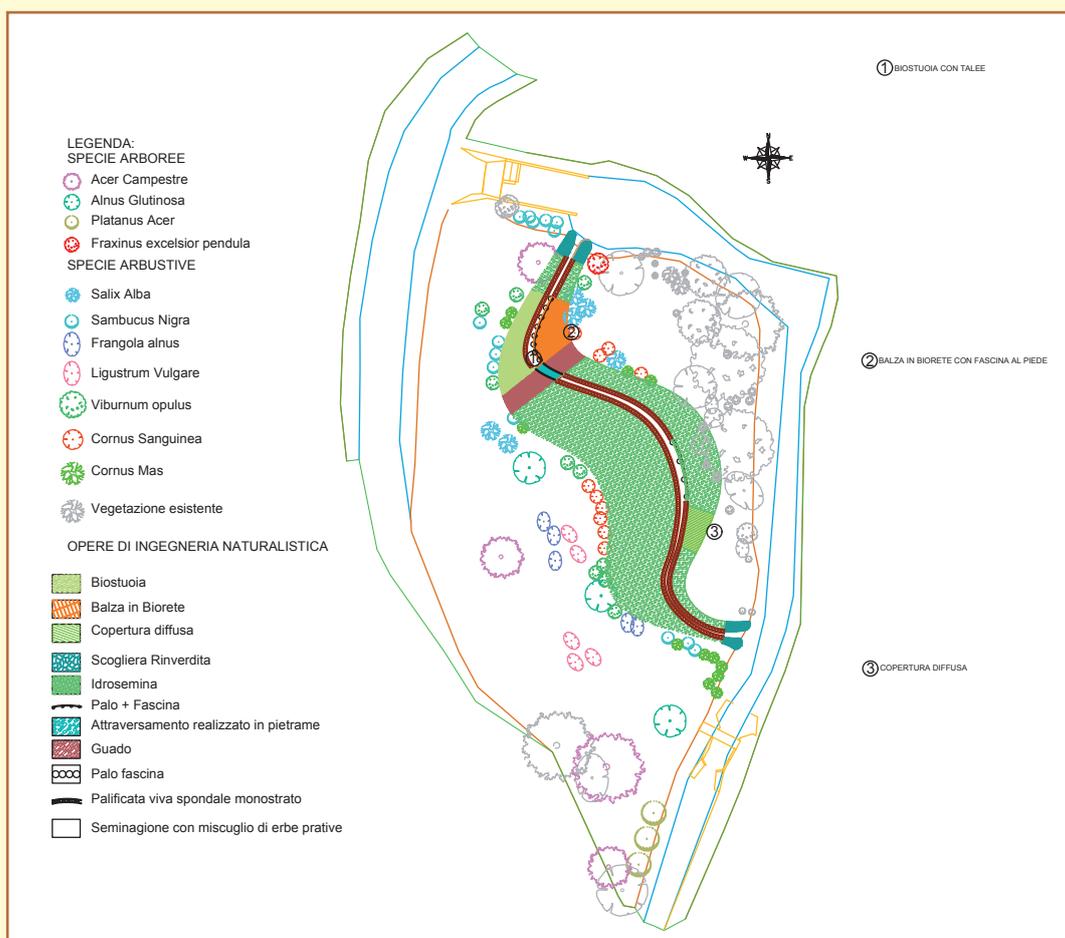


Figura 3.25– Costruzione nell'area del Mulino Daiol di un canale meandriforme con la funzione di invaso per l'aumento della capacità autodepurativa del sistema di canali afferenti. Nelle immagini è possibile vedere lo schema di progetto del canale e il canale meandriforme a distanza di qualche tempo dalla realizzazione. (Fonte: Consorzio di Bonifica Piave)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Sistemazione dello scarico di Salvarosa a monte della confluenza nel fiume Zero - Bacino di fitodepurazione e di laminazione delle piene in località Grotta di Salvarosa. Azione: Costruzione di un bacino di fitodepurazione e di laminazione delle piene.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Piave			
	Comune e Provincia	Castelfranco Veneto (Treviso)			
	Corso d'acqua	Bacino di Salvarosa			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°40'1.96"N 11°57'16.22"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	2,5 ettari	
	Anno esecuzione	2012	Costo	€ 1.300.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del carico di nutrienti veicolati verso la Laguna di Venezia; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di un nodo ecologico; • riduzione del rischio di esondazione. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • insufficienza idraulica del canale. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • scavo di un bacino di fitodepurazione e laminazione costituito dai seguenti elementi: <ul style="list-style-type: none"> - dosso longitudinale: ha la funzione di evitare il passaggio diretto dell'acqua dall'ingresso all'uscita quando l'area riceve portate eccedenti rispetto alla capacità di portata dei percorsi idrici ricavati nell'area umida; - prato di espansione: si tratta di un'area larga e poco profonda, con pareti degradanti dolcemente verso il centro, che riceve le acque in ingresso. Il prato è vegetato con essenze erbacee tipiche del prato umido e della marcita ed ha la funzione di rallentare la velocità del flusso idrico, favorire la sedimentazione dei materiali in sospensione e degli inquinanti ad esso adesi; - laghetto con isola: viene ricavato nella parte opposta all'ingresso, con la funzione di aumentare la capacità di invaso del sistema, prolungare il tempo di residenza dell'acqua all'interno del bacino e migliorare gli aspetti naturalistici e paesaggistici. L'uscita dell'acqua dal laghetto è regolata da una apposita paratoia che permette di regolare il livello dell'acqua all'interno del bacino durante le operazioni di manutenzione. Questo consente il permanere di un certo livello idrico in modo da salvaguardare la vita della ittiofauna. In prossimità dell'uscita è stata scavata una superficie di 20 m² e profondità di 0,5 m così da creare una riserva di acqua durante i periodi di manutenzione, quando il lago viene svuotato, così da permettere la sopravvivenza dell'ittiofauna e della entomofauna strettamente dipendente dalla presenza di un certo livello di acqua; - fossato ad andamento tortuoso: ha la funzione di trasportare l'acqua dal laghetto al manufatto di uscita. Lungo l'asta di tale fossato sono ricavati ampi meandri per favorire il rallentamento dell'acqua e la sedimentazione delle frazioni eventualmente non depositate in precedenza e contenenti sostanze inquinanti adese (fosforo e microrganismi patogeni); - arginelli sinuosi su bacino di uscita: si tratta di arginelli, paralleli fra loro, aventi andamento a serpentina, sui quali sono state piantate specie arbustive governate a ceduo. La loro funzione principale è di filtrare l'acqua fino a quando le condizioni di piena lo consentono. In condizioni di regime normale questa struttura opera il finissaggio dell'acqua prima dell'uscita; • le varie zone individuate sono state vegetate con una specifica selezione di piante arboree, arbustive, erbacee e palustri, abbinando la funzione strutturale di consolidamento di argini e sponde con quella specifica di fitodepurazione. 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • l'area viene sottoposta a manutenzione del verde 2-3 volte l'anno. 			
	Note (pro/contro, problemi)	<p>L'area è divenuta un nodo ecologico di importanza per la fauna stanziale e migratoria. È inoltre un luogo frequentato dai residenti per le sue caratteristiche di naturalità in un contesto ecologicamente banalizzato.</p>			

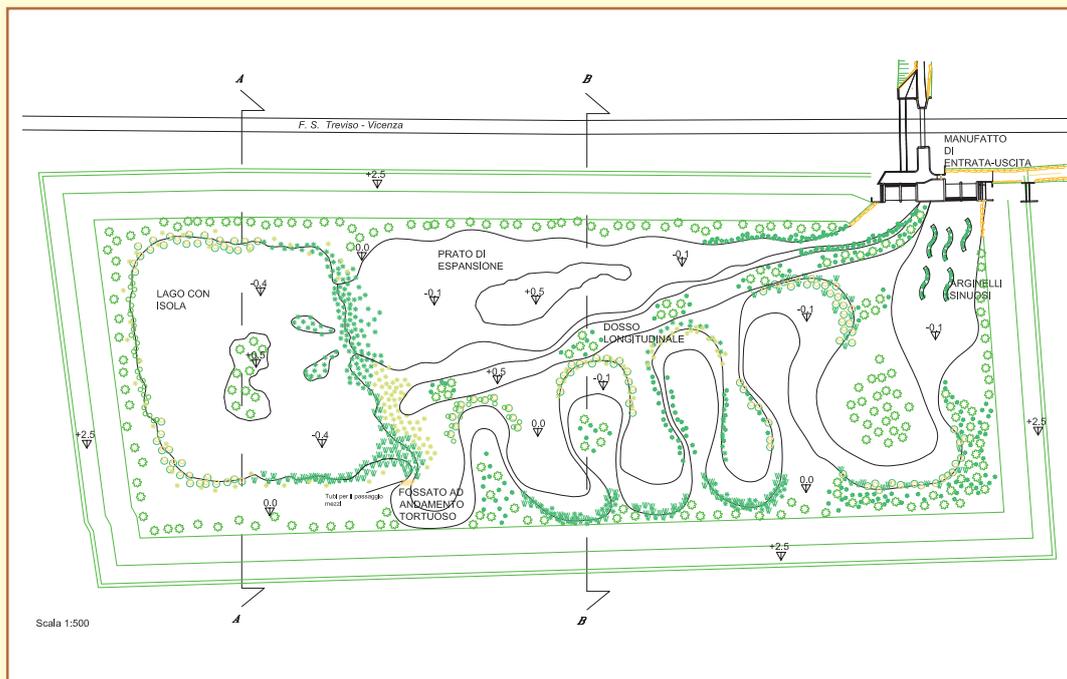


Figura 3.26 – Costruzione di un bacino di fitodepurazione e di laminazione delle piene in località Grotta di Salvarosa (Castelfranco Veneto). Nelle immagini è possibile vedere lo schema di progetto dell'area e la stessa a distanza di anni dalla realizzazione, colonizzata dalla vegetazione palustre e acquatica. (Fonte: Consorzio di Bonifica Piave)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Sistemazione dello scarico di Salvatronda a monte della confluenza nello Zero in comune di Castelfranco Veneto. Azione: Costruzione di un bacino di fitodepurazione e di laminazione delle piene in località Salvatronda.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Piave		
	Comune e Provincia	Castelfranco Veneto (Treviso)		
	Corso d'acqua	Bacino di Salvatronda		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°40'08.3"N 11°58'37.1"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	2,5 ettari
	Anno esecuzione	In esecuzione	Costo	€ 1.700.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diminuzione del carico di nutrienti veicolati verso la Laguna di Venezia; • contenimento del rischio idraulico nel territorio comunale compreso nel bacino idrografico che interessa la frazione di Salvatronda; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di un nodo ecologico. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia; • rischio di esondazione nel bacino scolante di Salvatronda. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • scavo di un bacino di fitodepurazione e laminazione; • realizzazione di un canale centrale con andamento sinuoso per incrementare i tempi di permanenza dell'acqua nel bacino e favorire i processi di abbattimento dei composti azotati; • realizzazione di laghetti e di aree adibite a prato erboso e a canneto; • piantumazione di specie vegetali igrofile. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	L'area sarà soggetta a manutenzione del verde 2-3 volte l'anno.		
	Note (pro/contro, problemi)	L'area diverrà un nodo ecologico di importanza per la fauna stanziale e migratoria e potrà essere frequentato dai residenti per le sue caratteristiche di naturalità in un contesto ecologicamente banalizzato.		

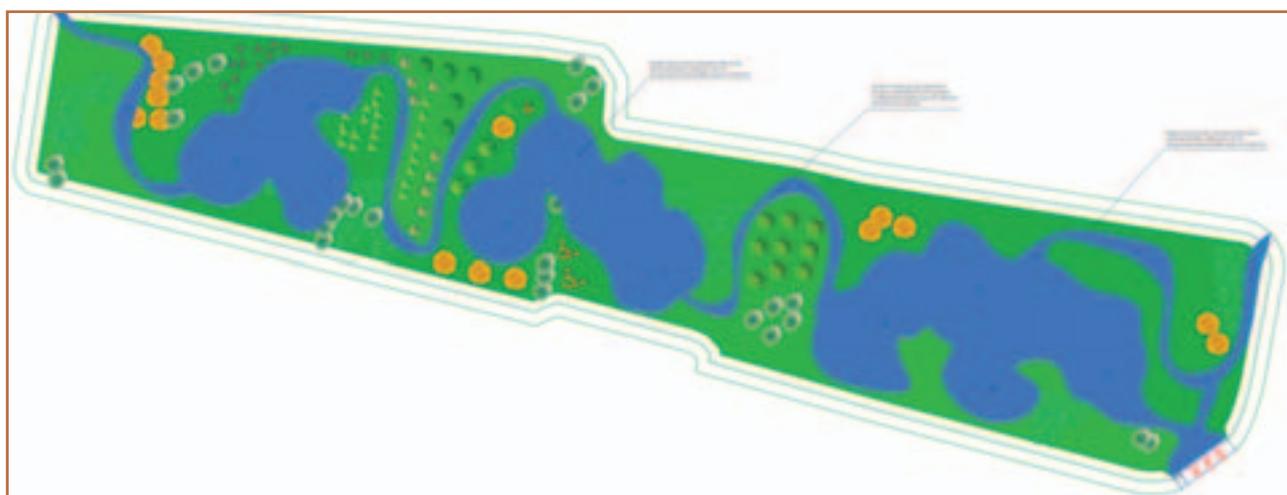


Figura 3.27 – Schema di progetto del bacino di fitodepurazione di Salvatronda .(Fonte: Consorzio di Bonifica Piave)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Realizzazione intervento di riqualificazione ambientale di un'area comunale in località Lame in comune di Concordia Sagittaria. Azione: Costruzione di un prato umido con finalità naturalistiche.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Veneto Orientale			
	Comune e Provincia	Concordia Sagittaria (Venezia)			
	Corso d'acqua	Canale Lame, canale Maranghetto e fiume Lemene			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°41'37.74"N 12°51'50.62"E 45°41'38.88"N 12°52'5.18"E 45°41'32.60"N 12°52'6.10"E 45°41'30.79"N 12°51'42.11"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	10.000 mq	
	Anno esecuzione	2012	Costo	€ 71.300	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche, offrendo in particolare maggiori habitat per lo svernamento e per l'alimentazione dell'avifauna stanziale; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di un nodo ecologico. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • banalizzazione dell'ambiente agricolo in seguito alla bonifica dei primi anni del '900. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • realizzazione di un prato umido, caratterizzato da uno strato d'acqua variabile tra pochi millimetri e pochi centimetri, quasi ovunque, e un massimo di 30-40 centimetri nei fossi e nelle depressioni preesistenti; • in particolare, si è provveduto a: <ul style="list-style-type: none"> - realizzare un argine perimetrale con pendenza di circa 45% verso l'esterno e inferiore a 12° verso l'interno, largo almeno 4 metri sulla sommità in modo da resistere a eventuali scavi realizzati dalle nutrie; - interrompere la rete scolante assecondando pertanto il ristagno delle acque meteoriche; - realizzare un canale sub-lagunare lungo il perimetro del prato umido ai piedi dell'argine, al fine di impedire l'accesso di predatori terrestri all'interno del prato e di raccordare i fossati e le depressioni esistenti; - collegare il prato umido con i circostanti corsi d'acqua in modo da immettere, possibilmente per caduta, acqua durante i periodi siccitosi; - salvaguardare la baulatura dei campi esistente nel prato umido, effettuando solo modeste opere di sistemazione del terreno allo scopo di creare zone emergenti o con bassissimi livelli dell'acqua e zone con maggiore profondità dell'acqua, per la creazione di siti idonei alla nidificazione. 			

<p>Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • la gestione del prato umido è finalizzata principalmente al mantenimento di un ambiente ottimale per i limicoli, i quali necessitano di spazi aperti con bassi livelli dell'acqua, distese di fango e vegetazione bassa; • queste condizioni ambientali sono mantenute attraverso la sommersione da ottobre a luglio di una superficie pari ad almeno il 50% di quella totale; • a partire dal mese di aprile la superficie sommersa può essere ridotta progressivamente, mantenendo in ogni caso in acqua almeno il 50% della superficie anche nei mesi di maggio e giugno fino a luglio compreso, per consentire lo svolgimento del ciclo riproduttivo della fauna selvatica; • al fine di mantenere questo ambiente di transizione sulla maggior parte della superficie, impedendo la naturale evoluzione verso il tifeto e il fragmiteto, si è provveduto (anche con cadenza annuale) a prosciugare la superficie per almeno un mese all'anno (nel periodo agosto - ottobre) effettuando quindi il taglio o la trinciatura della vegetazione; • nelle superfici non soggette a sommersione si provvede comunque, almeno una volta all'anno, alla trinciatura o al taglio della vegetazione solo nel periodo 10 agosto - 20 febbraio; • al fine di salvaguardare le popolazioni di anfibi, rettili ed invertebrati si mantengono sempre su almeno il 10 % del prato umido una o più aree di "non intervento", nelle quali non sono effettuati sfalci, trinciature o lavorazioni superficiali; • fatto salvo cause di forza maggiore, durante il periodo riproduttivo e in particolare nei mesi di maggio e giugno saranno evitati improvvisi innalzamenti del livello dell'acqua al fine di non provocare la distruzione di uova e nidi degli uccelli che si riproducono al suolo o tra la vegetazione palustre.
<p>Note (pro/controllo, problemi)</p>	<p>L'intervento introduce un elemento di novità rispetto agli "usuali" interventi di riqualificazione dei canali e del territorio limitrofo presentati nel manuale e ha finalità spiccatamente naturalistiche.</p>





Figura 3.28 – Costruzione di un prato umido con finalità naturalistiche in località Lame in comune di Concordia Sagittaria. Nelle immagini è possibile vedere le fasi di scavo delle aree, la successiva colonizzazione da parte della vegetazione e l'invaso delle acque. (Fonte: Consorzio di Bonifica Veneto Orientale)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Interventi di difesa idraulica in comune di Bovolone: realizzazione di due bacini di laminazione. Azione: Costruzione di una vasca di espansione con finalità naturalistiche e produttive.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Veronese		
	Comune e Provincia	Comune di Bovolone (Verona)		
	Corso d'acqua	Fiume Menago		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°16'28.89"N 11°5'43.74"E	Estensione (mq)	28.344
	Anno esecuzione	2017	Costo	€ 500.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aumento della capacità di laminazione del bacino; • creazione di habitat boschivi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di un nodo ecologico; • miglioramento della fruizione dell'ambito fluviale. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rischio di esondazione nel centro urbano di Bovolone in località Montagne. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • realizzazione di un bacino di laminazione; • inserimento di vegetazione ripariale e di canneto nelle aree di laminazione; • piantumazione di aree boscate con carattere permanente nei lati e produttivo in un piccolo settore. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<p>Nella vasca sono state messe a dimora diverse specie vegetali, realizzando un bosco produttivo. La vasca risulta essere sempre vuota, tranne durante gli eventi meteorici, quindi si procede ad effettuare uno/due sfalci d'erba all'anno.</p>		
	Note (pro/contro, problemi)	<p>L'opera in oggetto ha permesso di attuare una sperimentazione riguardo alla realizzazione di un bosco produttivo in un'area soggetta ad allagamenti, con lo scopo di studiare un modello replicabile.</p> <p>L'intervento in questo caso non ha finalità di tipo depurativo nei confronti delle acque.</p>		



Figura 3.29 – Costruzione di una vasca di espansione con finalità naturalistiche e produttive in Comune di Bovolone. Nelle immagini è possibile vedere lo schema di progetto e la piantumazione delle specie arboree protette da tubi shelter (bianchi). (Fonte: Consorzio di Bonifica Veronese)

Anagrafica	Titolo progetto	Costruzione di una vasca di espansione a servizio di aree urbanizzate.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Adige Euganeo		
	Comune e Provincia	Conselve (Padova)		
	Corso d'acqua	Sardella		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°12'19.68"N 11°54'22.08"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	2 ettari
	Anno esecuzione	1995	Costo	-
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato: <ul style="list-style-type: none"> • riduzione del rischio di esondazione; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di un nodo ecologico. 		
	Descrizione	Il progetto affronta le seguenti problematiche specifiche: <ul style="list-style-type: none"> • rischio di esondazione. L'intervento ha previsto quindi: <ul style="list-style-type: none"> • realizzazione di un bacino di laminazione 2 ettari; • realizzazione di sponde degradanti per favorire la colonizzazione da parte della vegetazione palustre. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • sfalcio della vegetazione ogni 3-4 anni. 		
	Note (pro/contro, problemi)	Primo esperimento risalente agli anni '90 di invarianza idraulica a seguito dell'urbanizzazione produttiva di un'area precedentemente agricola. L'intervento in questo caso non ha finalità esplicite di tipo depurativo nei confronti delle acque.		



Figura 3.30 – Costruzione di una vasca di espansione a servizio di aree urbanizzate in Comune di Conselve. (Fonte: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Completamento del riordino idraulico del bacino Valdentro. Azione: Creazione di una zona umida fuori alveo con finalità depurative e di laminazione delle piene.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Adige Po		
	Comune e Provincia	Badia Polesine (Rovigo)		
	Corso d'acqua	Zona umida Buora – Canale Valdentro		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	45°3'41.58"N 11°32'24.00"E	Lunghezza (m)	650 m
			Estensione (mq)	9.770 mq
	Anno esecuzione	2005-2007	Costo	€ 1.850.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • miglioramento della qualità dell'acqua; • diminuzione del rischio di esondazione; • creazione di habitat umidi e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di nodi ecologici. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eccessivo carico di inquinanti nel canale Valdentro; • biodiversità minima a causa della bassa diversificazione morfologica della sezione, di forma trapezia, delle operazioni di gestione periodiche della vegetazione e dell'uso agricolo dei terreni circostanti; • esondazioni del canale Valdentro causate dalle acque provenienti da insediamenti urbani e zone artigianali di badia Polesine. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • creazione di un'area umida fuori alveo con finalità fitodepurative, tipico esempio di ecosistema palustre completamente ricostruito su terreni precedentemente utilizzati per fini agricoli; • l'area umida riceve le acque dal Canale Valdentro, che poi fluiscono a gravità per poi rientrare nel medesimo canale; • l'area umida permette di allungare il tempo di permanenza delle acque a contatto con le piante, aria, terreno, facilitando tutti i fenomeni fisici, chimici, biologici naturali della fitodepurazione; • con la colonizzazione da parte di specie vegetali palustri e acquatiche l'area è divenuta progressivamente un'oasi naturalistica di pregio. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • l'area è gestita in collaborazione con la sezione del WWF provinciale. Si prevede: <ul style="list-style-type: none"> - sfalcio delle erbe solo lungo il canale Valdentro; - nessun intervento sulla vegetazione della zona umida; - espurgo della zona umida programmato, verificandone l'effettiva necessità, con frequenza 10/15 anni. 		
	Note (pro/contro, problemi)	L'intervento mette in evidenza problematiche non tanto di natura tecnica ma di gestione "sociale": si segnala infatti la necessità di sorveglianza continua per evitare comportamenti fraudolenti che possono recare danno alla fauna presente.		

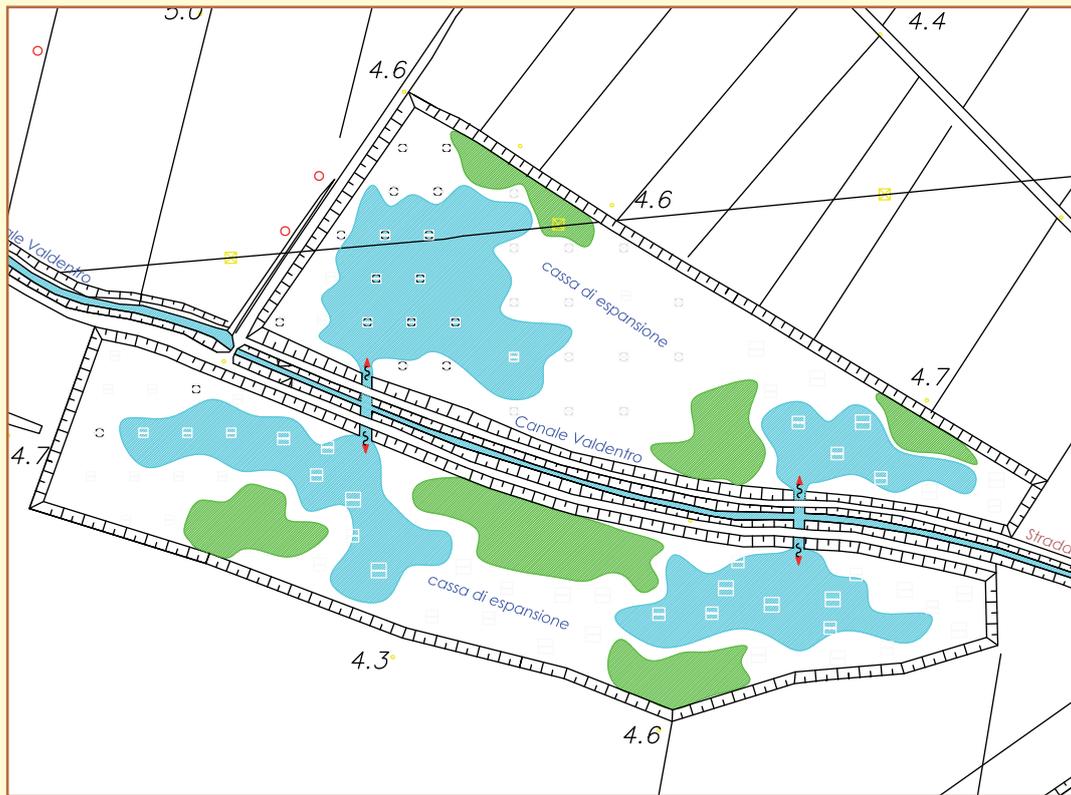




Figura 3.31 – Creazione di una zona umida fuori alveo con finalità depurative e di laminazione delle piene in Comune di Badia Polesine (Rovigo). Nelle immagini è possibile vedere una delle due zone umide realizzate e il canale Valdentro che le alimenta. (Fonte: Consorzio di Bonifica Adige Po)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: LIFE RINASCE - RIqualificazione NATuralistica per la Sostenibilità integrata idraulico-ambientale dei Canali Emiliani - LIFE13 ENV/IT/000169. Azione: Creazione di una cassa di espansione a fini multipli e di bassure umide.	
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia)	
	Comune e Provincia	Gualtieri (Reggio Emilia) - Carpi e Novi di Modena (Modena)	
	Corso d'acqua	Collettore Alfieri (CA), Diversivo Fossa Nuova Cavata (DFNC), Collettore Acque Basse Modenesi (CABM), Cavata Orientale (CO)	
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	CA I: 44°53'7.63"N 10°35'39.38"E F: 44°52'59.51"N 10°37'5.16"E DFNC I: 44°48'10.89"N 10°53'15.18"E F: 44°47'59.08"N 10°53'52.74"E CABM I: 44°51'59.71"N 10°53'46.83"E F: 44°54'25.36"N 10°56'11.54"E CO I: 44°45'42.93"N 10°53'28.45"E F: 44°46'5.79"N 10°53'43.07"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)
Anno esecuzione	2015-16 (CA, DFNC, CABM) 2018 (CO)	Costo	CA: € 65.000 DFNC: € 210.000 CABM: € 92.000 CO: € 700.000 (compresi espropri)
Informazioni tecniche	Note (pro/contro, problemi)	<p>Il progetto qui illustrato è riportato anche nel CAPITOLO 1 in relazione alla SCHEDA R1 "Ampliamento di tipo naturaliforme dei canali", nel CAPITOLO 2 in relazione alla SCHEDA D1 "Risagomatura e ri-vegetazione delle sponde o definizione di una fascia di mobilità del canale" e nel CAPITOLO 4 in relazione alla SCHEDA F1 - "Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi".</p> <p>Nella presente sezione del CAPITOLO 3 si focalizza invece l'attenzione sull'intervento di "Creazione di zone umide fuori alveo".</p> <p>Nel caso della cassa di espansione realizzata a servizio della Cavata Orientale, l'intervento si caratterizza per la creazione di una zona umida di 1 ha su una superficie complessiva di 3 ha della vasca, e per la messa a dimora di piantine di salice al piede dell'argine e, ove possibile, anche esternamente allo stesso argine.</p> <p>L'intervento realizzato lungo il Collettore Alfieri si caratterizza invece per la creazione di 8 bassure umide su una lunghezza di 1,2 km, connesse al canale mediante tubazioni poste sul fondo, che ne permettono il riempimento durante la stagione irrigua da maggio a settembre e durante le piene (il canale è infatti di tipo promiscuo). Le bassure sono quindi soggette a frequenti cicli di riempimento e svuotamento, che porteranno a stabilizzarsi specie vegetali e animali adatte a tale funzionamento. Le bassure non sono soggette a manutenzione della vegetazione e sono lasciate alla libera evoluzione, attentamente monitorata da esperti naturalisti e botanici.</p>	





Figura 3.32 – Creazione di una cassa di espansione a fini multipli lungo la Cavata Orientale (Comune di Carpi – Provincia di Modena) e di bassure umide lungo il Collettore Alfieri (Comune di Gualtieri – Provincia di Reggio Emilia). Nelle prime due immagini è possibile vedere la cassa di espansione appena realizzata (2018), in cui si nota la zona umida costruita con diverse profondità del fondo e la messa a dimora all'interno dell'invaso di piantine di salice bianco (protetto da shelter plastici). Nelle successive foto si può invece vedere la realizzazione di 8 bassure umide parallele al Collettore Alfieri e connesse con lo stesso tramite tubazioni poste sul fondo, costruite su una banchina di proprietà del Consorzio (a sinistra nella prima foto), che dopo la realizzazione dell'intervento hanno iniziato ad essere invase dalle acque di piena o irrigue e progressivamente colonizzate dalla vegetazione acquatica e spondale. (Fonte: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale)

SCHEDA Q5 Creazione di trappole per sedimenti²⁷

a) Descrizione

Le trappole per sedimenti sono piccoli bacini ad acque profonde ricavati direttamente in alveo mediante scavo del fondo, ed eventuale allargamento di sezione, le quali permettono di creare

condizioni di calma favorevoli alla sedimentazione dei solidi sospesi presenti nelle acque; in questo modo si riduce la sedimentazione distribuita lungo l'asta del canale, si facilitano le operazioni di estrazione dei sedimenti, che possono essere realizzate prevalentemente nella trappola piuttosto che lungo l'intero alveo, e si diminuiscono di conseguenza gli impatti sull'ecosistema causati da operazioni di espurgo generalizzate.

b) Schema progettuale

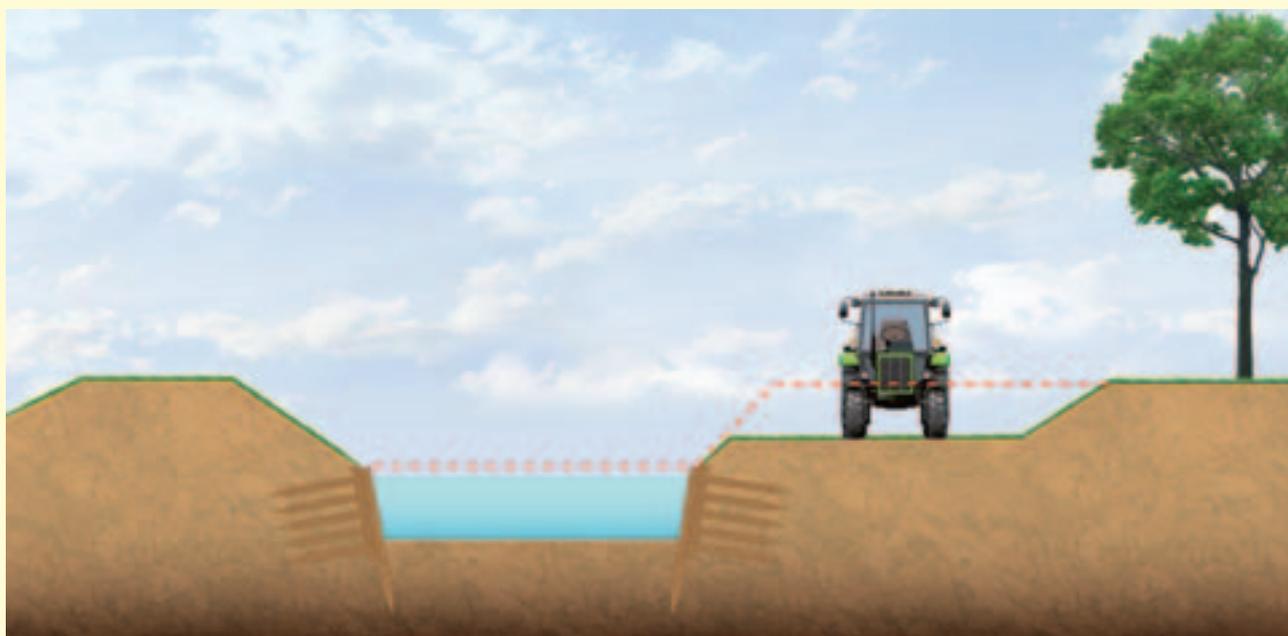


Figura 3.33 – Schema costruttivo di una trappola per sedimenti; in rosso la sezione originale del canale, approfondita al fine di creare una zona di calma in alveo per favorire la sedimentazione all'interno della trappola. Su una sponda è inoltre presente una piazzola per l'accesso dei mezzi per l'espurgo dei sedimenti.

²⁷ Principali fonti consultate: Consorzio di bonifica pianura di Ferrara, 2008.

c) Criteri di progettazione

La trappola ha lo scopo di rallentare la corrente, così da permettere ai sedimenti trasportati di depositarsi prevalentemente al suo interno piuttosto che lungo l'asta del canale.

Una volta entrate nella trappola, le particelle di sedimento tendono a raggiungere una velocità di caduta costante, detta *velocità di sedimentazione* (v_s).

In regime di moto laminare, quando cioè le particelle solide sedimentano tanto lentamente da non indurre moti vorticosi nel fluido, come avviene all'interno della trappola, la velocità di sedimentazione delle particelle immerse in acqua si può calcolare mediante la legge di Stokes:

$$v_s = \frac{g}{18} (\gamma_s - \gamma_w) \frac{D^2}{\mu}$$

dove:

v_s = velocità di sedimentazione della particella (cm/s);

g = accelerazione di gravità (981 cm/s);

γ_s = peso specifico relativo delle particelle solide;

γ_w = peso specifico relativo dell'acqua;

μ = viscosità cinematica dell'acqua (centistokes; centistokes = 0,01 cm²/s);

D = diametro delle particelle che si intende far sedimentare.

Le trappole possono essere considerate un sedimentatore e dimensionate facendo riferimento al *carico idraulico superficiale* v_a , pari al rapporto Q/S tra la portata idraulica in ingresso Q e la superficie S della trappola. Tutte le particelle solide che possiedono una velocità di sedimentazione maggiore o uguale al carico idraulico superficiale ($v_s \geq v_a$) sedimentano sul fondo della trappola; al contrario, le particelle che possiedono una velocità di sedimentazione minore sono trascinate nella rete idrica a valle della trappola.

Il dimensionamento richiede la conoscenza delle seguenti informazioni:

- curva granulometrica dei sedimenti o, quantomeno, diametro inferiore dei sedimenti che si intende far sedimentare;
- regime delle portate idriche durante l'anno.

Nota la portata idraulica entrante nella trappola e la velocità di sedimentazione dei solidi sospesi che si intende far sedimentare, calcolata con la legge di Stokes, si ricava la superficie della trappola.

Grazie a questi dati, è possibile stimare durante l'arco dell'anno quali porzioni dei sedimenti trasportati vengono intrappolate e in quale misura con l'evolvere delle portate.

Come diametro delle particelle di sedimento D che si intendono far sedimentare, si può prendere a riferimento quello delle particelle di suolo alle quali viene adsorbita la maggior parte del fosforo dilavato dai suoli: è un diametro sufficientemente piccolo, essendo compreso tra 0,02 e 0,05 mm, da delimitare certamente una porzione significativa dei sedimenti trasportati; inoltre, in questo modo, la quota parte di sedimenti catturati assicura quanto meno il beneficio ambientale di rimuovere dalle acque un'importante porzione del fosforo dilavato.

d) Indicazioni per l'esecuzione

Per facilitare le operazioni di svuotamento della trappola, le due sponde laterali possono essere rese sub-verticali sorreggendole mediante la costruzione di una palificata semplice; a monte e a valle la trappola può essere delimitata da una palancolata in pali di castagno infissi nel terreno, con quota delle teste al medesimo livello del canale prima dell'approfondimento.

Occorre inoltre ricavare lungo una delle due sponde della trappola una pista di accesso e manovra dei mezzi per l'espurgo, mediante eventuale sbancamento che avvicini la banca al livello dell'acqua.

L'esecuzione dei lavori richiede il preventivo isolamento idraulico del tratto di canale oggetto d'intervento, delimitandolo, ad esempio, a monte e a valle mediante una palancolata metallica, e trasferimento a valle le portate in arrivo mediante apposita stazione di pompaggio. Se possibile, è inoltre utile provvedere alla riduzione della portata fluente nel canale mediante apposita gestione delle opere di regolazione idraulica della rete consortile.

Preventivamente all'avvio dei lavori è infine utile provvedere alla cattura della fauna ittica presente nel canale attraverso elettrostorditore e alla sua reimmissione in un altro tratto di canale non oggetto di intervento.

e) Effetti ambientali

Gli effetti principali riguardano la diminuzione della torbidità delle acque, con ripercussioni positive sulle comunità viventi del canale.

f) Manutenzione

L'espurgo dei sedimenti dalla trappola deve essere eseguito con cadenza pluriennale, in funzione della dimensione e dei tempi di riempimento previsti in fase progettuale.

g) Voci di costo

Le zone umide in alveo sono opere il cui costo è normalmente ricavabile dai vari prezziari ufficiali; spesso si tratta semplicemente di porzioni di canale in cui si realizza un bacino di calma e che quindi presuppongono solamente lavori di scavo e movimentazione del terreno.

Le altre opere a complemento possono essere:

- opere di ingegneria naturalistica per la realiz-

zazione di eventuali soglie e consolidamenti spondali, quali palizzate, palificate, inerbi-menti protetti (per le quali si rimanda alle voci di costo descritte al [CAP. 2](#);

- by-pass per eventuali interventi di manutenzione (realizzabili in genere come canali in terra);
- accessi per la manutenzione;
- messa a dimora di specie vegetali autoctone per il ripristino naturalistico.

h) Esempi realizzati

Si riporta di seguito un esempio realizzato in Emilia-Romagna e non reperibile in Regione Veneto.

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Riqualificazione del canale di San Giovanni nel tratto a monte dell'abitato di S. Matteo della Decima. Azione: Creazione di una trappola per sedimenti.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio della Bonifica Burana e Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara		
	Comune e Provincia	San Giovanni in Persiceto (Bologna) – Regione Emilia-Romagna		
	Corso d'acqua	Canale di San Giovanni		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 44°41'47.86"N 11°13'28.23"E F: 44°42'18.36"N 11°13'41.84"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	1.000 m
	Anno esecuzione	2010	Costo	€ 320.000
Informazioni tecniche	Note (pro/contro, problemi)	<p>Il progetto qui illustrato è riportato anche nel CAPITOLO 1 in relazione alla SCHEDA R1 "Ampliamento di tipo naturaliforme dei canali". Nella presente sezione del CAPITOLO 3 si focalizza invece l'attenzione sull'intervento di "Creazione di una trappola per sedimenti". Nel caso specifico mostrato nella scheda, la creazione di una trappola per sedimenti a monte del tratto soggetto a rischio di esondazione costituisce un intervento sperimentale per il quale occorre valutare l'efficacia rispetto alle usuali pratiche di espurgo.</p>		



Figura 3.34 – Trappola per sedimenti in fase di costruzione lungo il Canale di San Giovanni, al termine dei lavori di abbassamento del fondo alveo (2009). Il perimetro dello scavo è protetto, nel caso in esame, da paleria di castagno, per evitare il franamento delle pareti della trappola. Nella foto seguente è mostrata la trappola a dieci anni dall'intervento (2019): in primo piano è possibile scorgere, in trasparenza, il livello dei sedimenti raggiunto nella trappola. (Fonte: Consorzio della Bonifica Burana e Consorzio di Bonifica pianura di Ferrara).

SCHEDA Q6 **Gestione conservativa** **della vegetazione acquatica**²⁸

a) Descrizione

La vegetazione acquatica presente nei canali trasforma, immagazzina e utilizza le sostanze inquinanti veicolate dalle acque e favorisce nel complesso una riduzione della loro concentrazione, tramite un'azione diretta (assorbimento) e indiretta (sostegno alle comunità batteriche che attuano processi di degradazione degli inquinanti). Un aumento di questa azione depurativa naturale può quindi essere ottenuta utilizzando modalità di manutenzione della vegetazione in alveo quanto più conservative possibili. La gestione della vegetazione acquatica non dovrebbe quindi prevedere lo sfalcio completo sull'intera

larghezza del fondo alveo, quanto piuttosto un taglio eseguito generalmente nella parte centrale dello stesso, così da creare un canale di corrente preferenziale e sinuoso, di ampiezza variabile nelle diverse situazioni. Si rimanda per ulteriori informazioni alla **SCHEDA G1** nel **CAP. 5**.

b) Schema progettuale

Si rimanda alla **SCHEDA G1** nel **CAP. 5** per alcuni esempi tipologici di gestione sostenibile della vegetazione in alveo (in Figura 3.15 è riportato un caso di manutenzione conservativa della vegetazione di un canale).

c) Criteri di progettazione

Il mantenimento di parte della vegetazione acquatica in alveo permette una diversificazione dello stesso e la creazione di condizioni ido-



Figura 3.35 – Modalità di gestione della vegetazione in alveo funzionale a massimizzare i processi autodepurativi. La vegetazione palustre non è asportata totalmente, lasciando due strisce vegetate al piede della sponda. In questo modo le acque del canale possono attraversare, con velocità limitata, la zona vegetata e subire così i processi depurativi indotti da questo sistema fitodepurante naturale. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive).

²⁸ Principali fonti consultate: Iridra, 2003.

nee per lo sviluppo dei processi autodepurativi; la **stima degli effetti depurativi nei confronti dell'azoto** può essere compiuta in modo analogo a quanto introdotto per gli interventi di diversificazione dell'alveo (SCHEDE Q2), utilizzando il modello elaborato da Arheimer-Wittgren (1994). Come per il caso appena citato, sono però necessarie ulteriori esperienze di monitoraggio per consolidare i dati utilizzati; una stima degli effetti depurativi effettuata come ora indicato deve perciò essere considerata un'indicazione di massima, da verificare mediante apposite sperimentazioni.

d) Indicazioni per l'esecuzione

Si rimanda alla **SCHEDE G1** nel **CAP. 5**.

e) Effetti ambientali

La gestione conservativa della vegetazione acquatica, oltre a migliorare la qualità delle acque, permette la creazione di habitat in alveo, il miglioramento dello stato delle comunità faunistiche (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi) e l'incremento della connessione ecologica. Per ulteriori dettagli si rimanda alla **SCHEDE G1** nel **CAP. 5**.

f) Manutenzione

Si rimanda alla **SCHEDE G1** nel **CAP. 5**.

g) Voci di costo

Si rimanda alla **SCHEDE G1** nel **CAP. 5**.

3.3 PROMEMORIA SINTETICO PER LA REALIZZAZIONE E LA MANUTENZIONE DEGLI INTERVENTI

Il presente paragrafo sintetizza le indicazioni che occorre seguire in fase di realizzazione e manutenzione degli interventi proposti nel capitolo in oggetto, affinché si possano valorizzare al massimo le funzioni ambientali dei canali, in particolare con riferimento a²⁹:

- controllo dell'inquinamento diffuso mediante l'utilizzo di Fasce Tampone Boscate (FTB);
- interventi di riqualificazione morfologica finalizzati all'incremento della capacità autodepurativa dei canali;
- creazione di zone umide in alveo;
- creazione di zone umide fuori alveo;
- creazione di trappole per sedimenti;
- gestione conservativa della vegetazione acquatica.

(a) Controllo dell'inquinamento diffuso mediante l'utilizzo di Fasce Tampone Boscate

Realizzazione

- **Potenziare l'azione tampone del filare alberato**
 - posizionare i filari in modo che intercettino l'acqua carica di nutrienti che scorre con flusso sub-superficiale e/o superficiale dal campo verso il corso d'acqua;
 - preferire lunghi monofilari posti lungo i canali rispetto a corti plurifilari.

Manutenzione

Si rimanda al **CAP. 4**.

(b) Interventi di riqualificazione morfologica finalizzati all'incremento della capacità autodepurativa dei canali

Realizzazione

- **Prendere a modello i corsi d'acqua naturali**
 - creare un alveo sinuoso e non rettilineo, con sponde e fondo dalle forme irregolari;

²⁹ Sintesi di quanto descritto compiutamente nel presente Capitolo.

- permettere lo sviluppo di vegetazione in alveo (specie palustri) e sulle sponde (alberi e arbusti);
- realizzare golene allagabili non regolarizzate e contenenti zone a differente altezza e aree vegetate con alberi e arbusti.

Manutenzione

- **Eeguire una gestione dell'alveo a bassa intensità**
 - sfalciare le piante palustri in alveo a frequenza minore rispetto alla situazione pre-allargamento;
 - creare un canale di corrente centrale nell'alveo di magra, bordato da macchie di vegetazione acquatica (canneto);
 - eseguire uno o due sfalci annuali delle piante palustri presenti nelle aree golenali, uno nel periodo invernale (febbraio) ed uno eventualmente alla fine dell'estate (settembre), ma non nel periodo vegetativo, al fine di potenziare gli effetti depurativi senza pregiudicare la conservazione degli habitat creatisi.
- **Consentire lo sviluppo dei processi di diversificazione morfologica dell'alveo tipici di un corso d'acqua naturale**
 - lasciar esprimere la mobilità morfologica potenziale dell'alveo di magra;
 - non regolarizzare alveo, sponde e golene con le operazioni di manutenzione.

(c) Creazione di zone umide in alveo e fuori alveo

Realizzazione

- **Prendere a modello le zone umide naturali**
 - eseguire uno scavo naturaliforme con profondità diversificate, fino ad un massimo di qualche decina di centimetri;
 - favorire la presenza di vegetazione acquatica;
 - creare uno scorrimento delle acque lento attraverso la vegetazione acquatica;
 - distribuire le acque nel modo più uniforme possibile su tutta la superficie trasversale di ingresso, in modo da limitare la formazione di cortocircuiti idraulici.

Manutenzione

- **Gestione dei livelli idrici**
 - ottimizzare le portate in ingresso per garantire i rendimenti depurativi stabiliti in

fase progettuale e per favorire l'instaurarsi e il mantenimento della vegetazione acquatica nelle aree appropriate.

- **Gestione delle piante erbacee palustri (canneto)**
 - evitare l'interramento del canneto;
 - mantenere un'estensione del canneto almeno pari al 70% dell'area;
 - garantire la presenza di specchi d'acqua e canali liberi dal canneto;
 - eseguire il periodico sfalcio e rinnovamento di una superficie di canneto pari a circa un quarto di quella complessiva;
 - effettuare la manutenzione della vegetazione tra fine agosto e fine febbraio per tutelare la fauna, in particolare a settembre per garantire la massima efficienza del processo depurativo.

(d) Creazione di trappole per sedimenti

Realizzazione

- **Favorire la sedimentazione**
 - creare condizioni di calma (acque profonde, libere da vegetazione) favorevoli alla sedimentazione dei solidi sospesi presenti nelle acque.

Manutenzione

- **Gestione dei sedimenti depositati**
 - espurgo dei sedimenti dalla trappola con cadenza pluriennale, in funzione della dimensione e dei tempi di riempimento previsti in fase progettuale.

(e) Gestione conservativa della vegetazione acquatica

Manutenzione

- **Prendere a modello i corsi d'acqua naturali**
 - sfalciare le piante palustri in alveo a frequenza minore rispetto alla situazione pre-allargamento
 - creare un canale di corrente centrale nell'alveo di magra, preferenziale e sinuoso, bordato da macchie di vegetazione acquatica (canneto)
 - non prevedere lo sfalcio completo sull'intera larghezza del fondo alveo

3.4 INDICAZIONI DI MASSIMA PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI

Il presente paragrafo schematizza gli aspetti tecnici, ambientali e socio-economici che occorre monitorare per valutare la riuscita degli interventi di riqualificazione ambientale dei canali proposti nel capitolo in oggetto.

Se il progetto prevede il "Controllo dell'inquinamento diffuso mediante l'utilizzo di fasce tampone boscate" (SCHEDE Q1), occorre indagare:

- **Aspetti tecnici**
 - Qualità chimico-fisica delle acque del canale a monte/valle degli interventi
 - Qualità chimico-fisica dei suoli/falda ipodermica a monte-valle del filare alberato
 - Grado di consolidamento della sponda
- **Aspetti ambientali (alveo e sponda)**
 - Evoluzione degli habitat presenti nel canale
 - Evoluzione della vegetazione presente nel canale
 - Fauna (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi, ecc.)
- **Aspetti socio-economici**
 - Costi per la manutenzione del canale (sponda e alveo) e confronto con la situazione *ante operam* (sfalci, ripresa frane, ecc.)
 - Rapporto con i frontisti
 - Grado di apprezzamento da parte della cittadinanza

Se il progetto prevede "Interventi di riqualificazione morfologica finalizzati all'incremento della capacità autodepurativa dei canali", "Creazione di zone umide in alveo", "Creazione di zone umide fuori alveo", "Creazione di trappole per sedimenti" e "Gestione conservativa della vegetazione acquatica" (SCHEDE Q2, Q3, Q4, Q5 e Q6), occorre indagare:

- **Aspetti tecnici**
 - Qualità chimico-fisica delle acque a monte/valle degli interventi
 - Livelli idrometrici e portata in alveo e nelle golene, in magra e durante eventi di piena
- **Aspetti ambientali (alveo e golene)**
 - Evoluzione topografica del canale, grado di interrimento e sviluppo/mantenimento/incremento di dinamiche evolutive morfologiche
 - Evoluzione degli habitat presenti nel canale
 - Evoluzione della vegetazione presente nel canale
 - Fauna (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi, ecc.)
- **Aspetti socio-economici**
 - Costi per la manutenzione del canale e confronto con la situazione *ante operam*
 - Rapporto con i frontisti
 - Grado di apprezzamento da parte della cittadinanza

4

FORESTAZIONE DELLE AREE RIPARIE E GOLENALI



INDICE

4.1	Approccio generale	pag. 245
4.2	Criteri generali per la progettazione	» 245
4.3	Criteri generali per l'esecuzione.....	» 248
4.4	Tipologie di intervento.....	» 249
	SCHEDA F1 - Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi	» 249
	SCHEDA F2 - Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi esternamente alla pista di manutenzione.....	» 268
	SCHEDA F3 - Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi nelle aree golenali dei canali	» 271
	SCHEDA F4 - Realizzazione di AFI - Aree Forestali di Infiltrazione.....	» 276
4.5	Effetti ambientali.....	» 282
4.6	Voci di costo	» 282
4.7	Promemoria sintetico per la realizzazione e la manutenzione degli interventi	» 283
4.8	Indicazioni di massima per il monitoraggio degli effetti.....	» 284

SECONDA EDIZIONE 2020

Autore

Marco Monaci

Con la collaborazione di

(per le schede "Esempi realizzati")

Consorzio di bonifica Acque Risorgive

Paolo Cornelio

Matteo Busolin

Stefano Raimondi

Consorzio di bonifica Brenta

Massimo Fabris

Emiliano Maddalon

Samuele Pia

Giancarlo Trentin

Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale

Aronne Ruffini

PRIMA EDIZIONE 2011

Autori

Marco Monaci

Giordano Fossi

Con la collaborazione di

Paolo Cornelio

Loris Agostinetto

Luigi Barella

Cristina Dalla Valle

Fabiano Dalla Venezia

Roberto Fiorentin

Andrea Rizzi

Roberta Zanin

4 Forestazione delle aree riparie e golenali

4.1 APPROCCIO GENERALE

I canali sono stati storicamente costruiti a sezione regolare e andamento rettilineo, interrotti con frequenza da opere di regolazione delle portate e gestiti in modo da evitare lo sviluppo di dinamiche evolutive morfologiche, ecologiche e legate alla proliferazione della vegetazione in alveo o sulle rive.

Una tale configurazione ha permesso nei secoli di bonificare aree per renderle disponibili agli usi antropici, di mantenerle libere dalle acque e di fornire una risorsa idrica per l'irrigazione a vasti territori agricoli; progressivamente il processo ha 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 la pianura, a formare la struttura di una potenziale rete ecologica.

Perché queste potenzialità possano essere espresse, la gestione ambientale dei canali diviene una scelta essenziale, che può essere perseguita attraverso due tipologie di approccio, integrabili o meno tra loro in funzione delle singole realtà territoriali:

- **realizzazione di interventi multiobiettivi** volti a risolvere problemi di interesse antropico (rischio idraulico, dissesto spondale, qualità dell'acqua, ecc.), progettati con l'ulteriore finalità di incrementare la valenza ecologica dei canali, secondo l'approccio generale suggerito dal presente manuale;
- messa in campo di azioni di puro **miglioramento naturalistico** dei canali e del territorio.

Nel presente capitolo si pone l'attenzione sugli interventi prettamente naturalistici, focalizzandosi in particolare sui progetti di **forestazione delle rive e delle aree golenali dei canali**, azioni che già oggi leggi e piani di finanziamento regionali individuano concretamente come prioritarie e la cui applicazione può avvenire su vasta scala.

Si rimanda invece al [CAP. 1](#) per dettagli sulla riqualificazione morfologica dei canali, che as-

sume un rilievo notevole al fine di ottenere un netto miglioramento dell'ecosistema della rete idrica consortile.

Oltre alla forestazione, molti altri **interventi di riqualificazione in chiave prettamente ecologica** possono essere realizzati lungo i canali, ma nel presente manuale si è scelto di non trattarli: da una parte, infatti, queste azioni possono avere una valenza molto limitata spazialmente, sebbene importante dal punto di vista biologico, dall'altra la trattazione richiesta per fornire utili elementi tecnici sarebbe troppo vasta e specifica, esulando dai fini generali del presente lavoro. Si pensi, ad esempio, alle innumerevoli modalità di ricostruzione di habitat finalizzate a favorire le specie di fauna e flora che potenzialmente interessano la rete consortile; o alla problematica dei conflitti di interesse legati alla gestione ambientale della risorsa idrica nei canali; o ancora ai problemi tecnici, ecologici ed etici legati al contenimento delle specie invasive presenti lungo i canali.

Per ognuno di questi temi, tutti di estremo interesse nell'ottica dello sviluppo di una rete ecologica basata sui canali, si rimanda pertanto alla letteratura specifica di settore.

Nei successivi paragrafi il tema della progettazione e realizzazione di siepi e boschi golenali lungo i canali è inizialmente esposto in termini generali (Par. 4.2 e Par. 4.3), per poi essere approfondito in relazione a specifiche collocazioni degli impianti arboreo-arbustivi (Par. 4.4).

4.2 CRITERI GENERALI PER LA PROGETTAZIONE

In termini generali, la progettazione di filari arboreo-arbustivi lungo le rive e nelle eventuali gole dei canali deve tener conto sia di aspetti generali, come il contesto naturalistico, paesaggistico, antropico (agricolo, urbanistico, ecc.), legislativo e sociale in cui si va a operare, sia di aspetti tecnici specifici, come la conoscenza della vegetazione potenziale e delle caratteristiche climatiche, pedologiche e morfologiche della zona.

Non meno importante è la necessità, specifica

degli impianti realizzati lungo i canali, di considerare in fase progettuale le finalità e le esigenze di gestione della rete idrica consortile, che impongono vincoli tipologici e dimensionali molto pressanti.

Altro aspetto di rilievo per la fase progettuale è la finalità che si vuole assegnare alla vegetazione messa a dimora, che può essere naturalistica, ingegneristica (consolidamento spondale, difesa del suolo, ecc.), produttiva oppure mista.

La vera sfida del lavoro progettuale diventa allora proprio quella di integrare le varie funzioni che una siepe può assolvere, attraverso la scelta delle specie, dei sestri d'impianto, della localizzazione dei filari.

a) Scelta delle specie

In generale, gli impianti che abbiano una finalità anche di tipo naturalistico si devono configurare come un'alternanza di specie arboree e arbustive, così da ricreare una formazione naturaliforme che sia caratterizzata da un'elevata biodiversità complessiva, prediligendo specie di interesse fruttifero per la fauna; la componente arbustiva, importante perché simula ambienti di ecotono, cioè di passaggio tra matrice rurale e naturale, deve inoltre essere ben rappresentata e non sottovalutata rispetto alla componente arborea.

Per rendere conveniente la realizzazione e la ge-

stione di siepi su terreni posti lungo la rete dei canali e generalmente di proprietà privata, occorre inserire nella composizione della siepe anche specie che assicurino produzioni secondarie, come ad esempio biomassa da energia (legna da ardere in pezzi e/o cippato), paleria, ecc., così da consentire un potenziale ritorno economico al proprietario che mette a disposizione il proprio fondo. Considerando la biomassa legnosa, la predilezione verso la funzione produttiva o verso quella naturalistica si traduce quindi nella maggiore o minore partecipazione nel nuovo impianto di specie a rapido accrescimento, che si prestino al taglio e il cui legno abbia buone capacità di combustione.

Nella scelta delle specie, preferibilmente autoctone, devono essere considerati anche aspetti di natura:

- *biologica*, come la provenienza delle piantine, la loro persistenza, la competitività, l'adattabilità alla stazione, la resistenza ai patogeni, ecc.;
- *attitudinale*, in relazione alla finalità della siepe, utilizzando ad esempio specie che abbiano elevati accrescimenti, se la funzione prevalente è la produzione di biomassa legnosa da energia, oppure specie di interesse faunistico, se lo scopo della siepe è naturalistico, ecc.;

Tabella 4.1 - Specie da legna comunemente utilizzate nella pianura veneta.

Nome comune	Zona geografica		Dimensioni		Terreno				Turno (anni)	Densità del legno
	Pianura	Collina	Albero di 1° grandezza (25-40m)	Albero di 1° grandezza (12-25m)	Umidità		Tessitura			
					Asciutto	Umido	Leggera	Pesante		
Acero campestre	••	•		x	••	•	••	••	8-12	2-3
Carpino bianco	••	•		x		•	•	••	8-12	4
Carpino nero		••		x	••		•		8-12	4
Frassino ossifillo	••			x		••		••	6-7	3
Olmo campestre	••	•		x	•	••	••	••	5-6	3
Ontano nero	••	•		x		••	•	••	3-5	2
Orniello		••		x	••		•		8-12	3
Pioppo nero	••		x		•	••	••		3-5	1
Platano	••			x		••	•	••	3-6	3
Salice bianco	••	•		x		••	••	•	3-5	1

Legenda: •• = vegeta in modo ottimale; • = vegeta in modo sub-ottimale; densità: 1 = scarsa, 2 = buona, 3 = molto buona, 4 = ottima.

- *biotecnica*, in funzione, ad esempio, del tipo di apparato radicale o epigeo, ecc.;
- *funzionale*, come la reperibilità sul mercato (sono sempre da utilizzare piante di provenienza locale e certificata) e la tecnica di impianto (da talea, piantina radicata, in vaso, ecc.).

Le specie comunemente utilizzate nella pianura veneta per la formazione di siepi poderali o ripariali o per fasce arborate di tipo naturalistico sono indicate in Tabella 4.1 e Tabella 4.2.

Tabella 4.2 – Specie comunemente utilizzate nella pianura veneta per la formazione di fasce arborate di tipo naturalistico.

Nome comune	Albero di I° grandezza (25-40m)	Albero di II° grandezza (12-25m)	Alberello (7-12m)	Arbusto (3-5m)	Zona geografica		Terreno			
					Pianura	Collina	Umidità		Tessitura	
							Asciutto	Umido	Leggera	Pesante
Acer campestre		x			••	•	••	•	••	••
Bagolaro	x				••	••	••		••	•
Betulla	x				•	••		••	••	•
Carpino bianco		x			••	•		•	•	••
Cerro	x					••	•	•	••	•
Ciliegio selvatico	x					••	••		••	•
Corniolo			x		••	••	•	•	••	
Crespino				x	•*	••	••		••	•
Farnia	x				••			••	••	••
Frangola				x	••			••		•
Fusaggine				x	••	••	•	•	••	••
Lantana				x	•	••	••		••	•
Leccio	x				••*	••	••		••	•
Ligustrello			x	x	••	••	••	••	••	•
Melastro			x		••	••	•	•	••	
Nocciolo				x	••	••	•	•	••	
Ontano nero		x			••	•		••	•	••
Pallon di maggio				x	••			••	•	••
Perastro			x		••	••	••		••	•
Prugnolo				x	••	••	••	•	••	••
Rosa canina				x	••	••	••		••	•
Rovere	x					••	•	•	••	
Roverella		x				••	••		••	•
Salice cenerino			x	x						
Salice da ceste				x						
Salice rosso			x	x						
Sambuco nero				x	••	••	•	••	••	•
Sanguinella				x	••	••	•	••	••	•••
Sorbo domestico		x			••	••	•	•	••	
Spincervino				x	••	••	•	••	••	••

Legenda: •• = vegeta in modo ottimale; • = vegeta in modo sub-ottimale; * = dune litoranee

b) Sesto d'impianto

La scelta del sesto d'impianto deve essere eseguita in funzione delle finalità della siepe: se la funzione prevalente è naturalistica, si dovrà favorire la competizione degli individui e accelerarne la crescita in altezza, la copertura e l'ombreggiamento del suolo, ottenendo così una diminuzione dei costi di manutenzione e la realizzazione in breve tempo di aree rifugio per la fauna e strutture più prossime alla naturalità; se lo scopo della siepe è invece prevalentemente produttivo e secondariamente naturalistico, si consiglia comunque l'adozione di un sesto d'impianto fitto, così da ottenere una maggiore resa di biomassa vegetale. In realtà, la scelta di sestì con una densità elevata è in accordo anche con le finalità naturalistiche oltre che con quelle più produttive.

Per quel che riguarda la tipologia, sono da preferirsi dove possibile (come ad esempio nelle aree golenali) sestì d'impianto di tipo naturaliforme, realizzando file parallele ad andamento sinusoidale o inserendo gruppi arbustivi coniugati a individui arborei e frammisti ad aree prive di intervento, da cui compiere le manutenzione degli stessi.

Per favorire ulteriormente la differenziazione degli ambienti è inoltre possibile interrompere i filari con spazi di lunghezza variabile (max 50 m) privi di vegetazione arborea.

c) Localizzazione

La scelta del sito d'impianto, come già ricordato, nel caso dei canali è spesso vincolata dalla disponibilità di spazio (limitato, ad esempio, dalla pista di manutenzione, da colture poste subito a ridosso di quest'ultima, da aree abitate prossime al canale), dalla necessità di garantire la funzionalità idraulica della rete consortile, dall'esigenza di lasciare spazi adeguati lungo i canali per effettuare le usuali pratiche di manutenzione e dal regime di proprietà dei terreni confinanti con il canale, spesso privati.

In funzione degli spazi disponibili e degli eventuali accordi con i proprietari delle aree, nel presente manuale si focalizza l'attenzione sui siti che solitamente sono ritenuti idonei per la localizzazione degli impianti arboreo-arbustivi: sul ciglio di sponda di canali e capofossi, esternamente alla pista di manutenzione e nelle aree golenali eventualmente presenti. Altre soluzioni sono ovviamente possibili in funzione del sito specifico

prescelto, ma si ritiene che la trattazione di questi tre casi possa fornire utili indicazioni anche per altre tipologie localizzative, senza in ogni caso avere la pretesa di esaurire l'argomento.

4.3 CRITERI GENERALI PER L'ESECUZIONE

Alla corretta riuscita dell'impianto concorrono molteplici fattori, oltre a quelli già citati nel paragrafo precedente, quali:

- *la scelta del materiale*, di provenienza locale e certificata, privilegiando piantine di pochi anni (che hanno minori problemi di attecchimento) in contenitore. Quest'ultima scelta, rispetto a piantine a radice nuda, è senz'altro più costosa e presenta maggiori problemi di trasporto, ma assicura una percentuale di attecchimento maggiore, una migliore gestione e flessibilità del cantiere e una maggiore conservabilità del materiale;
- *la qualità del materiale*, che deve rispettare le normative vigenti in fatto di sanità e certificazioni e presentare un corretto sviluppo sia dell'apparato epigeo che dell'apparato radicale, da valutarsi al momento della fornitura;
- *il trasporto e la conservazione del materiale in cantiere*, assicurandosi che non si verifichino rotture, disseccamenti, ecc., e che la permanenza del materiale in cantiere prima dell'utilizzo sia limitata a pochi giorni;
- *l'epoca del trapianto*, tenendo conto che il periodo ottimale per la messa a dimora delle piantine è quello autunno-invernale (condizioni pedoclimatiche permettendo), sebbene sia possibile posticipare il trapianto fino a primavera inoltrata tenendo presente la necessità di ricorrere a irrigazioni di soccorso nei periodi di siccità;
- *la preparazione del terreno*, migliorando se necessario il substrato con opportune lavorazioni (atte a conferire sofficità e omogeneità al terreno per facilitare l'eventuale stesura del film pacciamante e la messa a dimora delle giovani piantine) e concimazioni;
- *la stesura del telo pacciamante (film plastico o materiali biodegradabili alternativi)*, efficace nel controllo delle erbe infestanti soprattutto nel primo periodo dopo la messa a dimora e utile al contenimento dell'evaporazione dell'acqua dal suolo, alla diminuzione del

compattamento del terreno e all'eliminazione di lavorazioni lungo la fila;

- *le prime cure colturali*, che devono permettere alle piante di superare il primo periodo successivo al trapianto, da effettuarsi in funzione del materiale e della tecnica di impianto utilizzata (utilizzo di talee o di piantine radicate, ecc.). In generale sono da prevedersi sfalci, irrigazioni, potature, pulizia del foro d'impianto e risarcimenti, almeno nelle prime due stagioni vegetative.

In caso di utilizzo del telo pacciante plastico, per la corretta gestione dell'impianto è fondamentale prevederne la rimozione una volta che il popolamento si sia sufficientemente affrancato dalla competizione delle infestanti, entro e non oltre il 4°-5° anno dalla messa a dimora, oltre il quale il film plastico perde le sue caratteristiche intrinseche di elasticità, rendendo la sua rimozione più difficoltosa e dispendiosa in termini economici. Il materiale asportato deve poi essere smaltito secondo le normative vigenti.

4.4 TIPOLOGIE DI INTERVENTO

Come ricordato nei paragrafi precedenti, le modalità di realizzazione di una fascia arboreo-arbustiva lungo i canali sono numerose e si differenziano in funzione della disponibilità di terreno pubblico, del grado di coinvolgimento delle aziende agricole (nel caso l'area prescelta per la forestazione sia di proprietà privata), della necessità di mantenere o meno un passaggio per i mezzi meccanici del Consorzio per effettuare la manutenzione dell'alveo, delle finalità naturalistiche, produttive o miste degli impianti.

Nei paragrafi seguenti, oltre a fornire una guida concettuale per la scelta dei moduli compositivo-strutturali e delle specie con cui realizzare gli interventi di forestazione dei canali, s'illustrano a titolo di esempio alcune possibili applicazioni, che devono essere considerate come un semplice spunto per lo sviluppo di moduli appropriati alla singola situazione in esame, senza la pretesa di avere validità generale.

Le tipologie d'intervento considerate prevedono la messa a dimora di filari arboreo-arbustivi:

- sul ciglio di sponda di canali e capofossi;
- esternamente alla pista di manutenzione;
- nelle aree golenali dei canali.

SCHEDA F1

Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi

a) Descrizione

La messa a dimora di una siepe arboreo-arbustiva lungo i **canali** può essere eseguita sul ciglio di sponda secondo diverse modalità:

- sul ciglio di una sola sponda, se il Consorzio valuta possibile effettuare la manutenzione dell'alveo dalla sponda opposta a quella rivestita (Figura 4.1 e Figura 4.4);
- sul ciglio di entrambe le sponde:
 - se è possibile eseguire la manutenzione dell'alveo dall'interno del canale (Figura 4.2), oppure;
 - se è possibile non eseguire operazioni di manutenzione ordinaria dell'alveo con cadenza ravvicinata, rimandando tali interventi al momento del taglio completo della fascia boscata, da eseguirsi con periodicità pluriennale (Figura 4.3 e Figura 4.5).

Nella presente scheda la trattazione si limita a considerare siepi costituite da un unico filare di piante arboree ed arbustive o, tutt'al più, da due filari; questa scelta è motivata dagli obiettivi limitati che si trovano nell'operare in un territorio fortemente antropizzato, in cui gli spazi di pertinenza dei canali sono, nella quasi totalità dei casi, limitati al ciglio di sponda.

Ciò non toglie che la funzionalità ecologica di una tale tipologia di forestazione nei confronti del canale sia comunque elevata, in virtù della forte connessione con il corpo idrico; la siepe può avere inoltre un significativo ruolo tampone nei confronti degli inquinanti diffusi (si veda la **SCHEDA Q1** al **CAP. 3**).

La realizzazione di siepi sul ciglio di sponda può essere eseguita non solo lungo la rete dei canali in gestione diretta ai Consorzi, ma anche al margine dei **capofossi** che raccolgono le acque all'interno degli appezzamenti agricoli privati, per poi convogliarle verso la rete idrica consortile.

Le problematiche che occorre infatti affrontare per la messa a dimora di filari arboreo-arbustivi lungo i capofossi sono del tutto analoghe a quelle degli impianti realizzati lungo i canali:

- lo spazio a disposizione è scarso;
- la vegetazione, una volta sviluppata, deve permettere il passaggio dei mezzi agricoli

lungo le capezzagne o le piste di manutenzione che affiancano il capofosso o il canale;

- si deve evitare di sottrarre terreno utile alle colture agricole;
- la gestione del filare alberato deve possibilmente non generare maggiori oneri a carico dei privati che mettono a disposizione le aree, se non addirittura generare reddito agricolo integrativo grazie alla vendita della biomassa vegetale;
- le operazioni di gestione del canale, a carico dei Consorzi, e dei capofossi, di competenza

dei privati, devono essere ancora possibili o, in alternativa, la siepe deve essere progettata in modo che possa diminuire le necessità di manutenzione della vegetazione acquatica presente in alveo, ad esempio controllandola mediante l'ombreggiamento offerto dalle specie arboree;

- le modalità di messa a dimora di alberi e arbusti devono tener conto del particolare posizionamento sul ciglio di sponda (si veda al punto c) "Criteri di progettazione" nel seguito per ulteriori dettagli).

b) Schema progettuale

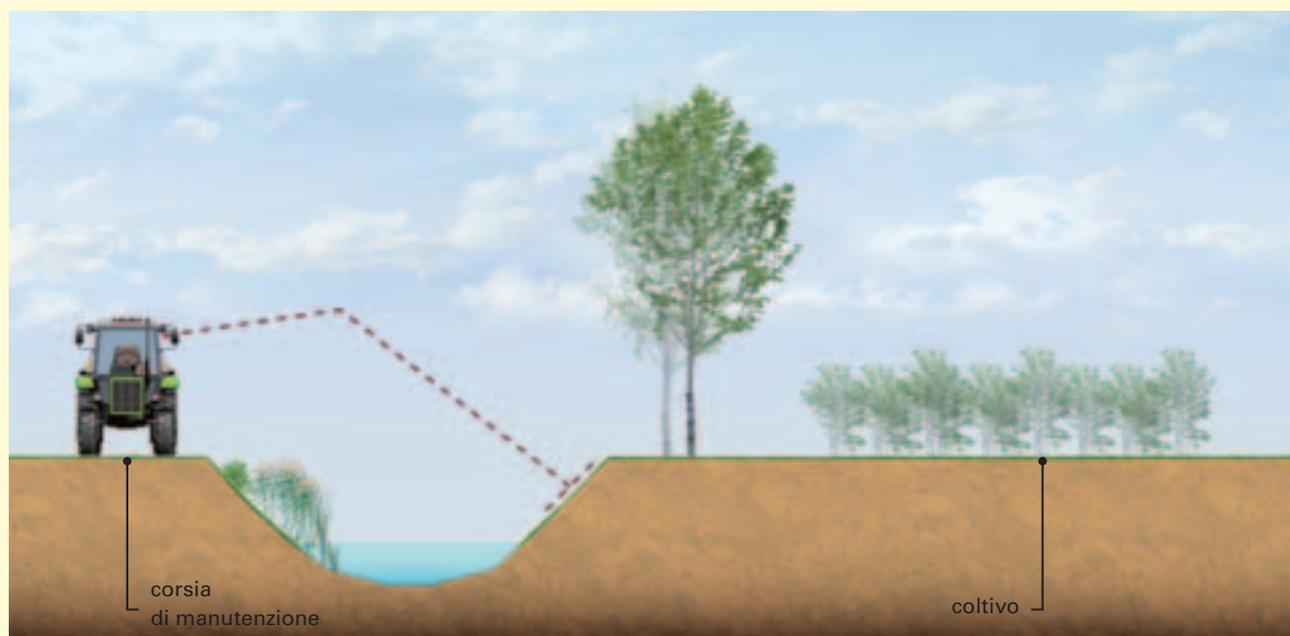


Figura 4.1 – Fascia arboreo-arbustiva posta sul ciglio di sponda su un solo lato di un canale o un capofosso; la manutenzione dell'alveo è eseguita dalla sponda opposta se la larghezza del canale lo consente, mentre quella della fascia boscata è operata dalla carreggiata presente sullo stesso lato della siepe.

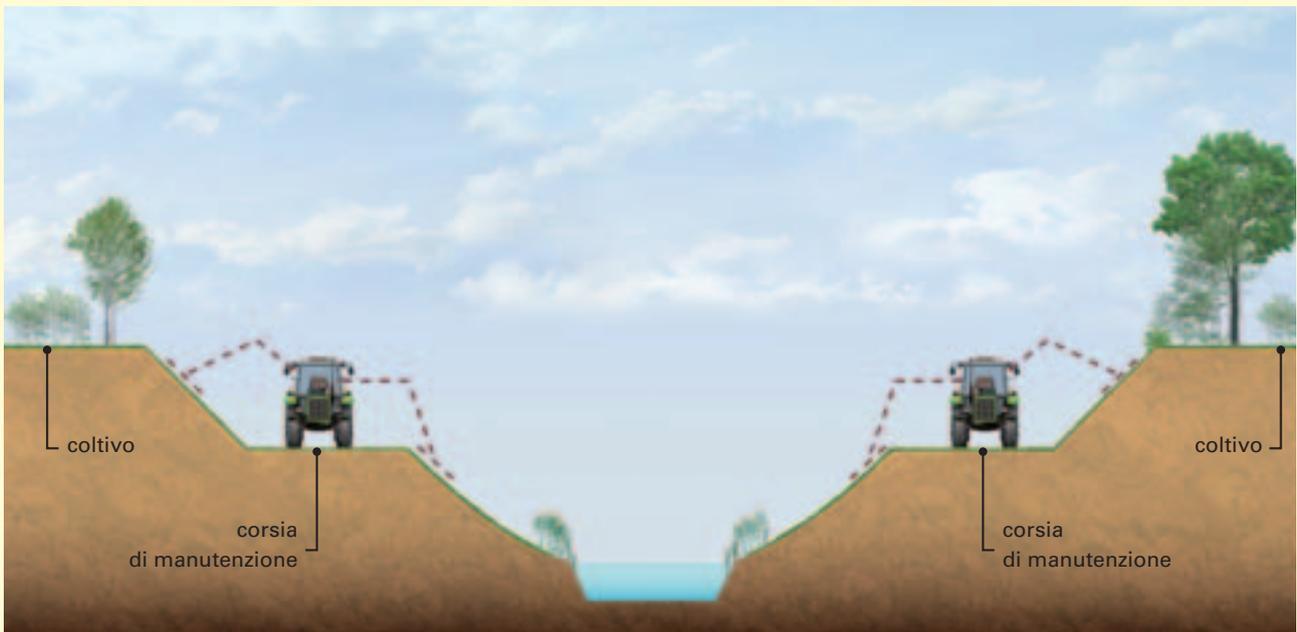


Figura 4.2 – Fascia arboreo-arbustiva posta sul ciglio di sponda da ambo i lati (o su un solo lato) di un canale; la manutenzione dell'alveo è eseguita dalle banche poste all'interno del canale, mentre quella della fascia boscata è invece operata eventualmente dalla carreggiata esterna alla siepe.

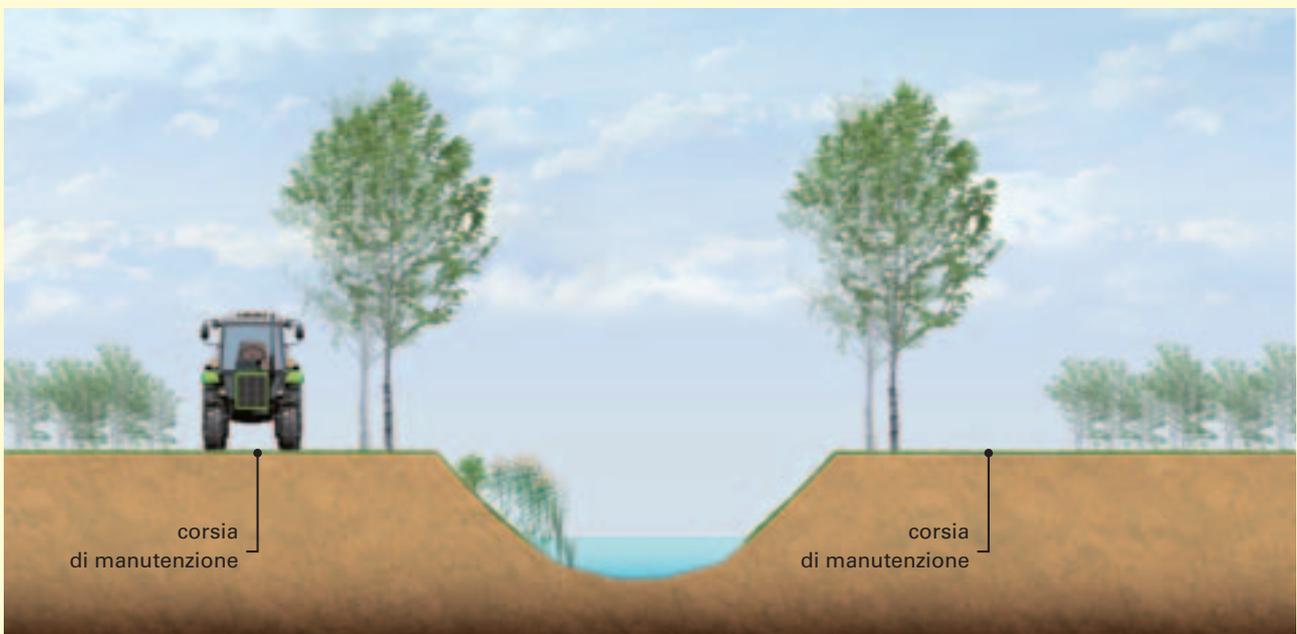


Figura 4.3 – Fascia arboreo-arbustiva posta sul ciglio di sponda da ambo i lati di un canale o un capofosso; la manutenzione dell'alveo è effettuata a cadenza pluriennale tramite taglio completo della fascia riparia, mentre quella della fascia boscata è operata dalla carreggiata esterna alla siepe.

c) Criteri specifici di progettazione

La progettazione di siepi, la cui messa a dimora è prevista sul ciglio di sponda di canali e capofossi, deve cercare di coniugare criteri naturalistici e paesaggistici con la necessità di facilitare le operazioni di manutenzione per i primi anni dall'impianto e con il rispetto delle proprietà confinanti. Infatti, fermo restando il rispetto della normativa vigente circa le piantagioni lungo le sponde e le eventuali deroghe da concordare con il servizio manutenzione dell'Ente gestore, deve essere valutato attentamente l'utilizzo di specie di prima grandezza (alberi ad alto fusto) per le quali occorre osservare le distanze previste dal codice civile, fatti salvi eventuali regolamenti locali o accordi con i proprietari confinanti. Meno problematico è l'utilizzo di arbusti o di specie che si presume mantenere a ceppaia, per i quali le distanze possono essere gestite all'interno della progettazione dei moduli d'impianto.

La scelta sulla **localizzazione della siepe** (e conseguentemente del modulo da adottare) deriva quindi in questi casi dalla necessità di minimizzare l'interferenza data alle coltivazioni, alla proprietà privata, alla pista di manutenzione dei canali o alla capezzagna nel caso dei capofossi, in particolare:

- se gli spazi a disposizione sono minimi, una possibile soluzione consiste nel collocare la siepe **sulla sponda subito a ridosso del ciglio** (Figura 4.6), così da diminuire l'area occupata dalle chiome al di fuori dell'alveo: questa soluzione permette inoltre di mantenere il filare alberato molto ravvicinato al canale, favorendo l'effetto ombreggiamento e coadiuvando così il controllo della vegetazione presente in alveo (si veda la **SCHEDA G2** al **CAP. 5**). In questo caso, le difficoltà nella posa del telo pacciamante a protezione delle piantine (si veda al punto f) "Manutenzione" nel seguito) comporta la rinuncia allo stesso, con conseguente aumento dell'incidenza delle cure colturali (che dovranno essere eseguite in gran parte con mezzi manuali) e la possibilità che si verifichino maggiori fallanze (bilanciate peraltro dalla maggior vicinanza all'acqua). Siepi collocate in simili contesti possono avere finalità sia naturalistiche sia produttive; le operazioni di taglio in questo caso devono essere condotte ricorrendo a una meccanizzazione razionale e avanzata (ad esempio

attrezzature portate sul braccio di un trattore o di un escavatore) in modo da rendere economicamente conveniente la produzione di biomassa. Inoltre, in funzione delle specifiche situazioni, dovrà essere sempre considerato con molta attenzione il contesto nel quale si va a operare, ad esempio valutando se sia possibile utilizzare moduli che prevedano specie ad alto fusto (alberi di prima grandezza) o se sia consigliabile utilizzare solo specie arbustive o a ceppaia, al fine di evitare problemi di stabilità della sponda, di deflusso idraulico, ecc.;

- se gli spazi a disposizione sono invece superiori al caso precedente, la siepe può essere posizionata **sulla pista di manutenzione a ridosso del ciglio di sponda**. Anche in questo caso le finalità del filare potranno essere sia naturalistiche (Figura 4.7, siepe monofilare, e Figura 4.8, siepe bifilare) che produttive (Figura 4.9 e Figura 4.10) con una meccanizzazione più semplificata rispetto al precedente scenario; l'area utilizzata per la siepe viene sottratta alla pista di manutenzione, che potrebbe quindi dover essere arretrata a scapito del coltivo retrostante, fatto che può essere giustificato da obiettivi ambientali pressanti o dalla remunerazione assicurata dalla biomassa ricavabile da una siepe in tal senso progettata, che può parzialmente compensare la perdita economica derivante dalla rinuncia a parte della superficie coltivabile. L'effetto ombreggiamento diminuisce rispetto al caso precedente ma non è comunque nullo.

In entrambi i casi, le siepi collocate presso il ciglio di sponda possono svolgere un'importante azione tampone nei confronti degli inquinanti provenienti dai terreni limitrofi che le attraversano, posto che questo flusso esista (si veda a tal proposito la **SCHEDA Q1** al **CAP. 3**).

Si riportano di seguito alcuni moduli che illustrano, a titolo di esempio, alcune possibili applicazioni di fasce boscate poste sul ciglio di sponda in diverse posizioni e realizzate con finalità differenziate, che devono essere considerate, come già ricordato a inizio capitolo, come un semplice spunto per lo sviluppo di moduli appropriati alla singola situazione in esame.

Per la scelta delle specie si rimanda a quelle indicate al Par. 4.2, salvo diverse indicazioni riportate nel testo.

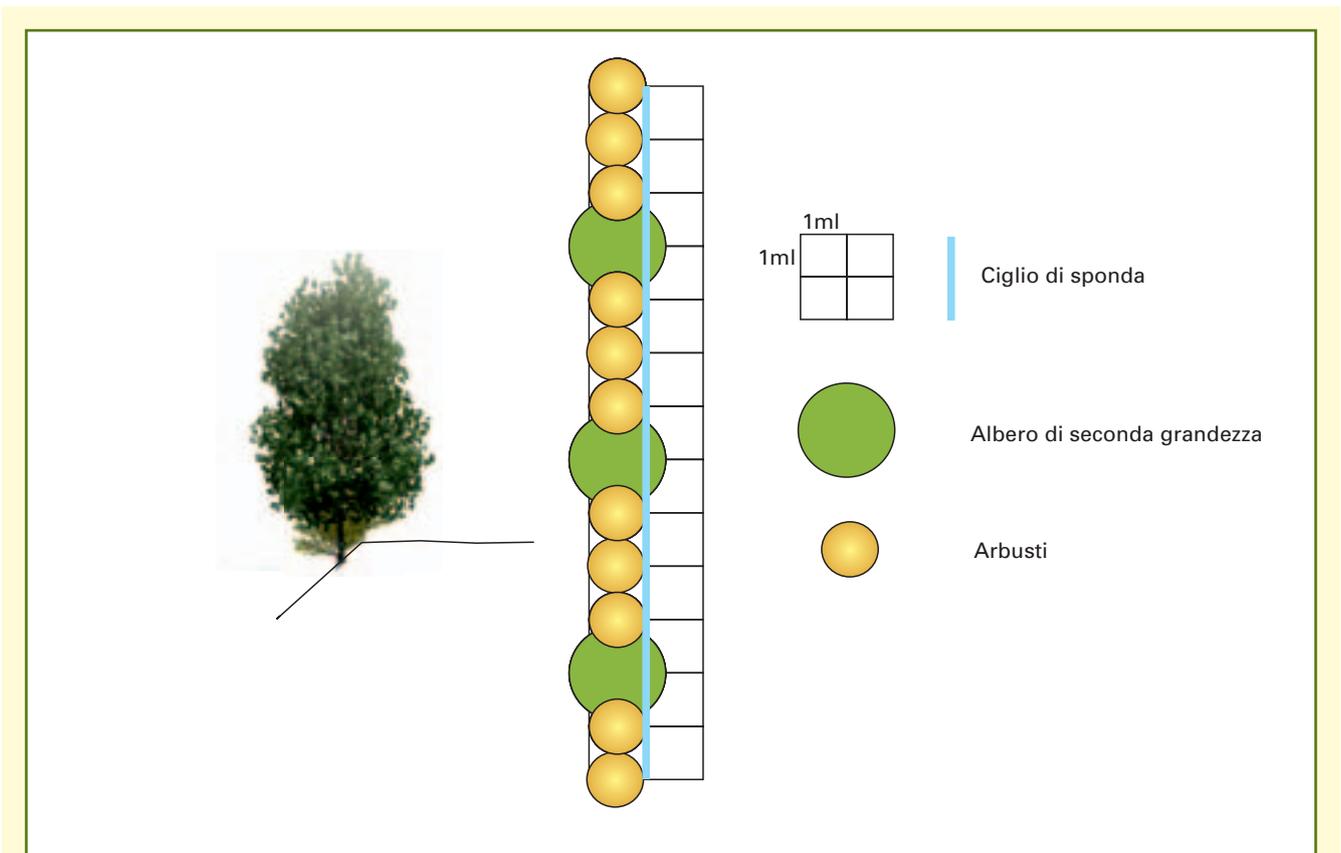


Figura 4.4 – Esempio di modulo compositivo-strutturale con funzione principale naturalistica, posto sulla sponda subito a ridosso del ciglio, utile nel caso in cui la pista di manutenzione (o la capezzagna nel caso di capofosso) che costeggia il canale non permetta un ingombro eccessivo da parte della siepe. Per la scelta delle specie si rimanda a quelle indicate al Par. 4.2. La distanza tra gli alberi di seconda grandezza può essere aumentata sino ad 8-10 metri, per favorire lo sviluppo di uno strato erbaceo plurispecifico e il conseguente aumento delle risorse alimentari e dei siti di nidificazione; tale soluzione diminuisce però l'effetto ombreggiante generato dalle alberature e il conseguente contributo al controllo della vegetazione presente all'interno del canale.

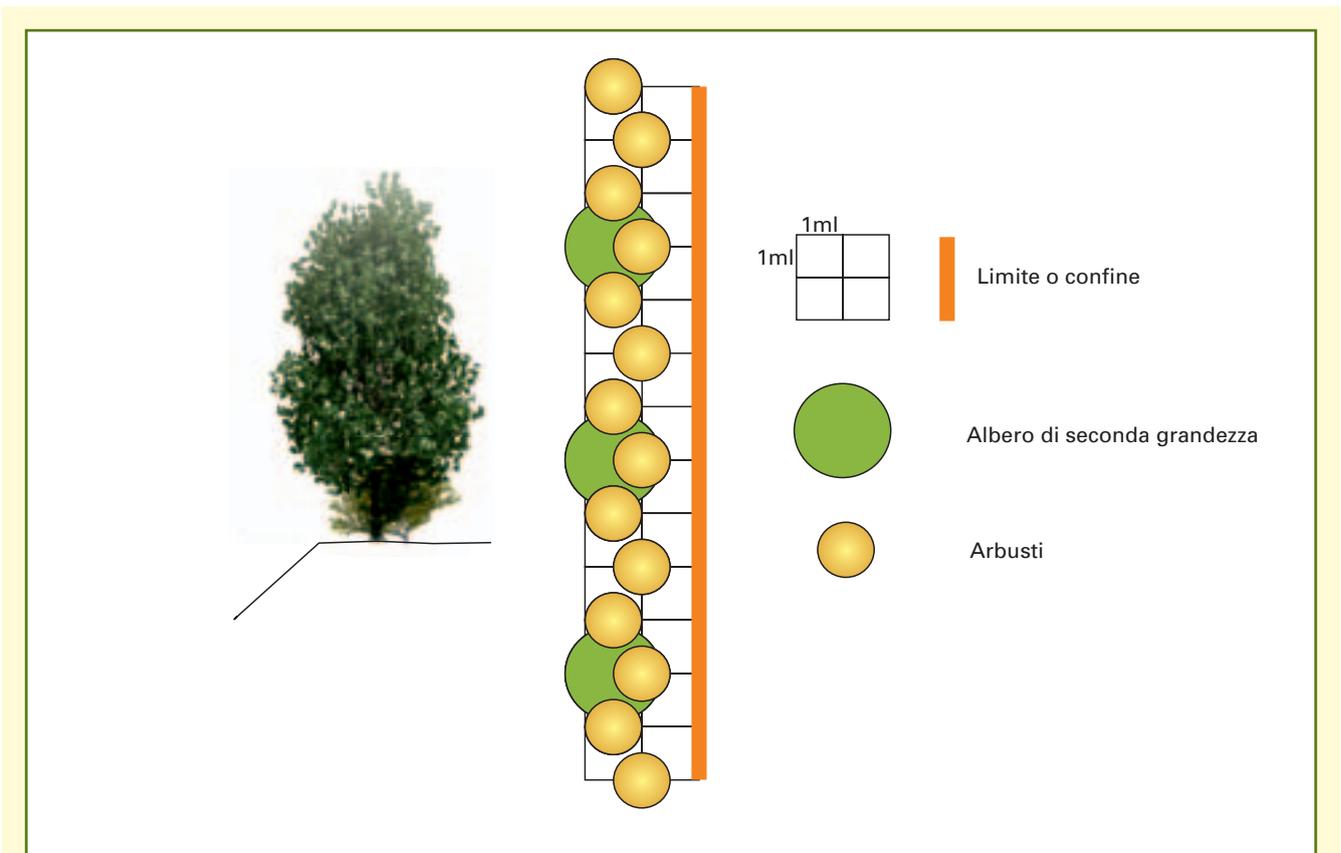


Figura 4.5 – Esempio di modulo compositivo-strutturale con funzione principale naturalistica e pista di manutenzione stretta, che consente la messa a dimora solo di una siepe monofilare (con eventuale sfalsamento delle specie arbustive lungo una seconda fila molto ravvicinata alla prima). Per la scelta delle specie si rimanda a quelle indicate al Par. 4.2.

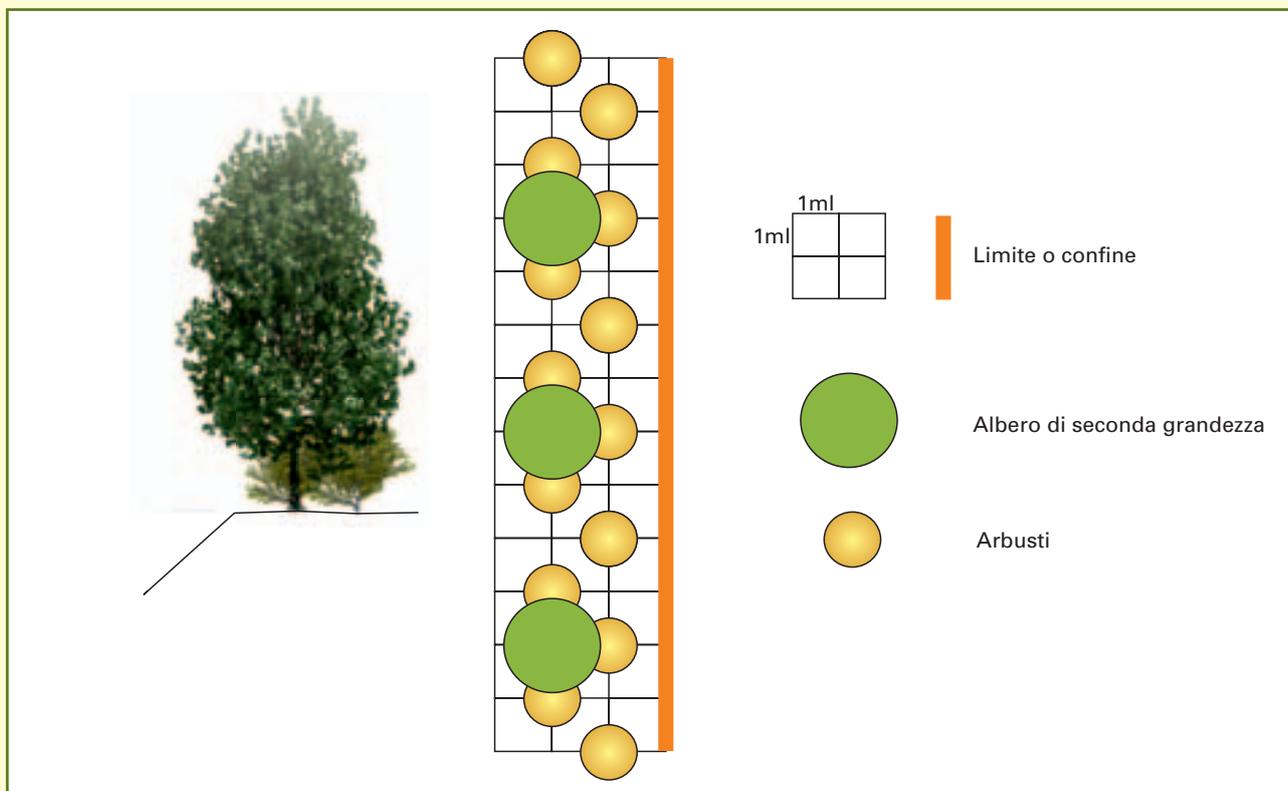
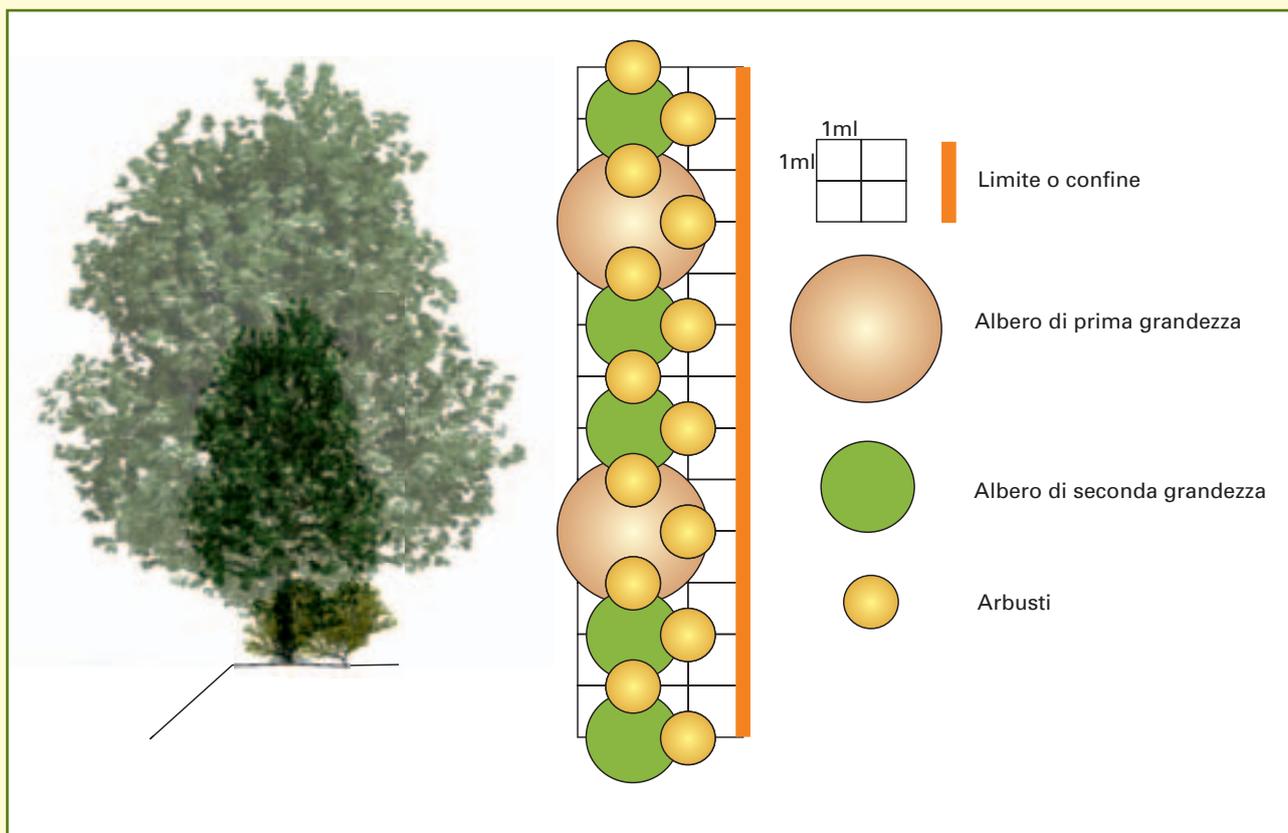
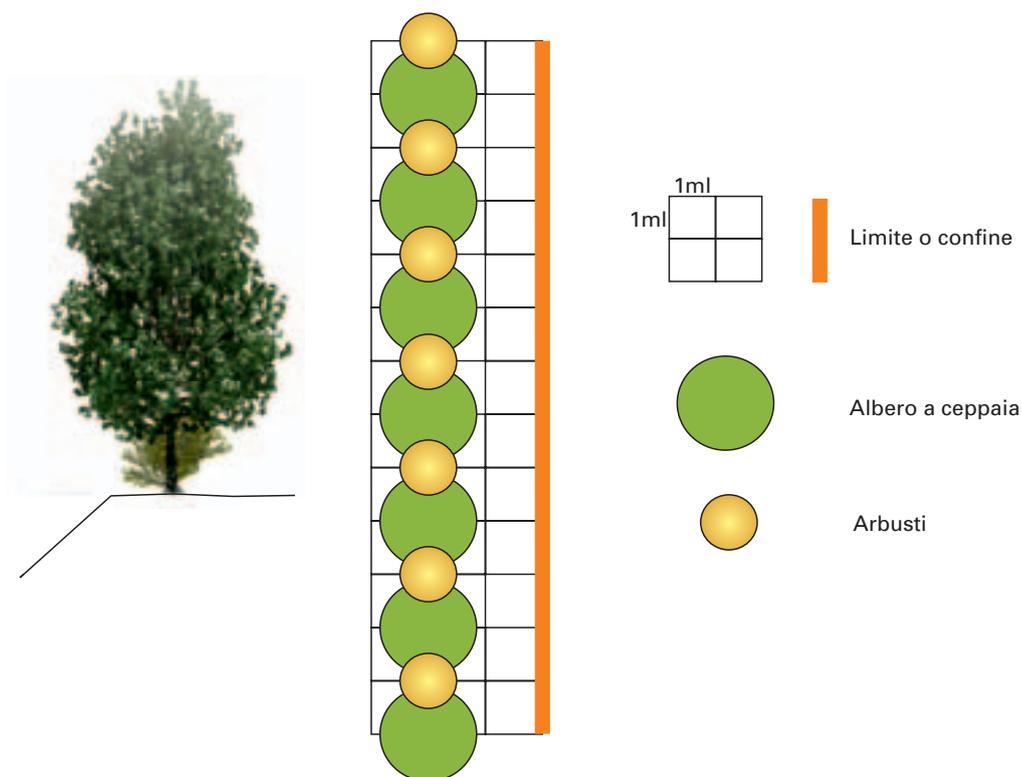
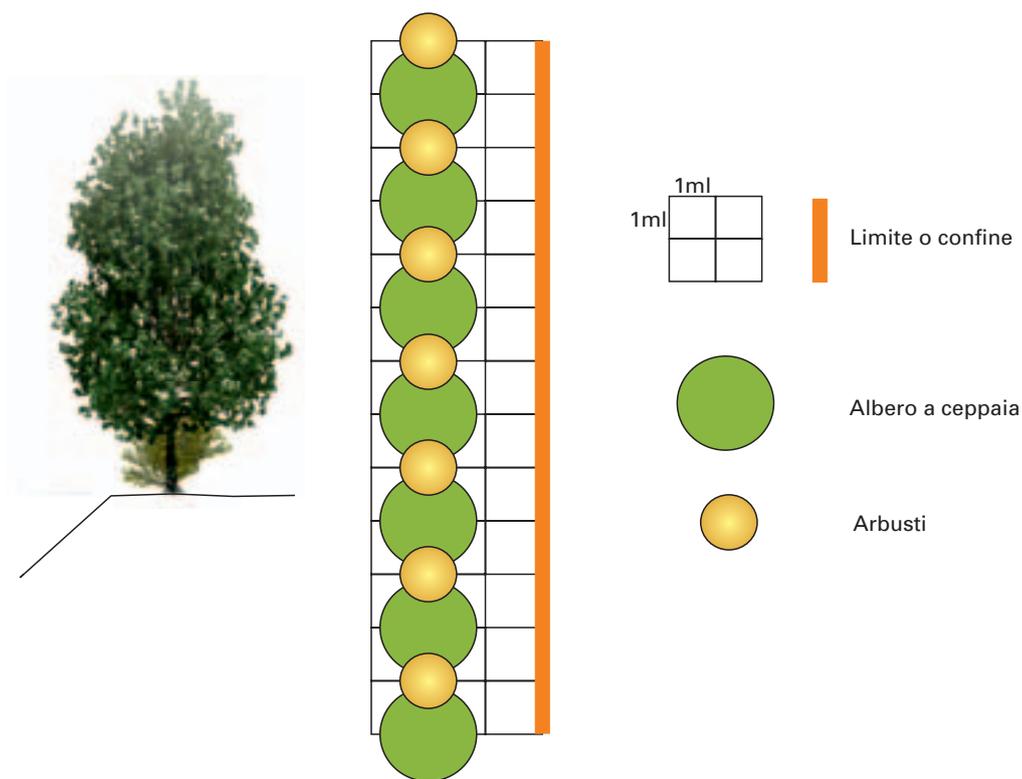


Figura 4.6 – Esempio di modulo compositivo-strutturale con funzione principale naturalistica e pista di manutenzione sufficientemente larga per ospitare una siepe plurifilare (in alto la siepe prevede la presenza di alberi di prima grandezza, in basso solo di alberi di seconda grandezza, entrambi accompagnanti da specie arbustive). Per la scelta delle specie si rimanda a quelle indicate al Par. 4.2.



Alberi a ceppaia	Arbusti
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner	<i>Sambucus nigra</i> L.
<i>Fraxinus oxycarpa</i> Bieb.	<i>Euonymus europaeus</i> L.
<i>Platanus hispanica</i> Mill. ex Muench.	<i>Frangula alnus</i> Mill.
<i>Ulmus minor</i> Miller	<i>Ligustrum vulgare</i> L.
<i>Salix alba</i> L.	<i>Rhamnus cathartica</i> L.
<i>Populus nigra</i> L.	<i>Salix cinerea</i> L.
	<i>Salix purpurea</i> L.
	<i>Salix triandra</i> L.
	<i>Viburnum opulus</i> L.

Figura 4.7 – Esempio di modulo compositivo-strutturale con funzione principale produttiva (legna da ardere) e secondaria naturalistica. Il modulo prevede la presenza di specie arboree a turno breve (in tabella: ontano nero, salice bianco, pioppo nero e platano: turno di 3-5 anni; olmo campestre e frassino ossifillo: turno di 5-7 anni). Lungo lo sviluppo di una stessa siepe si possono inserire più specie arboree diverse, alternando fasce monospecifiche di una certa lunghezza per facilitare le operazioni di utilizzazione.



Alberi a ceppaia	Arbusti
<i>Acer campestre</i> L.	<i>Sambucus nigra</i> L.
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	<i>Cornus mas</i> L.
<i>Carpinus betulus</i> L.	<i>Euonymus europaeus</i> L.
<i>Fraxinus ornus</i> L.	<i>Frangula alnus</i> Mill.
	<i>Ligustrum vulgare</i> L.
	<i>Rhamnus cathartica</i> L.
	<i>Salix cinerea</i> L.
	<i>Salix purpurea</i> L.
	<i>Salix triandra</i> L.
	<i>Viburnum opulus</i> L.

Figura 4.8 – Esempio di modulo compositivo-strutturale con funzione principale produttiva (legna da ardere) e secondaria naturalistica. Presenza di specie arboree a turno lungo (in tabella: acero campestre, carpino bianco, carpino nero, orniello: turno di 8-12 anni). Lungo lo sviluppo di una stessa siepe si possono inserire più specie arboree diverse, alternando fasce monospecifiche di una certa lunghezza per facilitare le operazioni di utilizzazione.

d) Indicazioni per l'esecuzione

Si rimanda ai criteri generali indicati al Par. 4.2 e alle indicazioni suggerite nel punto c) "Criteri specifici di progettazione" della presente scheda.

e) Effetti ambientali

Si rimanda al Par. 4.5.

f) Manutenzione

La manutenzione delle siepi poste sul ciglio di sponda richiede particolari attenzioni, essendo il filare interposto fra la pista di manutenzione e il canale, ed esige un approccio differenziato in funzione della collocazione e delle finalità specifiche:

- **Collocazione della siepe con finalità naturalistiche sulla sponda subito a ridosso del ciglio** (Figura 4.6).

Vista la particolare collocazione della siepe, gli interventi manutentivi devono considerare anche aspetti idraulici e di stabilità delle sponde, oltre che quelli normalmente considerati nella gestione di un filare arboreo-arbustivo. Conseguentemente, la gestione ordinaria della vegetazione deve prevedere in un primo momento il controllo della percentuale di attecchimento delle piante e, in seguito, un taglio selettivo da eseguirsi periodicamente a fine turno a seconda della diversa velocità di crescita delle specie messe a dimora (ad es. 5-7 anni per platano, olmo, frassino, pioppo, salice, ontano; 10-15 anni per carpino, ornello, acero), procedendo preferibilmente per tratti discontinui non eccessivamente lunghi o, dove possibile, in turni alterni sulle sponde, in modo da lasciare sempre una sponda o un tratto di essa vegetata.

In particolare, in base alle caratteristiche del canale sulle cui sponde è insediata la vegetazione, potranno essere previsti anche turni piuttosto brevi per il taglio, da eseguirsi sempre con attrezzature manuali e avendo cura, come gestione manutentiva straordinaria, di tagliare solo quegli esemplari che, per un qualche motivo, dovessero divenire instabili e a rischio di crollo in alveo.

In ogni caso, considerata la finalità naturalistica della siepe e non essendo quindi necessaria una produzione di biomassa, può essere ragionevole accettare maggiori fallanze ricorrendo a minori cure colturali rispetto a un impianto produttivo.

- **Collocazione della siepe sulla pista di manutenzione a ridosso del ciglio di sponda.**

- siepe con finalità naturalistiche (Figura 4.7 e Figura 4.8)

Valgono le indicazioni esposte per il caso precedente, ma è comunque possibile l'utilizzo di prassi manutentive maggiormente legate alla produttività, come quelle presentate di seguito;

- siepe con finalità produttive (Figura 4.9 e Figura 4.10)

In questo caso la manutenzione del filare alberato prevede il taglio a ceppaia alla scadenza del turno previsto. Questa siepe non richiede potature e alla scadenza del turno sono tagliate indifferentemente tutte le piante. Se si intendono privilegiare parzialmente anche gli effetti naturalistici della siepe, è allora auspicabile procedere al taglio delle piante per tratti discontinui non eccessivamente lunghi o, dove possibile, in turni alterni sulle sponde, in modo da lasciare sempre una sponda o un tratto di essa vegetata.

In ogni caso, se il filare è finanziato da apposite leggi regionali (ad esempio per la messa a dimora di fasce tampone boscate), non è possibile il taglio a raso se non dopo 7 anni a decorrere dalla data di concessione del finanziamento.

Le operazioni relative all'esecuzione delle utilizzazioni dovrebbero possibilmente essere realizzate con un'elevata meccanizzazione, allo scopo di ridurre la tempistica e i costi degli interventi. Le macchine (trattori, escavatori, motrici dedicate) si muovono lungo la pista di manutenzione e sono dotate di apposite attrezzature per eseguire le operazioni di taglio e in alcuni casi anche accatastamento e primo allestimento dei fusti tagliati per la produzione di biomassa legnosa. Le **manutenzioni** invece sono generalmente eseguite manualmente.

Ciò vale sia per la pulizia del colletto, allo scopo di ridurre la concorrenza delle malerbe nei primi anni dopo la messa a dimora delle piante, sia per l'eventuale ribassamento delle ceppaie dopo l'abbattimento, sia infine per la spollonatura (vale a dire la selezione, tra tutti i polloni ricacciati dopo il taglio, di quelli migliori destinati ad arrivare alla fine del turno successivo).

Le operazioni di **manutenzione dell'alveo** del canale possono essere eseguite:

- da una sola sponda, se la larghezza del canale lo consente e la fascia boscata è presente solo su un lato al posto della pista di manutenzione (Figura 4.1);
- tramite il taglio completo della fascia riparia, nel caso questa sia presente su una sola sponda ma il canale non sia dotato di banca interna e la larghezza dell'alveo non permetta di effettuare la manutenzione dalla sponda opposta a quella vegetata;
- da una banca interna all'alveo, quando presente, anche nel caso in cui la fascia boscata sia posta sul ciglio di entrambe le sponde (Figura 4.2);
- tramite il taglio completo della fascia riparia, nel caso questa sia presente su entrambe le sponde e il canale non sia dotato di banca interna.

g) Voci di costo

Si veda il Par. 4.6.

g) Esempi realizzati

Si riportano di seguito esempi realizzati sul territorio regionale, oltre che alcuni esempi specifici eseguiti in Emilia-Romagna e non reperibili in Regione Veneto.

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: Realizzazione di barriere di vegetazione lungo il Canale Scolmatore in comune di Venezia. Azione: Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi.			
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive			
	Comune e Provincia	Venezia (Venezia)			
	Corso d'acqua	Canale Scolmatore			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°29'38.65"N 12°13'29.51"E F: 45°30'29.38"N 12°19'21.48"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	8.000 m	
	Anno esecuzione	2003	Costo	€ 230.000	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aumento della complessità biologica nelle aree adiacenti al canale cementato; • riduzione della temperatura dell'acqua e conseguente miglioramento dell'ossigenazione indotta dall'ombreggiamento, in grado di ridurre le escursioni termiche, sia giornaliere che stagionali, e soprattutto le temperature massime estive; • miglioramento paesaggistico di un alveo rettilineo e cementato; • incremento del valore ricreativo dei percorsi esistenti lungo il canale. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • il canale Scolmatore è stato costruito negli anni '70 del secolo scorso per recepire tutti gli affluenti terminali del fiume Marzenego, con l'intento di risolvere i drammatici problemi idraulici che interessavano le aree occidentali della Terraferma Veneziana; • le caratteristiche del canale hanno risposto a criteri di progettazione esclusivamente rivolti a garantire la sicurezza idraulica; pertanto l'intero alveo presenta sezioni geometriche, di larghezza variabile tra 15 e 20 metri, con fondo e sponde rivestite in calcestruzzo per accelerare il deflusso delle acque verso la Laguna di Venezia; • la presenza di ampi tratti di fasce di terreno di proprietà demaniale lungo tutto il corso del canale Scolmatore, ha offerto però l'opportunità di realizzare barriere di vegetazione arborea monofilari e plurifilari all'interno di un reticolo idrografico caratterizzato da un elevato grado di artificialità. <p>L'intervento ha previsto quindi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • formazione di fasce monofilari di vegetazione arborea lungo entrambe le sponde del canale. Gli impianti sono stati realizzati servendosi di materiale vivaistico di piccole dimensioni coltivato in contenitore (multipot 0,2-0,4 litri e contenitore rigido 1,0 litri per le specie fittonanti); • la scelta di mettere a dimora piante giovani con pane di terra deriva dalla considerazione dei diversi vantaggi che ne conseguono: l'impiego di semenzali di 1-2 anni di età (S1, S2) o di giovani trapianti (S1T1, S2T1) garantisce infatti un migliore adattamento all'ambiente e permette di limitare lo stress da trapianto, con la conseguenza di una maggiore facilità di attecchimento delle piante; • ulteriori vantaggi derivano dall'uso di piantine con pane di terra che, a differenza del postime a radice nuda, possono essere messe a dimora in qualunque periodo dell'anno, anche durante il periodo vegetativo, e manifestano una maggiore vigoria iniziale e quindi uno sviluppo più rapido. 			

<p>Informazioni tecniche</p>	<p>Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • la messa a dimora delle piante su pacciamatura (biodegradabile) ha consentito di ridurre gli interventi di manutenzione; l'utilizzo di piante di giovane età (semenzali di 1-2 anni o giovani trapianti) ha garantito percentuali di attecchimento molto elevate; • la manutenzione ordinaria prevede la trinciatura periodica della sommità dell'argine, per una larghezza di 4 m, e il contenimento della vegetazione arbustiva, al fine di garantire la percorribilità lungo il canale; • lungo le scarpate in terra, dove prima del progetto si eseguivano 2 o 3 tagli all'anno della vegetazione erbacea, si interviene a rotazione pluriennale sulla vegetazione arborea, con l'obiettivo di eliminare le piante morte o deperienti e limitare la vegetazione che si protende eccessivamente verso l'acqua; • in corrispondenza delle scalette di risalita, posizionate alternativamente sulle due sponde, i filari di alberi sono interrotti da tratti di 10m di lunghezza che vengono mantenuti a vegetazione erbacea.
<p>Note (pro/controllo, problemi)</p>		<p>La creazione di filari densi e continui di vegetazione arborea e arbustiva (formati evitando di eseguire interventi di manutenzione tra le piante) ha permesso di avere una barriera verde difficilmente penetrabile. La densità dei filari è andata a vantaggio anche della sicurezza, visto che per profondità, dimensione e pendenza delle sponde in calcestruzzo, il canale Scolmatore può rappresentare un pericolo.</p>

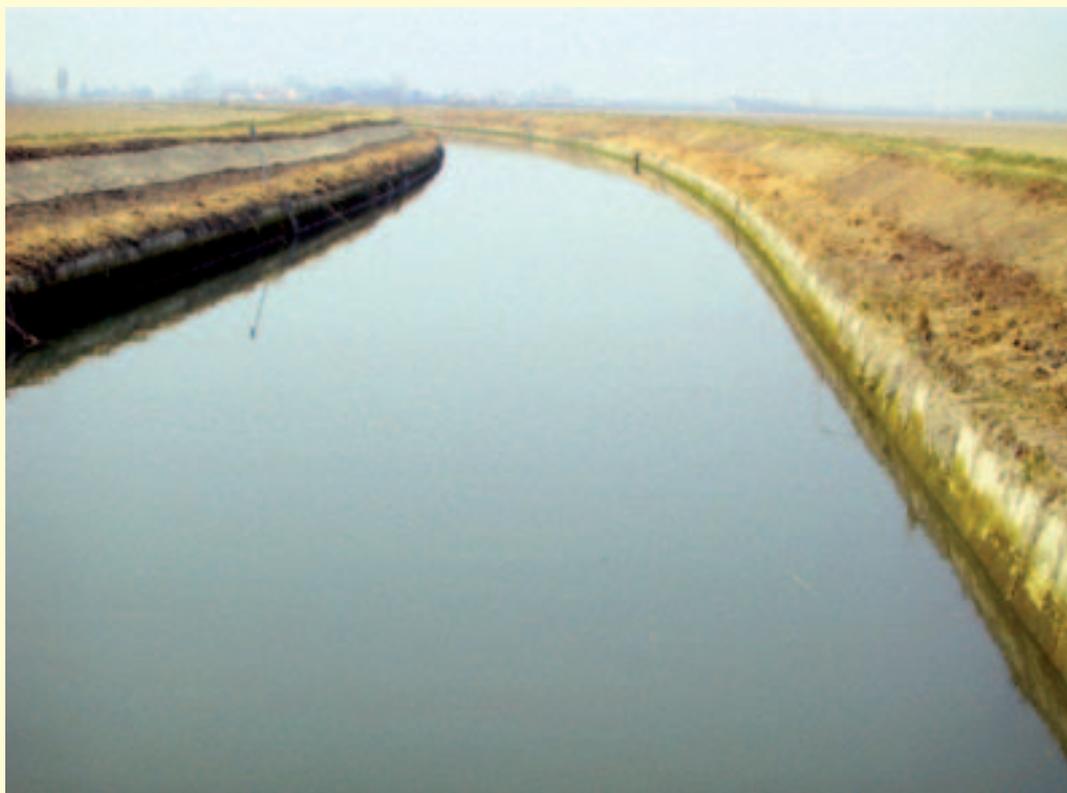


SPECIE ARBOREE

<i>Acer campestre</i> L.	Acero campestre
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	Ontano nero
<i>Carpinus betulus</i> L.	Carpino bianco
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	Frassino ossifillo
<i>Fraxinus ornus</i> L.	Orniello
<i>Populus alba</i> L.	Pioppo bianco
<i>Populus nigra</i> L.	Pioppo nero
<i>Quercus robur</i> L.	Farnia
<i>Salix alba</i> L.	Salice bianco
<i>Ulmus minor</i> Miller	Olmo campestre

SPECIE ARBUSTIVE

<i>Cornus sanguinea</i> L.	Sanguinella
<i>Corylus avellana</i> L.	Nocciolo
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Biancospino
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	Biancospino selvatico
<i>Euonymus europaeus</i> L.	Fusaggine
<i>Euonymus latifolia</i> Mill.	Fusaria maggiore
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	Olivello spinoso
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Ligustrello
<i>Rhamnus frangula</i> L.	Frangola
<i>Salix cinerea</i> L.	Salice cenerino
<i>Salix purpurea</i> L.	Salice rosso
<i>Salix triandra</i> L.	Salice da ceste
<i>Viburnum lantana</i> L.	Lantana
<i>Viburnum opulus</i> L.	Pallon di maggio





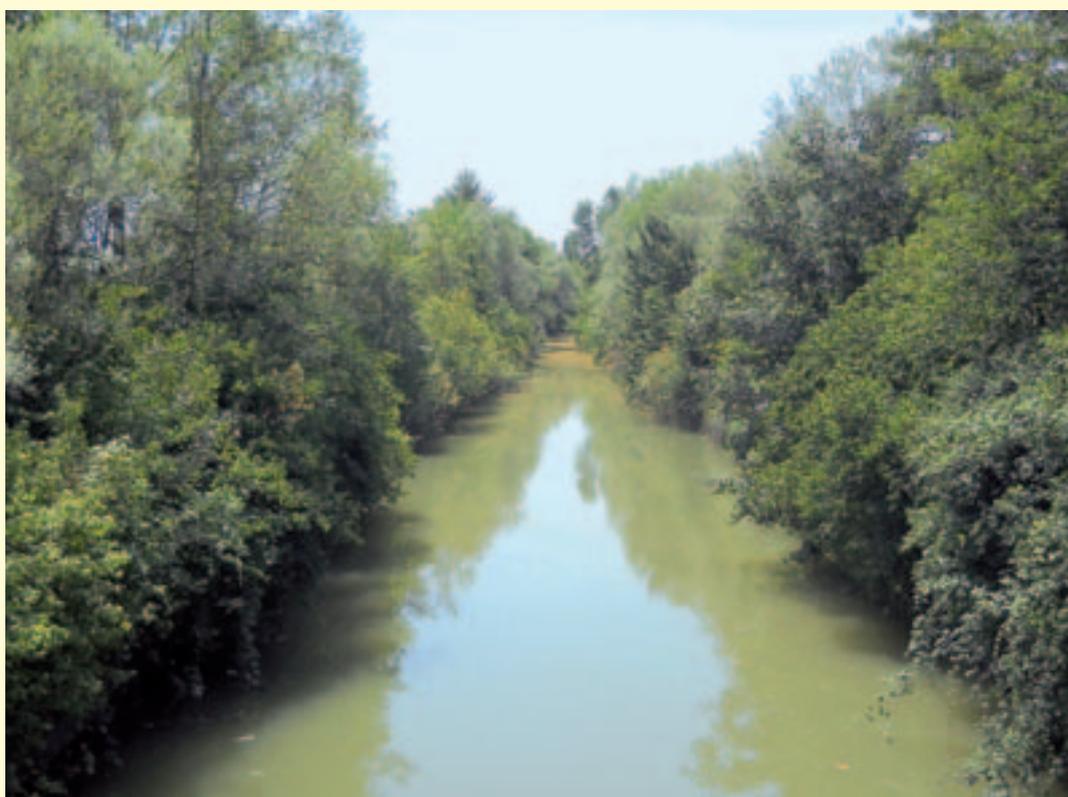


Figura 4.9 – Forestazione del Canale Scolmatore. Nella serie di immagini è possibile vedere la fase di realizzazione dello stesso (sponde e fondo in calcestruzzo) e il canale prima e dopo la messa a dimora di fasce boscate mono e pluri-filari. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque risorgive)

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale progetto: LIFE RINASCE - Riqualificazione NATuralistica per la Sostenibilità integrata idraulico-ambientale dei Canali Emiliani - LIFE13 ENV/IT/000169. Azione: Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia)		
	Comune e Provincia	Gualtieri (Reggio Emilia) - Carpi e Novi di Modena (Modena)		
	Corso d'acqua	Collettore Alfieri (CA), Diversivo Fossa Nuova Cavata (DFNC), Collettore Acque Basse Modenesi (CABM), Cavata Orientale (CO)		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	CA I: 44°53'7.63"N 10°35'39.38"E F: 44°52'59.51"N 10°37'5.16"E DFNC I: 44°48'10.89"N 10°53'15.18"E F: 44°47'59.08"N 10°53'52.74"E CABM I: 44°51'59.71"N 10°53'46.83"E F: 44°54'25.36"N 10°56'11.54"E CO I: 44°45'42.93"N 10°53'28.45"E F: 44°46'5.79"N 10°53'43.07"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	CA: 2.000 m DFNC: 900 m CABM: 4.000 m CO: canale 700 m / cassa 3 ha
Anno esecuzione	2015-16 (CA, DFNC, CABM) 2018 (CO)	Costo	CA: € 65.000 DFNC: € 210.000 CABM: € 92.000 CO: € 700.000 (compresi espropri)	
Informazioni tecniche	Note (pro/contro, problemi)	<p>Il progetto qui illustrato è riportato anche nel CAPITOLO 1 in relazione alla SCHEDA R1 "Ampliamento di tipo naturaliforme dei canali, nel CAPITOLO 2 in relazione alla SCHEDA D1 "Risagomatura e rivestimento delle sponde o definizione" e nel CAPITOLO 3 in relazione alla SCHEDA Q4 "Creazione di zone umide fuori alveo".</p> <p>Nella presente sezione del CAPITOLO 4 si focalizza invece l'attenzione sull'intervento di "Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi".</p> <p>La messa a dimora di fasce arbustive sul ciglio di sponda dei canali richiede la scelta manutentiva, da parte del Consorzi, di gestire la vegetazione spondale e acquatica dalla sponda opposta al filare, nel caso di canali di limitate dimensioni, o dalla banchina interna al corso d'acqua, nel caso sia presente. In molti casi la messa a dimora di arbusti sul ciglio di sponda, quindi ad una certa distanza dall'acqua presente in alveo, ha richiesto la messa in opera di irrigazione di soccorso o di impianti irrigui temporanei, per cercare di mitigare gli effetti delle estati siccitose a cui sono stati soggetti gli interventi realizzati.</p>		





Figura 4.10 – Messa a dimora sul ciglio di sponda di filari arbustivi lungo i seguenti canali (in ordine di foto): Collettore Alfieri (Comune di Gualtieri – Provincia di Reggio Emilia); Cavata Orientale (in primo piano la banchina allagabile appena creata) (Comune di Carpi – Provincia di Modena); Diversivo Fossa Nuova Cavata, in cui si evidenzia un trifilare posto sul nuovo rilevato arginale, realizzato dopo la creazione della banchina allagabile in primo piano (Comune di Carpi – Provincia di Modena); Collettore Acque Basse Modenesi (Comune di Novi di Modena e Comune di Carpi – Provincia di Modena). (Fonte: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale)

SCHEDA F2

Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi esternamente alla pista di manutenzione

a) Descrizione

La messa a dimora di filari arboreo-arbustivi è in questo caso prevista all'esterno della pista di manutenzione utilizzata dai mezzi meccanici consortili, allo scopo di permettere le normali operazioni di gestione del canale da parte del Consorzio di bonifica che lo amministra.

La funzionalità ecologica nei confronti del canale è però in questo caso più limitata rispetto al posizionamento sul ciglio di sponda, vista la quasi totale assenza di interconnessione con il corpo idrico, mentre il miglioramento paesaggistico ed ecologico del territorio di pianura rimane comunque potenzialmente elevato. Il filare può inoltre avere un effetto tampone non secondario nei confronti degli inquinanti diffusi, posto che il deflusso di questi ultimi avvenga dai terreni agricoli limitrofi verso il canale o che esista un'interazione diretta fra la zona radicale delle piante e la falda (si veda la **SCHEDA Q1** al **CAP. 3**).

c) Criteri di progettazione

Si rimanda a quanto esposto alla **SCHEDA F1**, avendo in ogni caso cura di verificare il rispetto della normativa vigente circa le piantagioni lungo le sponde, come già esposte al paragrafo citato.

d) Indicazioni specifiche per l'esecuzione

Si rimanda a quanto esposto alla **SCHEDA F1**.

e) Effetti ambientali

Si veda il Par. 4.5.

f) Manutenzione

Si rimanda a quanto esposto alla **SCHEDA F1**.

g) Voci di costo

Si veda il Par. 4.6.

h) Esempi realizzati

Si riportano di seguito esempi realizzati in Regione Veneto.

b) Schema progettuale

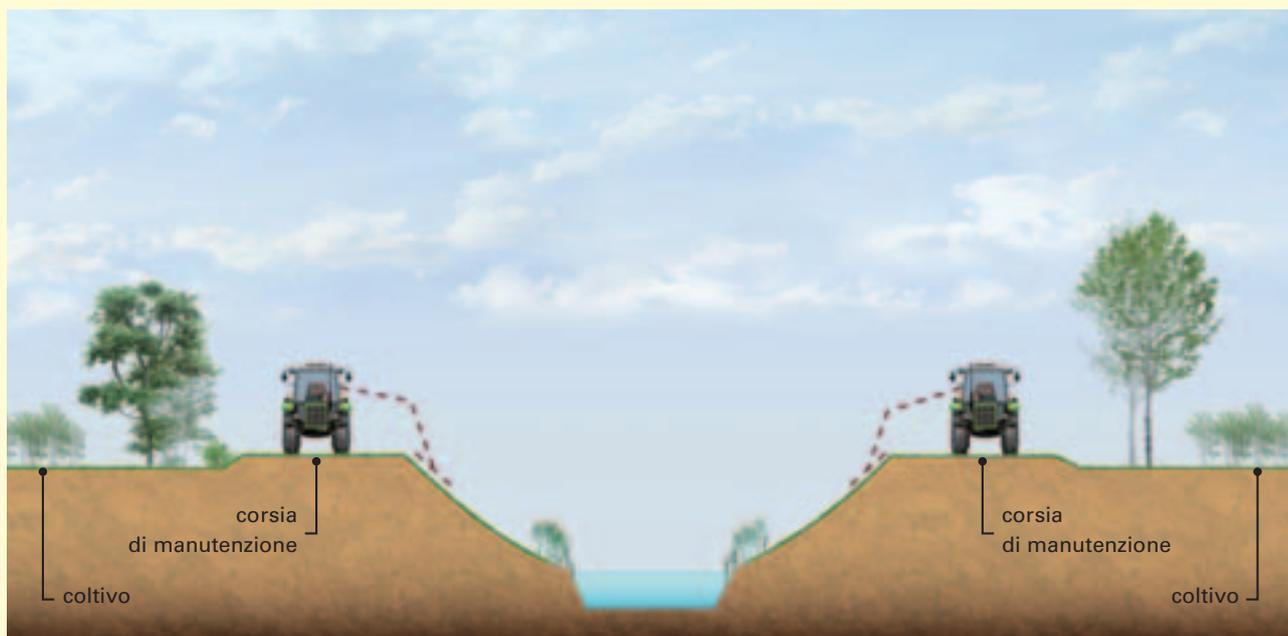


Figura 4.11 – Fascia arboreo-arbustiva posta esternamente alla pista di manutenzione del canale, da cui rimane quindi possibile effettuare la gestione sia della vegetazione acquatica e spondale del canale sia della fascia arboreo-arbustiva messa a dimora.

Anagrafica	Titolo progetto	Titolo originale del progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua che attraversano il Bosco di Mestre. Azione: Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi esternamente alla pista di manutenzione.			
	Consorzio di bonifica	Istituzione Bosco e Grandi Parchi (Comune di Venezia) in collaborazione con il Consorzio di Bonifica Acque Risorgive			
	Comune e Provincia	Venezia (Venezia)			
	Corso d'acqua	Collettore Acque Alte Cattal			
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°31'37.52"N 12°17'1.43"E F: 45°31'23.55"N 12°17'19.03"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	400 m	
	Anno esecuzione	2012	Costo	€ 1.560.000 (per l'intero Lotto)	
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aumento della capacità di invaso; • aumento della capacità autodepurativa del canale tramite la diversificazione morfologica dell'alveo e l'incremento della vegetazione acquatica e palustre; • creazione di habitat in alveo e miglioramento dello stato delle comunità faunistiche tramite l'incremento delle dinamiche evolutive morfologiche ed ecologiche del canale; • aumento della connettività ecologica grazie alla creazione di habitat ripari; • creazione delle condizioni per la fruibilità. 			
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bassa biodiversità come conseguenza dell'alveo cementato e banalizzato; • eccessivo carico di nutrienti (N e P) veicolati verso la Laguna di Venezia. <p>Gli interventi di tipo forestale hanno previsto la realizzazione delle seguenti azioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • analisi dei boschi relitti analoghi per condizioni climatiche e pedologiche; • individuazione di associazioni vegetali di riferimento: frassineti a <i>Fraxinus oxycarpa</i> / quercocarpineti planiziali tipici / quercocarpineti planiziali a prevalenza di <i>Carpinus betulus</i>; • definizione delle aree limitrofe ai corsi d'acqua riqualificati dal Consorzio di Bonifica come aree da privilegiare per la realizzazione di frassineti; • eliminazione della rete scolante minore (scoline) per favorire dei locali ristagni e indurre quelle lievi variazioni edafiche e microclimatiche che sono alla base della variabilità ecologica degli ambienti di pianura; • conservazione delle siepi esistenti al fine di salvaguardare la biodiversità residua e la migrazione delle specie; • messa a dimora di specie arboree e arbustive su film plastico pacciamante. Gli impianti sono stati realizzati servendosi di materiale vivaistico di piccole dimensioni coltivato in contenitore (multipot 0,2-0,4 litri e contenitore rigido 1,0 litri per le specie fittonanti); • formazione di inclusi prativi o arbustivi per favorire la diffusione delle specie vegetali proprie degli orli boschivi e costituire delle fonti alimentari per la fauna; • formazione di orli boschivi differenziati: fasce arbustive ai margini del bosco (larghezza 5 m). 			
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<ul style="list-style-type: none"> • trinciatura dell'erba tra i filari nei primi anni seguenti l'impianto; • asportazione e smaltimento del film plastico pacciamante; • potature dei filari più prossimi ai corsi d'acqua, allo scopo di garantire la percorribilità ai mezzi meccanici e la fruibilità delle aree; • diradamenti selettivi, con eliminazione delle piante che manifestano anomalie o patologie, piante senza futuro, piante deperienti e/o morte. 			
	Note (pro/contro, problemi)	Il progetto è già descritto al CAPITOLO 1 nella SCHEDA R1 "Ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali" nella sua componente di riqualificazione morfologica dell'alveo.			



Figura 4.12 – Fascia di vegetazione arborea messa a dimora all'esterno della pista di manutenzione lungo il Collettore Acque Alte Cattal all'interno del Bosco di Mestre. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

SCHEDA F3

Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi nelle aree golenali dei canali

a) Descrizione

La creazione di golene lungo un canale, realizzate ad esempio grazie agli allargamenti di sezione descritti nella [SCHEDA R1](#) al [CAP. 1](#), può generare le condizioni idrauliche e morfologiche adatte alla creazione di una fascia di vegetazione erbacea, arbustiva ed anche parzialmente arborea in queste aree interne, che interagisca direttamente con l'ambiente acquatico.

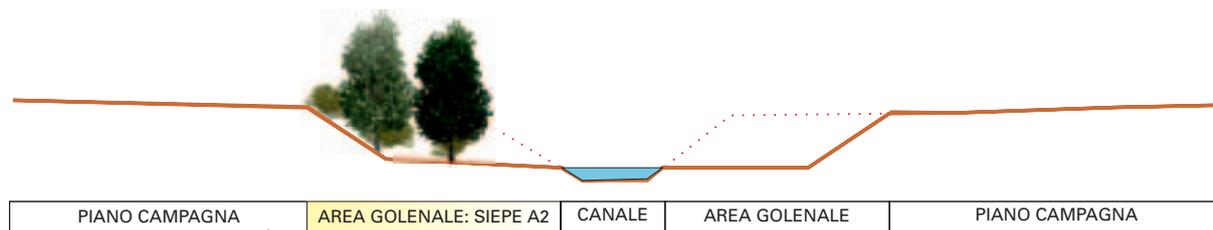
L'obiettivo dell'intervento è essenzialmente na-

turalistico e a tal fine deve ricreare o avvicinare la naturale successione vegetazionale (si veda Figura 2.19 nel [CAP. 2](#)), ottenendo vantaggi secondari quali un certo grado di stabilizzazione delle sponde (garantito dalla vegetazione) e la riduzione dell'azione erosiva della corrente.

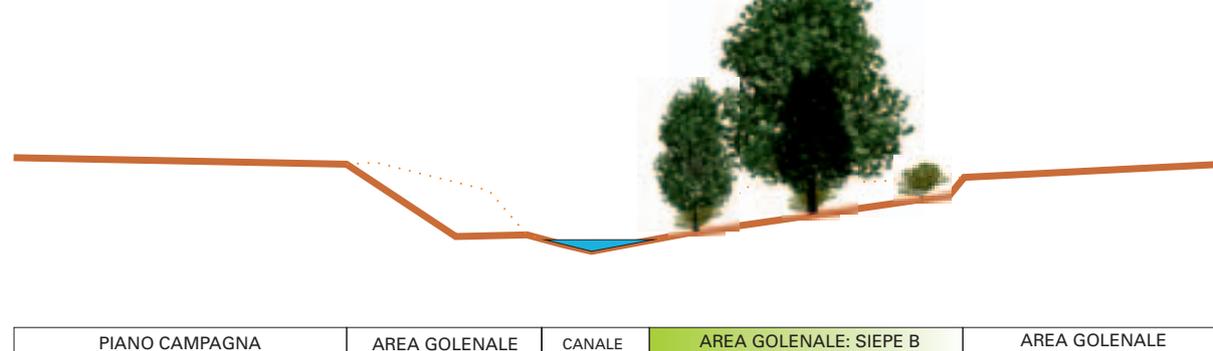
La funzionalità ecologica nei confronti del canale è in questo caso estremamente elevata, vista la forte connessione con il corpo idrico, e la vegetazione può avere un significativo ruolo tampone, posto che i terreni agricoli limitrofi drenino direttamente verso il canale o che esista un'interazione diretta fra la zona radicale delle piante e la falda (si veda la [SCHEDA Q1](#) al [CAP. 3](#)).

b) Schema progettuale

SEZIONE TIPOLOGICA SIEPE A2



SEZIONE TIPOLOGICA SIEPE B



LEGENDA

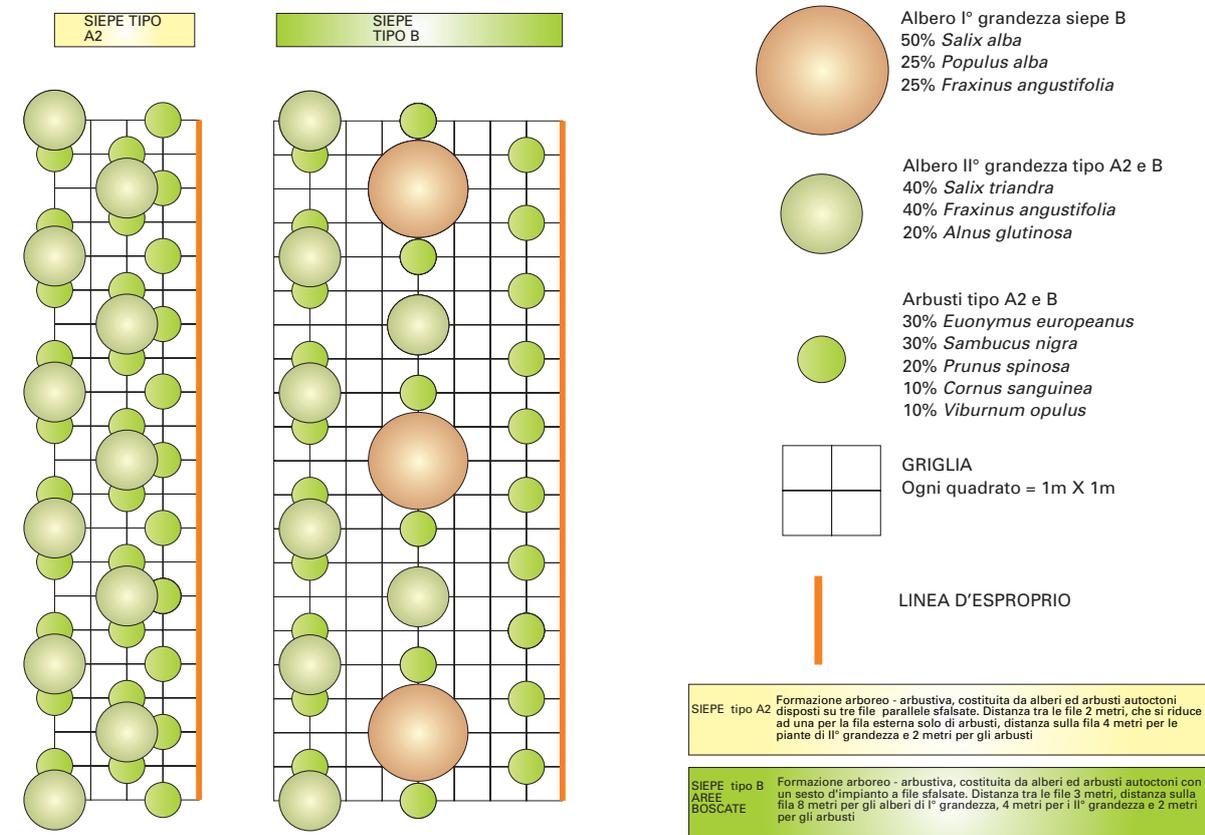


Figura 4.13 – Esempio di modulo compositivo-strutturale per la forestazione di aree golenali poste lungo i canali.

c) Criteri di progettazione

Diversamente dai casi precedenti, la rivegetazione e la rinaturalizzazione di aree golenali devono confrontarsi con la contemporanea presenza di più "tipologie ambientali" in spazi spesso molto esigui; procedendo idealmente dal canale verso la golena, si possono infatti schematicamente individuare:

- il **piede di sponda dell'alveo di magra**, dove in genere si ha una presenza costante d'acqua a livelli variabili e velocità generalmente non elevate;
- la **golena**, che può presentare altezze diverse ed essere soggetta a sommersione per periodi anche piuttosto lunghi;
- la **sponda esterna della golena**, generalmente non soggetta a sommersione.

Di questa differenziazione spaziale occorre tener conto nella scelta delle specie da utilizzare, con l'obiettivo di ricreare quella che è una successione vegetazionale il più naturale possibile, in grado di svilupparsi grazie a pochi e mirati interventi manutentivi, atti sia a favorire l'evoluzione naturalistica dell'area sia a garantire la funzionalità idraulica di progetto.

L'intervento di forestazione del canale può quindi prevedere, procedendo dall'alveo verso la golena:

- colonizzazione (o messa a dimora diretta) di **idrofite** (in particolare **rizofite**³⁰ e **pleustofite**³¹) nell'area sommersa dalle acque compresa tra il fondo dell'alveo e il piede di sponda, nel caso in cui il livello dell'acqua non superi i 50-70 cm; la posa in alveo di idrofite è da prevedersi esclusivamente se le condizioni locali non permettono una colonizzazione autonoma o se lo scopo è evitare popolamenti monospecifici o favorire la presenza di specie rare o minacciate;
- colonizzazione (o messa a dimora diretta) di **elofite**³² (*Phragmites australis*, *Carex* spp., *Scirpus* spp., *Typha* spp., ecc.) a cavallo del piede di sponda, o laddove si prevedono periodi di sommersione abbastanza lunghi;

- piantagione di **specie arbustive e arboree ripariali** igrofile del genere *Populus*, *Salix*, *Alnus*, ecc., nella porzione di golena soggetta a periodici periodi di sommersione, seppur più brevi del piede di sponda;
- piantagioni di **specie arbustive e arboree**, analoghe a quelle descritte alla **SCHEDA F1**, poste lungo la sponda esterna della golena, dove l'acqua giunge di rado.

È utile sottolineare come la ricostituzione di fasce di vegetazione erbacea igrofila di sponda può essere necessaria, ove tecnicamente possibile, nei casi in cui la ricolonizzazione spontanea da parte delle specie caratteristiche non possa avvenire in breve tempo, oppure laddove si voglia "pilotare" la spontanea evoluzione delle sponde, favorendo l'insediarsi di vegetazioni più rare o minacciate o con caratteristiche fisionomiche idonee alla gestione delle sponde stesse.

In questi casi è possibile procedere all'impianto di materiale vivaistico (piantine) di specie erbacee scelte in base alle caratteristiche del sito di destinazione.

Per quanto riguarda la vegetazione spondicola, risulta particolarmente opportuno dal punto di vista conservazionistico favorire l'insediamento delle formazioni ad alte carichi (Tabella 4.3), scegliendo opportunamente le specie strutturali (ovvero edificatrici) della fascia spondale da piantare. Si tenga conto che tali vegetazioni possono ospitare al proprio interno specie, caratteristiche degli habitat umidi, particolarmente minacciate e per questo inserite in liste rosse e direttive internazionali. Tale presenza può essere a sua volta favorita con impianti ad hoc, con ciò incrementando di molto la portata di tali interventi in termini di biodiversità.

Analoghe considerazioni possono essere fatte laddove sia compatibile la presenza di comunità acquatiche natanti o sommerse, in considerazione della rarità e del percepito stato di minaccia crescente di alcune specie legate a questi ultimi tipi di habitat nella nostra pianura.

³⁰ Le *rizofite* raggruppano parte delle idrofite, in particolare le specie ancorate al fondo del corso d'acqua mediante un rizoma.

³¹ Le *pleustofite* raggruppano parte delle idrofite, in particolare le specie galleggianti sprovviste di apparati radicali che svolgano la funzione di ancoraggio al canale.

³² Le *elofite* (piante palustri tipiche del canneto) sono specie radicate nel sedimento saturo d'acqua, per le quali solo la porzione basale dell'apparato vegetativo è sommersa e la quasi totalità del fusto, delle foglie e degli apparati riproduttivi è invece emergente dall'acqua.

Tabella 4.3 – Alcune importanti specie strutturali costituenti vegetazione spondicola (comunità delle megaforbie acquatiche)

	Umidità	Ph	Nutrienti	Sostanza organica	Granulometria	Luminosità
<i>Carex acuta</i>	4	3	3	9	9	3
<i>Carex acutiformis</i>	5	4	4	4	5	3
<i>Carex elata</i>	5	3	3	4	5	4
<i>Carex otrubae</i>	5	4	2	4	4	3
<i>Carex pseudocyperus</i>	5	4	3	4	5	4
<i>Carex riparia</i>	5	4	3	4	5	4
<i>Cyperus longus</i>	4	3	3	3	3	4
<i>Iris pseudacorus</i>	5	3	4	4	5	3
<i>Glyceria maxima</i>	5	4	5	3	5	4
<i>Phalaris arundinacea</i>	5	3	4	3	4	3
<i>Phragmites australis</i>	5	3	3	3	4	3
<i>Sparganium erectum</i>	5	3	4	3	4	4
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	5	3	3	4	4	5

Legenda: Indici di Landolt (in base a Poldini, 1991)

Umidità		Ph		Sostanza organica		Granulometria		Luminosità	
1	aridità elevata	1	3 - 4,5	1	suoli primitivi	1	roccia compatta	1	sciafila
2	aridità media	2	3,5 - 5,5	2	suoli minerali	2	> 2mm	2	mediamente sciafila
3	umidità media	3	4,5 - 7,5	3	suoli mediamente umiferi	3	2 - 0,05 mm	3	subeliofila
4	umidità alta	4	5,5 - 8	4	suoli umiferi	4	0,05 - 0,002	4	mediamente eliofila
5	umidità altissima	5	> 6,5	5	suoli molto umiferi	5	< 0,002	5	molto eliofila
9	eurivalente	9	eurivalente	9	eurivalente	9	eurivalente	9	eurivalente

In alternativa alla forestazione della golena è possibile, dopo aver realizzato l'ampliamento naturalistico di sezione, attendere ed eventualmente indirizzare la colonizzazione spontanea da parte della vegetazione, posto che l'area non sia invasa da specie infestanti o che non sia necessario accelerare il processo di riqualificazione del sito.

La presenza di vegetazione in alveo e in golena richiede di eseguire un'attenta verifica idraulica del canale che, già in fase progettuale, indichi densità, tipologia e modalità di manutenzione delle specie vegetali da mettere a dimora lungo il canale, al fine di garantire il transito e la laminazione delle portate di progetto: per ogni ulteriore dettaglio si rimanda al punto c) "Criteri di progettazione" della [SCHEDA R1](#) al [CAP. 1](#).

Si riportano di seguito (Figura 4.14) alcuni moduli che illustrano, a titolo di esempio, alcune possibili modalità di forestazione di aree golenali presenti lungo i canali, che devono essere considerate, come già ricordato a inizio capitolo, come un semplice spunto per lo sviluppo di moduli appropriati alla singola situazione in esame.

d) Indicazioni specifiche per l'esecuzione

Le golene poste lungo i canali sono aree in cui le situazioni ambientali ed idrauliche possono essere molto variabili e in cui può essere difficile effettuare la manutenzione forestale o gli interventi di controllo; la realizzazione delle piantagioni risponde quindi più a criteri di buon senso e di conoscenza delle problematiche specifiche che all'adozione di un determinato modulo per una certa finalità.

Così, ad esempio, nei tratti non rettilinei, più o meno sinuosi, può essere opportuno sistemare la fascia a elofite (canneto, cariceto, ecc.) in formazioni più dense ed estese nei tratti concavi delle rive, dove le sollecitazioni della corrente sono più elevate, collocando eventualmente nella zona retrostante piccoli boschetti ripariali, mentre nei tratti rettilinei si possono prevedere piantagioni arbustive/arboree solo per tratti, lasciando delle zone con sole elofite o semplicemente inerbite.

Per il materiale vegetale, nel caso di utilizzo di specie come salici e pioppi, soprattutto quando l'impianto è effettuato nel periodo invernale, è

opportuno l'impiego di talee, che garantiscono un'elevata percentuale di attecchimento, una notevole velocità di accrescimento e una conseguente resistenza ai danni che piene improvvise potrebbero causare. Il ricorso alle talee permette inoltre di ridurre i costi dell'impianto e anche la possibilità di reperire il materiale vegetativo direttamente sul posto.

In caso di impianti autunnali o primaverili, e quando si vuole aumentare la composizione di specie e la biodiversità del sistema forestale, è consigliabile l'utilizzo di piantine con pane di terra di provenienza locale e certificata.

e) Effetti ambientali

Si veda il Par. 4.5.

f) Manutenzione

In funzione del coefficiente di scabrezza di progetto utilizzato per il dimensionamento idraulico del canale e della sua golena (che non deve essere superato a causa dello sviluppo eccessivo della vegetazione), può essere necessario eseguire interventi di manutenzione consistenti in tagli della vegetazione di tutta la golena anche a carico delle elofite. Questi interventi, da compiersi con una cadenza dipendente dallo svilup-

po della vegetazione, dall'ingombro causato, ecc., devono essere gestiti per tratti, alternando zone in cui la vegetazione rimane inalterata con zone sottoposte al taglio; nelle zone soggette al taglio occorre inoltre, laddove risulti possibile ai fini della sicurezza idraulica, rilasciare individui arborei ad alto fusto che possiedono elevata valenza ecologica (come ad esempio le querce).

Accanto a questi interventi di carattere straordinario sono da prevedersi interventi manutentivi a cadenza regolare (generalmente annuale) con operazioni da eseguirsi a mano a carico dei soli individui deperienti, morti in piedi o crollati, in modo da consentire un regolare sviluppo delle fasce arboree ed arbustive ed evitare inoltre che queste interferiscano sulla funzionalità idraulica del canale, a causa di franamenti di sponda o cadute di alberi in alveo causa invecchiamento.

g) Voci di costo

Si veda il Par. 4.6.

h) Esempi realizzati

Si rimanda agli esempi mostrati al [CAPITOLO 1](#) nella [SCHEDA R1](#) "Ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali" nella sua componente di riqualificazione morfologica dell'alveo.

SCHEDA F4 Realizzazione di AFI - Aree Forestali di Infiltrazione di Infiltrazione³⁴

a) Descrizione

Dagli anni '60 del secolo scorso in Regione Veneto, come nella gran parte delle Regioni italiane, le falde hanno dato evidenti e preoccupanti segni di impoverimento, indicati dall'abbassamento continuo e progressivo della superficie freatica nell'alta pianura, dalla depressurizzazione delle falde in pressione della media pianura e dalla scomparsa di numerosi fontanili. In questa situazione di preoccupante diminuzione delle riserve di acque sotterranea, risulta evidente l'importanza che assume ogni intervento finalizzato ad immettere acqua superficiale nel sottosuolo e a ricaricare acquiferi che attualmente risultano utilizzati oltre le loro disponibilità, soprattutto alla luce di nuovi previsti prelievi.

A tal proposito nel 2007 la Sezione Ricerca e Gestioni Agroforestali di Veneto Agricoltura ha concepito e sviluppato per la prima volta l'idea di

Aree Forestali di Infiltrazione (AFI) per favorire la ricarica della falda.

L'idea delle AFI nasce dalle molteplici ricerche ed esperienze realizzate nel territorio regionale dalla metà degli anni '90 per il controllo delle fonti d'inquinamento diffuso, principalmente di origine agricola, tramite fasce tampone boscate e aree filtro forestali. A questa finalità si è successivamente affiancata la necessità di contrastare l'eccessivo sfruttamento delle risorse idriche dovuto allo sviluppo agricolo intensivo o ad attività industriali e civili, all'artificializzazione e regimazione dei corsi d'acqua, all'impermeabilizzazione dei suoli e alla modifica delle tecniche d'irrigazione, tutti fattori che hanno provocato nelle ultime decadi un progressivo depauperamento delle acque sotterranee.

Le AFI rappresentano una misura per la ricarica delle falde incentrata sulla distribuzione delle acque di superficie, nei mesi non irrigui (in Italia settentrionale tipicamente da settembre ad aprile), all'interno di aree appositamente allestite con una rete di scoline e forestate con varie specie arboree e/o arbustive.

b) Schema progettuale

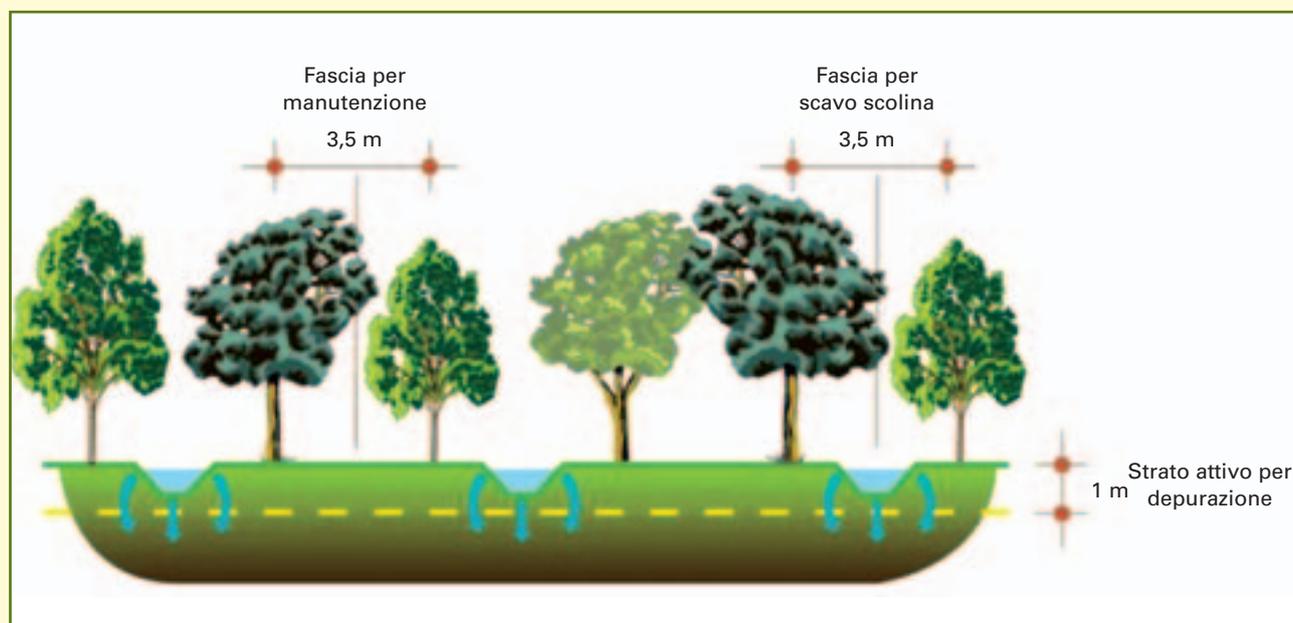


Figura 4.14 – Esempio di schema progettuale di una AFI: le canalette disperdono acqua verso la falda e gli alberi favoriscono, a livello radicale, l'abbattimento dei nutrienti disciolti. (Fonte: Veneto Agricoltura)

³⁴ Tratto da "Aree forestali di infiltrazione (AFI): principi, esperienze, prospettive Forested infiltration areas (FIA); principles, experiences, perspectives". G. Mezzalana, U. Nicoforo, G. Gusmaroli. Acque Sotterranee Italian Journal of Groundwater, (2014) AS10049: 055 060.

c) Criteri di progettazione

L'idea delle AFI trae origine dalle pratiche irrigue tradizionali: quando si irriga per scorrimento una parte importante dell'acqua si infiltra nel suolo e pertanto non va persa, ma solo trasferita dal reticolo idrografico superficiale alla falda. Il metodo innovativo consiste nello sfruttare in senso positivo l'elevato tasso di infiltrazione dei terreni posti al di sopra della fascia delle risorgive (intesa come zona di transizione dove la superficie freatica degli acquiferi indifferenziati di alta pianura interseca dinamicamente il piano campagna), destinando la loro superficie alla coltivazione di una coltura forestale che consente di massimizzare il tasso di infiltrazione.

d) Indicazioni specifiche per l'esecuzione

I punti salienti della soluzione sono i seguenti (Regione Veneto & Veneto Agricoltura, 2012):

- infrastrutturazione di un sistema di scoline al centro degli spazi interfilari, da realizzarsi prima dell'impianto forestale (canalette disperdenti a sezione trapezoidale, profonde 70-80 cm, con larghezza al livello del piano campagna di 70-80 cm e alla base di 30-40 cm) e connessione delle canalette disperdenti ad un fosso adduttore collegato direttamente alla locale rete irrigua;
- messa a dimora di specie arboree e arbustive a file, a densità diversa a seconda della tipologia di impianto da realizzare: piantagione da reddito (Short Rotation Forestry quinquennale con densità media di circa 1.400 piante/ha) o piantagione naturalistica (da un minimo 1.200 piante/ha a un massimo di 2.400 piante/ha), con distanza tra le file di 3-4,5 m per entrambe le tipologie di impianto;
- utilizzo del sistema mediante caricamento idraulico delle scoline, per una durata fino a 200 giorni (da settembre ad aprile) a patto che si possa derivare l'acqua dai fiumi senza influenzarne negativamente il regime idrologico, ed eventuale utilizzo del sistema AFI in modo turnato nel periodo irriguo (da aprile a settembre).

L'impianto di un'AFI è opportuno che venga presidiato a monte da un sistema di controllo dei sedimenti in ingresso (tipicamente una grigliatura grossolana e/o una trappola per sedimenti) e da un sistema per il monitoraggio delle acque di infiltrazione, al fine di garantirne il tempo di vita (controllo del clogging) e di tutelare i corpi idrici sotterranei alimentati.

e) Effetti ambientali

Le AFI svolgono numerose funzioni positive per la comunità (servizi ecosistemici di interesse collettivo):

- ricostituzione del patrimonio idrico sotterraneo;
- rinascita delle risorgive;
- incremento della disponibilità di acqua per l'irrigazione;
- miglioramento della qualità delle acque sotterranee, riducendo la contaminazione da nitrati;
- produzione di energia rinnovabile;
- riduzione dell'emissione di gas serra;
- miglioramento del paesaggio;
- incremento della biodiversità.

f) Manutenzione

Si rimanda a quanto esposto alla **SCHEDA F1**.

g) Voci di costo

La soluzione delle AFI è una tecnica di ricarica che arricchisce le falde a vantaggio di coloro che le utilizzano per fini idropotabili o irrigui; sia le società che gestiscono gli acquedotti, che gli enti che controllano e gestiscono l'uso delle acque (ruolo svolto in Italia dai Consorzi di Bonifica e Irrigazione) possono riconoscere in termini economici il servizio di infiltrazione svolto dal proprietario dell'AFI.

Oltre a contribuire al riequilibrio quantitativo delle falde, le AFI consentono potenzialmente di innescare fenomeni di fitodepurazione (depurazione naturale) delle acque di infiltrazione, che possono essere opportunamente sfruttati per finalità di tutela degli acquiferi.

Inoltre, le superfici forestali, che vengono messe a dimora e coltivate per favorire l'immissione di acque superficiali nel sottosuolo grazie all'azione degli apparati radicali, possono essere gestite con ulteriori molteplici finalità, come la produzione di energia rinnovabile nella forma di biomassa legnosa o la riqualificazione ambientale-paesaggistica o la valorizzazione fruitivo-didattica. In questo senso tali impianti, attraverso la produzione di specie arboree, concorrono a creare interessanti opportunità integrative di reddito per gli agricoltori e vantaggi economici che rendono sostenibile la loro diffusione. In particolare, la biomassa prodotta dalle specie arboree utilizzate nelle AFI, raccolta sotto forma di legno sminuzzato (legno cippato) da destinare

alla trasformazione energetica, può essere venduta per alimentare moderne caldaie a biomassa legnosa.

La superficie agricola, se trasformata in AFI, può dunque produrre due importanti servizi ambientali (ricarica delle falde e difesa delle acque dall'inquinamento da nitrati) e una commodity agricola (legno cippato da energia). La vendita del legno cippato e la remunerazione dei servizi

ambientali permettono al proprietario del terreno su cui si realizza un'AFI di ricavare un reddito interessante (servizi ecosistemici di interesse individuale).

Si veda inoltre il Par. 4.6.

h) Esempi realizzati

Si riportano di seguito esempi realizzati in Regione Veneto.

Anagrafica	Titolo progetto	<p>Titolo progetto originario: Interventi di sistemazione dei canali consorziali, con aree di espansione delle acque, con il duplice obiettivo di difesa idraulica e ricarica della falda, in Comune di Rosà - Intervento n. 3 - Riqualificazione dell'area boschiva denominata "Prese" di proprietà del comune di Rosà in comune di Tezze sul Brenta (VI), mediante realizzazione di un'AFI, Area Forestale di Infiltrazione.</p> <p>Azione: Realizzazione di AFI - Aree Forestali di Infiltrazione.</p>		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Brenta		
	Comune e Provincia	Rosà e Tezze sul Brenta (Vicenza)		
	Corso d'acqua	Roggia Michiela		
	Coordinate GIS (inizio e fine tratto)	I: 45°69'38.17"N 11°73'54,75"E F: 45°69'02.77"N 11°73'66,50"E	Lunghezza (m) Estensione (mq)	Canaletta nuova 136 m Area AFI: circa 62.600 mq
	Anno esecuzione	2018-2019	Costo	€ 237.000
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>Gli obiettivi generali del progetto hanno riguardato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • incremento della disponibilità idrica della falda; • fitodepurazione dell'acqua in entrata nell'area boscata; • riduzione della CO₂ in atmosfera; • aumento delle biodiversità dell'area; • miglioramento della possibilità di fruizione dell'area; • gestione del rischio di esondazione in casi eccezionali di piena. 		
	Descrizione	<p>Il progetto affronta le seguenti problematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • il Comune di Rosà è proprietario di un'area boscata di circa 18 ettari denominata "Bosco delle Prese" posta appena al di fuori del limite sud del territorio comunale, ricadente nel Comune di Tezze sul Brenta; • tale area è attualmente irrigata tramite il bocchetto "Campagnaro" con una dotazione idrica di circa 400 litri/sec; il bocchetto è derivato dalla Roggia Michela; • il progetto è stato pensato in questa area di proprietà del comune di Rosà, sfruttando un'area adibita a bosco, precedentemente già irrigata per caduta e avente una stratigrafia del terreno perfetta per infiltrare l'acqua nel terreno. <p>L'intervento ha previsto quindi la creazione, all'interno dell'area boscata esistente, di una AFI in particolare mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • scavo di trincee drenanti; • collegamento della Roggia Michiela al sistema di trincee mediante il bocchetto Campagnaro preesistente e tramite la realizzazione di due grandi bacini di laminazione a monte del sistema di distribuzione delle canalette; • installazione di sistemi di regolazione: pozzettoni sfiornanti all'interno dei bacini di laminazione e paratoie di regolazione dei flussi d'acqua; • installazione sistemi di monitoraggio: pozzi freatici a monte ed a valle dell'AFI per monitorare l'altezza della falda e la qualità dell'acqua; • esecuzione di manufatti in cls e posa di tubazioni, necessari per la distribuzione delle acque nella nuova AFI. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	La gestione dell'intera area per i primi 4 anni spetta alla ditta vincitrice dell'appalto lavori e prevede lo sfalcio dell'erba almeno 2 volte all'anno, la sistemazione del fondo delle canalette, il taglio di ramaglia.		
	Note (pro/contro, problemi)	<p>Pro: le AFI rappresentano una misura per la ricarica delle falde incentrata sulla distribuzione delle acque di superficie nei mesi non irrigui e possono fungere anche da aree di espansione in caso di eventi di piena.</p> <p>Contro: gli oneri di manutenzione, in particolare del sistema di distribuzione delle acque.</p>		

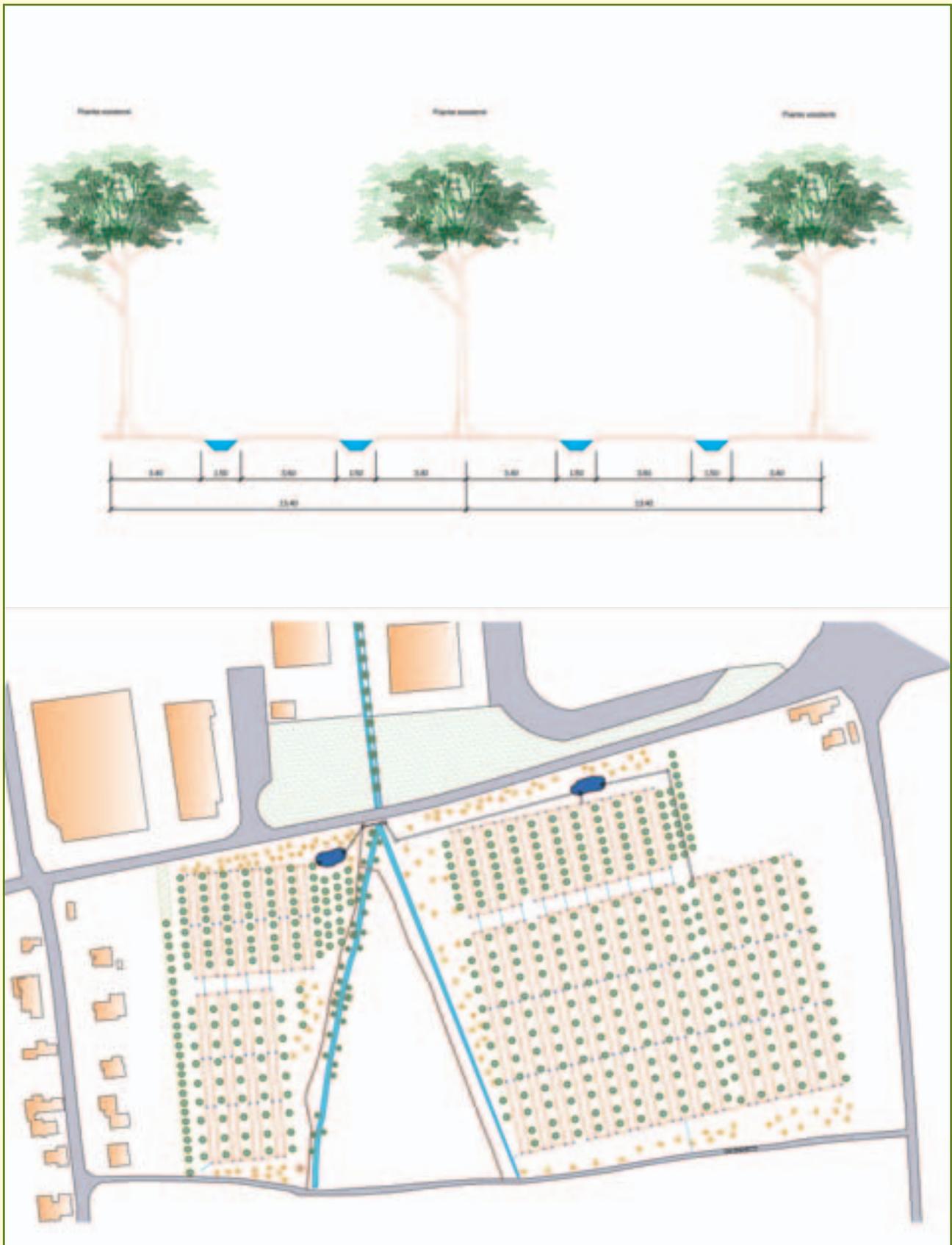




Figura 4.15 – Realizzazione di AFI (Aree di Infiltrazione Forestale) nel Comune di Rosà. (Fonte: Consorzio di Bonifica Brenta)

4.5 EFFETTI AMBIENTALI

I filari arboreo-arbustivi, se ideati e progettati in consociazioni articolate con una vasta gamma di specie, si caratterizzano nel tempo per un'elevata complessità strutturale e compositiva, che attribuisce loro un carattere di accentuata polivalenza.

Tali impianti sono pertanto in grado di svolgere funzioni di tipo produttivo, ecologico-ambientale, naturalistico, protettivo, igienico-sanitario, estetico-paesaggistico.

Tra le funzioni ecologico-ambientali e naturalistiche vanno citate:

- la funzione tampone svolta dagli apparati radicali delle piante mediante intercettazione e successiva filtrazione/depurazione dei deflussi idrici provenienti dai terreni agrari coltivati;
- l'assorbimento dell'anidride carbonica;
- l'aumento della biodiversità dell'ecosistema;
- la creazione di habitat ideali per ospitare e favorire la diffusione della fauna selvatica ed eventualmente anche dell'entomofauna antagonista dei parassiti delle colture agrarie (contributo alla lotta biologica);
- la funzione frangivento a difesa delle colture agrarie adiacenti.

4.6 VOCI DI COSTO

La realizzazione e la gestione delle fasce arboreo-arbustive messe a dimora lungo i canali è caratterizzata tipicamente dalle voci di costo riportate di seguito; tale elenco deve essere ovviamente adattato alla specificità dell'intervento effettuato e al contesto logistico in cui si opera.

- Progettazione impianto
- Preparazione del terreno
 - Ripuntatura
 - Distribuzione di fertilizzante
 - Aratura
 - Erpicatura o fresatura
- Messa a dimora dell'impianto
 - Acquisto materiale pacciamante
 - Stesura o posa materiale pacciamante
 - Acquisto materiale forestale (piantine con pane di terra o talee)
 - Messa a dimora materiale forestale
- Gestione dell'impianto (manutenzioni e cure colturali)
 - Sfalci con trinciatura meccanica
 - Eventuale diserbo localizzato
 - Eventuale irrigazione di soccorso
 - Pulizia del foro d'impianto
 - Risarcimento fallanze
 - Rimozione e smaltimento film pacciamante plastico
 - Raccolta della biomassa legnosa in seguito a interventi di diradamento/sfollo o utilizzazione alla fine del turno previsto (abbattimento, esbosco, allestimento, prima trasformazione).

4.7 PROMEMORIA SINTETICO PER LA REALIZZAZIONE E LA MANUTENZIONE DEGLI INTERVENTI

Il presente paragrafo sintetizza le indicazioni che occorre seguire in fase di realizzazione e manutenzione degli interventi proposti nel capitolo in oggetto, affinché si possano valorizzare al massimo le funzioni ambientali dei canali, in particolare con riferimento a³³:

- messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi;
- messa a dimora di filari arboreo-arbustivi esternamente alla pista di manutenzione;
- messa a dimora di filari arboreo-arbustivi nelle aree golenali dei canali.

(a) Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi o esternamente alla pista di manutenzione

Realizzazione

- **Selezionare la tipologia di siepe in base alle caratteristiche del sito e agli obiettivi stabiliti**
 - siepe posta sulla sponda subito a ridosso del ciglio, se gli spazi a disposizione sono minimi;
 - siepe posta sulla pista di manutenzione a ridosso del ciglio di sponda, se gli spazi a disposizione sono superiori al caso precedente o se è possibile arretrare la pista di manutenzione;
 - siepe posta esternamente alla pista di manutenzione, se è necessario mantenere la pista nello stato di fatto per esigenze di manutenzione del canale.

Manutenzione

- **Scegliere le modalità di manutenzione in funzione della localizzazione e degli obiettivi della siepe**
 - siepe posta sulla sponda subito a ridosso del ciglio
 - difficoltà nel posizionare il telo pacciamante a protezione delle piantine;
 - conseguente aumento dell'incidenza delle cure colturali manuali e possibilità che si verificano maggiori fallanze;
 - taglio selettivo da eseguirsi periodicamente a fine turno (se la siepe ha prevalenti finalità produttive), a seconda della diversa velocità di crescita delle specie messe a dimora, procedendo preferibilmente per tratti discontinui non eccessivamente lunghi o in turni alterni sulle sponde;
 - in base alle caratteristiche del canale, potranno essere previsti anche turni piuttosto brevi per il taglio, da eseguirsi sempre con attrezzature manuali;
 - gestione manutentiva straordinaria con taglio dei soli esemplari instabili e a rischio di crollo in alveo.
 - siepe posta sulla pista di manutenzione a ridosso del ciglio di sponda o esternamente alla pista di manutenzione
 - se la finalità è naturalistica, valgono le indicazioni espresse per il caso precedente (sono comunque possibili prassi manutentive legate alla produttività);
 - se la siepe ha finalità produttive, si prevede il taglio a ceppaia di tutte le piante alla scadenza del turno previsto; per privilegiare parzialmente anche gli effetti naturalistici, procedere al taglio per tratti discontinui non eccessivamente lunghi o in turni alterni sulle sponde.

³³ Sintesi di quanto descritto compiutamente nel presente Capitolo.

(b) Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi nelle aree golenali dei canali

Realizzazione

- **Prendere a modello le aree golenali dei corsi d'acqua naturali**
 - ricreare o avvicinare la naturale successione vegetazionale;
 - in alternativa alla forestazione della gola, attendere ed eventualmente indirizzare la colonizzazione spontanea da parte della vegetazione, posto che l'area non sia invasa da specie infestanti o che non sia necessario accelerare il processo di riqualificazione del sito.

Manutenzione

- **Eeguire una gestione della vegetazione che coniughi esigenze idrauliche, strutturali e ambientali**
 - interventi manutentivi a cadenza regolare (generalmente annuale), da eseguirsi a mano a carico dei soli individui deperienti, morti in piedi o crollati;
 - in funzione del coefficiente di scabrezza di progetto, eseguire, eventualmente, tagli per tratti della vegetazione di tutta la gola, anche a carico delle elofite.

4.8 INDICAZIONI DI MASSIMA PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI

Il presente paragrafo schematizza gli aspetti tecnici, ambientali e socio-economici che occorre monitorare per valutare la riuscita degli interventi di riqualificazione ambientale dei canali proposti nel presente capitolo.

- **Aspetti tecnici**
 - Grado di consolidamento della sponda
 - Produzione di biomassa legnosa
- **Aspetti ambientali (alveo e sponda)**
 - Evoluzione degli habitat presenti nel canale
 - Evoluzione della vegetazione presente nel canale
 - Fauna (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi, ecc.)
- **Aspetti socio-economici**
 - Costi per la manutenzione del canale (sponda e alveo) e confronto con la situazione *ante operam* (sfalci, ripresa frane, ecc.)
 - Rapporto con i frontisti
 - Grado di apprezzamento da parte della cittadinanza

5

GESTIONE SOSTENIBILE DELLA VEGETAZIONE ACQUATICA E SPONDALE



INDICE

5.1	Approccio generale	pag.287
5.2	Tipologie di intervento.....	» 288
	SCHEDA G1 - Controllo a basso impatto della vegetazione in alveo.....	» 289
	SCHEDA G2 - Ombreggiamento per il controllo della vegetazione acquatica e spodale.....	» 311
5.3	Promemoria sintetico per la realizzazione e la manutenzione degli interventi.....	» 314
5.4	Indicazioni di massima per il monitoraggio degli effetti.....	» 315

SECONDA EDIZIONE 2020

Autore

Marco Monaci

Con la collaborazione di

(per le schede "Esempi realizzati")

Consorzio di bonifica Acque Risorgive

Paolo Cornelio

Matteo Busolin

Stefano Raimondi

Consorzio di bonifica Piave

Eros Borsato

Stefano Gianni

Luigino Pretto

Consorzio di bonifica Veronese

Andrea Ferrari

PRIMA EDIZIONE 2011

Autori del capitolo

Stefano Raimondi

Matteo Busolin

Marco Monaci

Bruno Boz

Con la collaborazione di

Roberto Fiorentin

5 Gestione sostenibile della vegetazione acquatica e spondale

5.1 APPROCCIO GENERALE

L'alveo dei canali è potenzialmente ricco di **vegetazione** (Figura 5.1): la sezione bagnata ospita tipicamente le idrofite, in particolare piante acquatiche come *Ranunculus aquatilis* (ranuncolo acquatico) e *Berula erecta* (sedanina d'acqua), che prediligono il fondo, e piante galleggianti come *Lemna minor* (lenticchia d'acqua) e *Nuphar lutea* (ninfea gialla), caratteristiche dello specchio d'acqua; soprattutto nei canali più piccoli la sezione bagnata può essere invasa anche da *Phragmites australis* (cannuccia di palude) e da altre piante come *Typha* spp. Il piede di sponda può ospitare le piante palustri (elofite) tipiche del canneto, quali ad esempio la stessa *Phragmites australis*, *Carex* spp. (carice) e *Typha* spp., mentre la zona medio-alta della sponda, più arida perché soggetta a sommersioni sporadiche, è potenzialmente sede d'elezione di piante erba-

cee come *Lythrum salicaria* (salcerella comune) e *Filipendula ulmaria* (olmaria comune); infine, la parte sommitale della sponda, meno umida, risulta idonea per cespugli e specie arboree del genere *Populus*, *Salix*, *Alnus*, ecc., e, in condizioni di scarsità di nutrienti, per piante erbacee tipiche dei prati magri. La situazione può in realtà presentarsi assai differenziata da caso a caso e favorire, a seconda delle dimensioni e della tipologia di canale (scolo, irrigazione, promiscuo), alcune specie a discapito di altre.

Le **positive ricadute ambientali** legate alla presenza di vegetazione in alveo lungo i canali 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

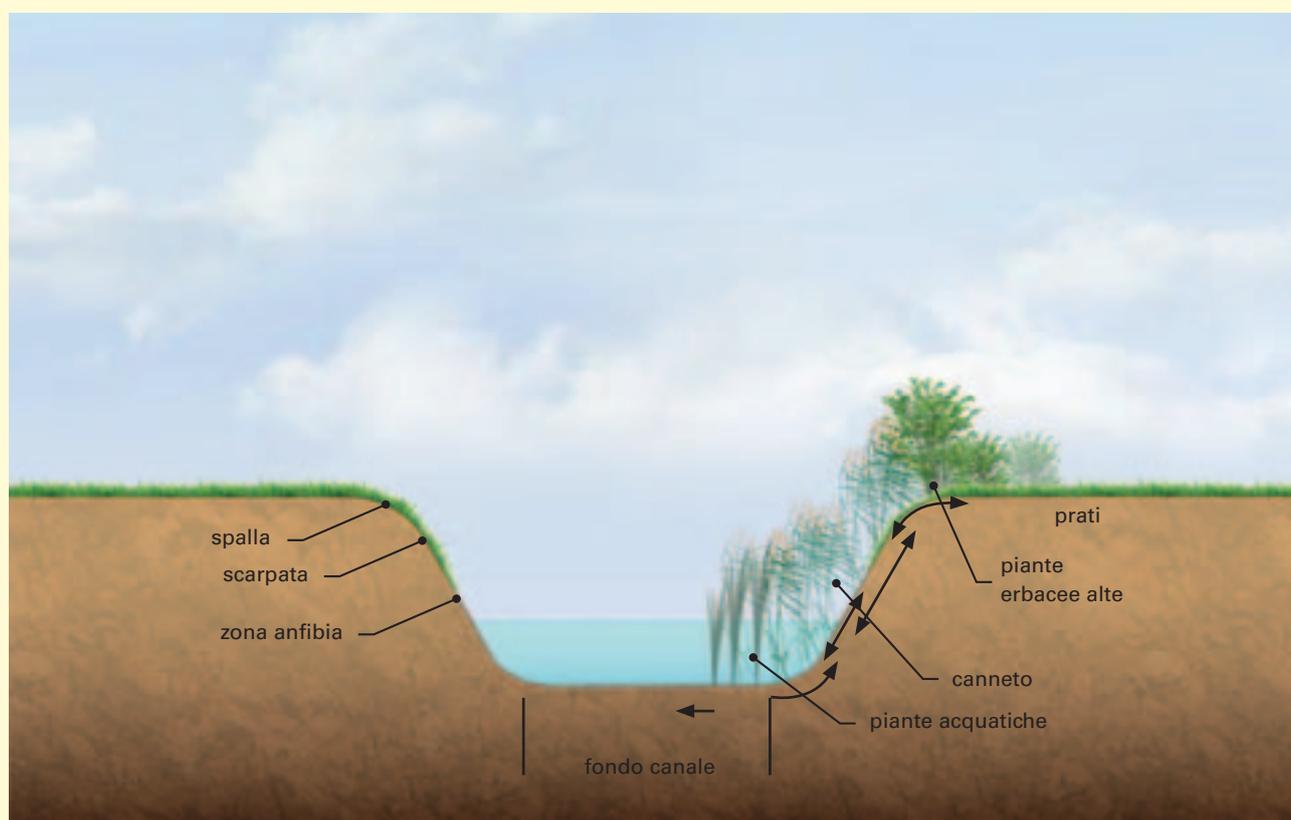


Figura 5.1 – Zonazione della vegetazione lungo la sponda di un canale.

stabili. 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 può ridurre la loro **funzionalità idraulica** e portare all'esondazione delle acque in caso di eventi meteorici intensi; i Consorzi eseguono pertanto frequenti interventi di manutenzione della vegetazione (**sfalcio**) allo scopo di evitarne la proliferazione e impedire così l'allagamento delle aree prospicienti i canali. Generalmente, tali operazioni di manutenzione prevedono la rimozione pressoché completa della vegetazione e la perdita delle potenzialità ecologiche ad essa associate, trasformando così i 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, in condizioni di basso rischio idraulico, 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. 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 della Regione Veneto, ricercando il giusto equilibrio tra le esigenze di sicurezza idraulica e quelle ambientali, paesaggistiche e fruibili dei canali.

5.2 TIPOLOGIE 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:

- controllo a basso impatto della vegetazione in alveo;
- ombreggiamento per il controllo della vegetazione acquatica e spondale.

L'innovazione tecnologica dei mezzi per la manutenzione e la meccanizzazione delle operazioni possono inoltre fornire un ulteriore contributo per lo sviluppo di modalità manutentive sempre più attente alle valenze ecologiche dei canali. Nel 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.

SCHEDA G1

Controllo a basso impatto della vegetazione in alveo³⁴

a) Descrizione

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, fruttive di ogni singolo canale e della situazione territoriale:

- per ottenere un miglioramento significativo dello stato ecologico del canale è necessario **diversificare la velocità di corrente** 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;
- durante lo sfalcio della vegetazione acquatica è essenziale, per quanto possibile, **evitare di movimentare il fondo**, così da 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 sub-superficiale dei sedimenti di fondo in cui possono essere trasformati sia i nutrienti apportati dalla falda sia quelli trasportati dal corso d'acqua stesso);
- la vegetazione sfalciata dovrebbe essere **raccolta entro 12 ore dal taglio**, in modo da evitare il rilascio nel corso d'acqua dei nutrienti immagazzinati nei tessuti vegetali (*leaching*);
- ove possibile, da un punto di vista ambientale è ideale **evitare lo sfalcio di un intero canale nello stesso momento** per mantenere sempre, in tratti dello stesso corso d'acqua, bioce-

nosi 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;

- al fine di rispettare il periodo riproduttivo della fauna ittica, 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 (presenza di particolari valenze ecologiche, ubicazione in ambiente urbano o in aree di particolare pregio naturalistico/ambientale, ecc.);
- in un'ottica di salvaguardia della biodiversità, particolarmente importante è porre attenzione alla conservazione di **specie vegetali rare e minacciate**. Alcune specie di elevato valore conservazionistico sono proprie di habitat scomparsi dalla generalità della pianura, quali i prati umidi (molini in senso lato), e pertanto relegate entro vegetazioni più igrofile, quali le cenosi di sponda ad alte cariche, 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 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

³⁴ Principali fonti consultate: Raimondi, Busolin, 2009; Consorzio di bonifica Acque Risorgive, <http://www.acquerisorgive.it>; Bischetti G.B. et al., 2008.

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;

- è necessario **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 nonché per preservare l'importante ambiente di passaggio tra l'ambito terrestre e quello acquatico.

L'adozione e sperimentazione di modalità di manutenzione a basso impatto della vegetazione deve tener conto, oltre che delle indicazioni generali sopra esposte, anche di **accorgimenti specifici**, illustrati di seguito, relativi a:

- manutenzione della vegetazione sul fondo;
- manutenzione della vegetazione sulle sponde;
- innovazioni tecnologiche: nuovi mezzi per la meccanizzazione.

Manutenzione della vegetazione sul fondo

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 (Figura 5.2) sul braccio di un trattore o la benna falciante montata su un escavatore (Figura 5.3).

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" (Figura 5.4).

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 della 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 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 ed elevato rischio di esondazione, ad esempio nei casi in cui la sezione idraulica sia insufficiente anche eliminando totalmente la vegetazione (si veda al punto c) "*Criteri di progettazione*" per ulteriori dettagli tecnici).

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; in altri casi il numero di interventi di sfalcio necessari nel corso di un anno può salire fino a un massimo di quattro, ma in alcuni casi si riduce a due, uno estivo seguito da un taglio nel periodo autunnale.

Da un'analisi dei **tempi di lavorazione** eseguita dal Consorzio di bonifica Acque Risorgive nel corso di 8 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 (per ulteriori dettagli si rimanda al punto g) "*Voci di costo*").

Manutenzione della vegetazione sulle sponde

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.

In linea teorica, infatti, potrebbe essere sufficiente eseguire un unico taglio annuale lungo tutta la scarpata, per limitare l'accumulo della lettiera

ed evitare lo sviluppo della vegetazione arbustiva; nella maggior parte dei casi però si rendono necessari due tagli annui, che aumentano a tre nei casi di canali inseriti in ambito urbano (in quest'ultimo caso si è notato negli ultimi anni un aumento della domanda del numero di sfalci annuali), per i quali la sicurezza idraulica, la salvaguardia e la tutela della salubrità ambientale e l'eventuale fruibilità ricreativa dell'argine e della sponda risultano prioritarie.

Nelle altre situazioni territoriali è invece auspicabile valutare la possibilità di **mantenere una fascia di vegetazione palustre al piede di sponda** anche nei corsi d'acqua arginati (Figura 5.5) 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 (si veda al punto c) "*Criteri di progettazione*" per ulteriori dettagli tecnici).

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

- 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). D'altro canto lo svantaggio del trinciasarmenti è che non favorisce lo sviluppo di un cotico erboso in grado di stabilizzare la sponda, ma facilita l'insediamento di specie macroterma rizomatose come ad esempio il Sorgo, dotato di rapidissima crescita e che, diffondendosi velocemente nel mese di agosto, riduce l'efficacia temporale degli sfalci precedenti. Per limitare tale fenomeno, che è causa di una maggior frequenza negli interventi, è ipotizzabile l'utilizzo di trinciasarmenti in grado di raccogliere l'erba in contemporanea al taglio come ad esempio con l'utilizzo di nastri (Figura 5.6);

- 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.

Innovazioni tecnologiche: nuovi mezzi per la meccanizzazione

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 progettati per l'uso lungo i canali** (Figura 5.7).

I mezzi utilizzati oggi sono infatti stati adattati a partire dai macchinari normalmente utilizzati 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 nuova 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** (Figura 5.8), 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** (Figura 5.9), 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 canale. 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 spe-

cializzati 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.

Un tema interessante da sviluppare nel futuro riguarda le motivazioni, le tecniche e i relativi mezzi/attrezzature per il recupero della vegeta-

zione erbacea sfalciata. Tale attività presenta più valenze, tra le quali le più importanti sono:

- l'utilizzo di tale materiale come risorsa per un eventuale utilizzo presso impianti di biogas, compostaggio e/o termovalorizzatori;
- il miglioramento sia in numero che in qualità del cotico erboso;
- l'asportazione di nitrati dal corso d'acqua.



Figura 5.2 – Barra falciante montata su imbarcazione. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)



Figura 5.3 – Benna falciante montata su escavatore. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive).



Figura 5.4 – Recupero della vegetazione mediante autocarro dotato di gru a braccio articolato con apposita "forca prensile". (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive).



Figura 5.5 – Fascia di vegetazione palustre al piede di sponda nei tratti arginati. Fiume Dese a Scorzè. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive).



Figura 5.6 – Raccolta della vegetazione in contemporanea al taglio mediante trinciasarmenti dotata di nastri. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive).



Figura 5.7 – Mezzi d'opera appositamente progettati per la gestione della vegetazione lungo i canali. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive).



Figura 5.8 – Semovente idrostatico. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive).



Figura 5.9 – Mezzo anfibio per lo sfalcio della vegetazione. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive).

b) Schema progettuale

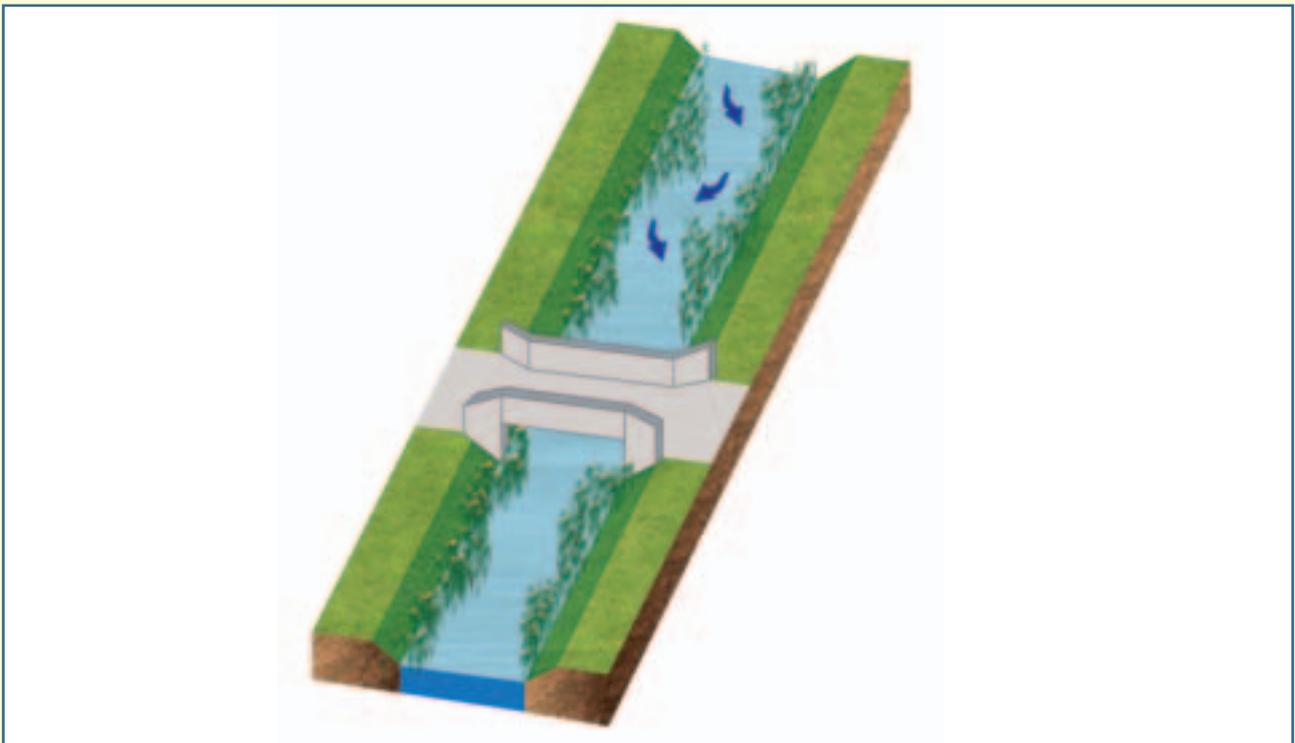


Figura 5.10 – Rappresentazione schematica di un canale di corrente sinuoso. La vegetazione acquatica è eliminata solo nella parte centrale dell'alveo, possibilmente con andamento sinuoso, lasciando al piede di sponda le specie vegetali presenti.

c) Criteri di progettazione

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 (per ulteriori dettagli si veda la **SCHEDA R1** al **CAP. 1**); 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 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), 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 (2° sfalcio), portando a 2/3 la larghezza sfalciata, sfalciando infine il restante corridoio in sinistra idraulica (3° sfalcio). L'abbassamento dei livelli idrici conseguente alle tre operazioni è riportato in Figura 5.11 in relazione a sei sezioni individuate in successione lungo il canale (dalla 14 alla 20). Come si può notare dalla figura, 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.

Come riportato in Tabella 5.1, relativa alle stesse sezioni appena citate del Rio Draganziolo, con la creazione di un canale di corrente pari a 1/3 della larghezza del fondo (1° 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 (2° 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.

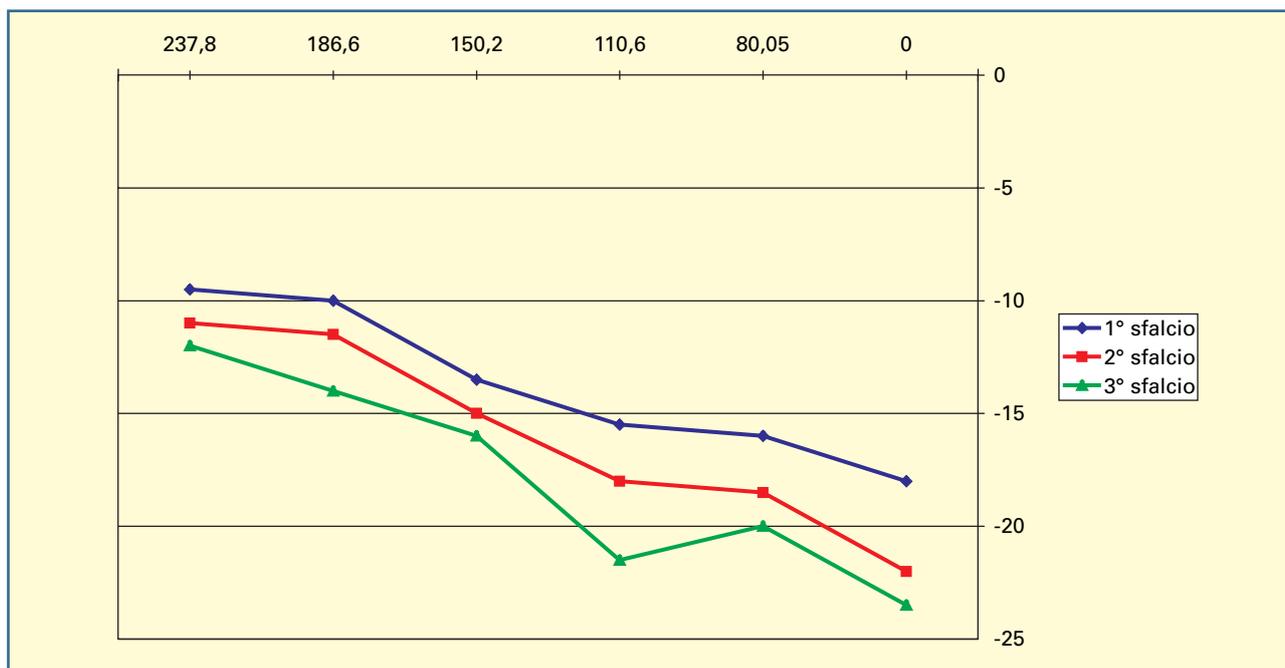


Figura 5.11 – Variazioni dei livelli idrici (in ordinata) in corrispondenza di diverse sezioni del Rio Draganziolo (in ascissa), dovute allo sfalcio della vegetazione acquatica, in particolare di un canale di corrente centrale (1° sfalcio, in rosso) e, successivamente, delle due fasce laterali presenti in destra (2° sfalcio, in verde) e sinistra idraulica (3° sfalcio, in viola). (NOTA: è presente un’ulteriore variazione del livello idrico conseguente al taglio della vegetazione a valle del tratto studiato) (Fonte: Consorzio di bonifica Acque Risorgive).

Tabella 5.1 – Diminuzione percentuale del livello idrico conseguente al taglio di un canale di corrente pari a 1/3 e 2/3 della larghezza del fondo del canale, percentuale riferita alla situazione di completa asportazione della vegetazione (a cui corrisponde il 100% della diminuzione del livello idrico) (Fonte: Consorzio di bonifica Acque Risorgive).

Sezione	Canale di corrente largo 1/3 della larghezza del fondo	Canale di corrente largo 2/3 della larghezza del fondo
14	76,39%	89,27%
16	80,40%	91,45%
17	73,11%	83,49%
18	79,75%	90,79%
19	74,07%	85,18%
20	81,89%	93,10%

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 avvalorò la scelta di mantenere (o favorire) per quanto possibile la presenza di vegetazione lungo i canali, ad esempio mediante la creazione appena descritta di un 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.

d) Indicazioni per l'esecuzione

Si rimanda al punto (a) "Descrizione".

e) Effetti ambientali

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 si 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.

f) Manutenzione

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.

Ciò può consentire:

- riduzione dei fenomeni di selezione delle infestanti;
- riduzione dei costi di gestione;
- minor impatto ambientale.

Si rimanda per ulteriori approfondimenti al punto (a) "Descrizione".

g) Voci di costo

I costi di manutenzione dovuti a una gestione più conservativa della vegetazione in alveo possono essere ricavati con le usuali metodologie di calcolo in uso presso i Consorzi, alle quali si rimanda; mediamente, rispetto alla prassi di manutenzione classica, il taglio parziale della vegetazione in alveo permette un risparmio di tempo dovuto allo sfalcio del solo canale di corrente centrale al posto dell'intera sezione e una possibile diminuzione del numero di sfalci annui, come conseguenza dell'auto-mantenimento del canale di corrente centrale, aspetti di cui occorre tener conto per effettuare calcoli corretti.

A questo proposito, l'analisi delle ore impiegate (e quindi dei costi sostenuti) per la manutenzione dello **Scolo Roviego** (provincia di Venezia), realizzata dal Consorzio di bonifica Acque Risorgive con riferimento al periodo 2002-2018, ha confermato tale ipotesi e suggerisce di proseguire e ampliare nei Consorzi della Regione questa tipologia di sperimentazioni e analisi al fine di valutare l'effettivo risparmio economico dovuto a pratiche di gestione dei canali a basso impatto ambientale. Tipologie di canali ottimali per eseguire tali sperimentazioni risultano essere quelli con un medio-basso rischio idraulico o quelli per i quali altre esigenze non siano prioritarie rispetto agli obiettivi ambientali.

Nel caso studio analizzato, le modalità di manutenzione hanno subito una progressiva modifica, passando da un tipo di manutenzione classica a una a basso impatto quale quella descritta nei paragrafi precedenti, modifica che ha necessitato di un periodo di adattamento perché potesse diventare un *modus operandi* ordinario.

In Tabella 5.2 e in Figura 5.12 sono riportate le ore impiegate per lo sfalcio spondale e di fondo tra gli anni 2002 e 2018 lungo lo Scolo Roviego; dall'analisi dei dati si può notare come progressivamente il numero di ore totali annue impiegate per lo sfalcio siano diminuite e poi si siano assestate su valori più bassi rispetto a quelli iniziali.

Questa diminuzione è attribuibile con ogni probabilità al progressivo impiego di mezzi d'opera più specializzati, in particolare l'uso di una benna falciante di produzione olandese dotata di "prolunga" in luogo delle tradizionali motobarche (si veda

Tabella 5.2 e Figura 5.12 – Andamento del numero di ore impiegate per lo sfalcio spondale e del fondo tra gli anni 2002 e 2018 lungo lo Scolo Roviego. (Fonte: Consorzio di bonifica Acque Risorgive).

Anno di riferimento	Ore impiegate per lo sfalcio della vegetazione presente sulla sponda	Ore impiegate per lo sfalcio della vegetazione presente sul fondo	Ore impiegato per lo sfalcio della vegetazione - totale
2002	304,5	624,5	929
2003	418	279	697
2004	615	242,5	857,5
2005	294,5	34,5	329
2006	540	101	641
2007	364	104,5	468,5
2008	329,5	9	338,5
2009	309	63	372
2012	340,25	100	440,25
2013	463,5	88,5	552
2014	378,25	57,5	435,75
2015	283,75	70	353,75
2016	408	131	539
2017	324,75	156,75	481,5
2018	351,25	120,25	471,5

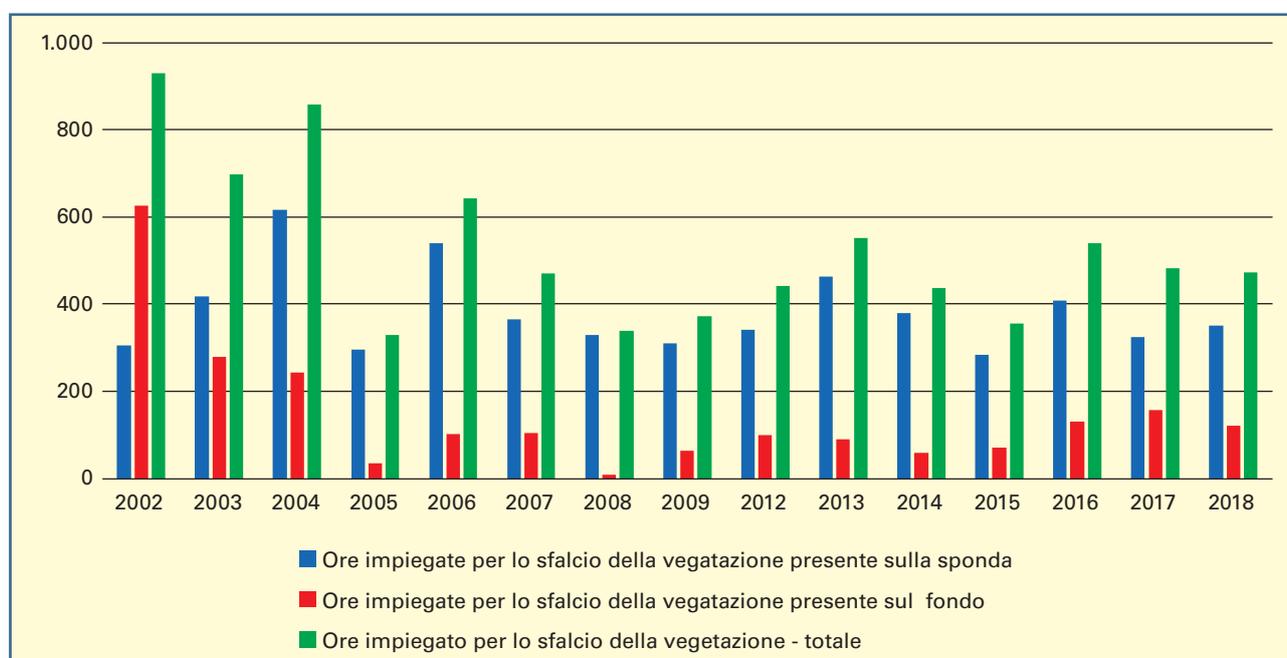


Figura 5.3) e l'utilizzo delle modalità di gestione a basso impatto descritte nei paragrafi precedenti. Per quanto riguarda lo **sfalcio spondale**, da una prima analisi il numero di ore impiegate sembra in realtà essere rimasto sostanzialmente invariato negli anni; questo fatto sembrerebbe allora contraddire la tesi iniziale di risparmio sulle ore lavorate e sui costi. In realtà gli ultimi anni hanno visto un aumento della richiesta di sfalcio della sommità arginale e della parte alta della sponda (in particolare negli ambiti urbani) e conseguentemente del numero di sfalci annui; a questo aumento non è però conseguito un accrescimento sostanziale delle ore di lavoro, fatto con ogni probabilità attribuibile all'utilizzo progressivo di

modalità di manutenzione a basso impatto che prevedono di tralasciare il taglio della vegetazione al piede di sponda.

Molto più marcata risulta invece la diminuzione delle ore impiegate per lo **sfalcio della vegetazione di fondo**, grazie sia al taglio della sola fascia centrale dell'alveo (canale di corrente) sia all'introduzione dei nuovi mezzi d'opera quali la benna falciante sopradescritta che, utilizzata per lo sfalcio del canale di corrente, ha permesso di diminuire le ore impiegate per tale operazione.

h) Esempi realizzati

Si riportano di seguito esempi realizzati in Regione Veneto.

Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Acque Risorgive
Criteri per la manutenzione della vegetazione acquatica	<p>Da circa 20 anni il Consorzio ha progressivamente aumentato i tratti di corsi d'acqua in cui si attua la manutenzione gentile della componente vegetale.</p> <p>I criteri adottati sono i seguenti:</p> <p>Vegetazione acquatica</p> <p><u>Nei tratti dei corsi d'acqua che non presentano particolari criticità da un punto di vista idraulico</u>, si procede con il taglio delle idrofite presenti sul fondo solo nel canale di corrente centrale, cercando di creare un canale sinuoso. Tale intervento viene eseguito <u>nei corsi d'acqua principali</u>, che presentano una sezione di grandi dimensioni, con motobarca dotata di barra falciante; l'indicazione che viene data all'operatore è di procedere allo sfalcio di solo una parte del fondo che corrisponde all'incirca ad un terzo (nei casi più favorevoli) della larghezza del fondo, mantenendo comunque ai lati sempre un franco di vegetazione acquatica.</p> <p><u>Nei corsi d'acqua di piccole dimensioni</u>, l'operatore che effettua lo sfalcio della vegetazione presente sul fondo con benna/falciante, viene formato affinché proceda con il taglio della vegetazione presente nel tratto centrale della sezione e soprattutto facendo attenzione, nel momento di chiusura della benna falciante per prelevare il materiale vegetale tagliato, di non andare ad incidere la vegetazione presente al piede della scarpata. Attenzione particolare viene prestata dagli operatori nelle operazioni di sfalcio del fondo nei tratti in cui il corso d'acqua presenta delle curve: si richiede infatti di sfalciare il tratto interno della curva (dove si formano le barre di sedimentazione) e di preservare il più possibile la vegetazione acquatica nella parte esterna della curva, al fine di non accelerare con le operazioni di manutenzione ordinaria l'erosione "naturale" del piede della scarpata esterna.</p> <p>Gli interventi di manutenzione della vegetazione presente sul fondo dei corsi d'acqua sono eseguiti uno/ due volte l'anno, dopo gli interventi di sfalcio della vegetazione spondale/arginale; solitamente nel periodo di giugno/luglio il primo sfalcio e ottobre/novembre il secondo sfalcio.</p>
Criteri per la manutenzione della vegetazione spondale	<p>Vegetazione spondale</p> <p><u>Nei tratti dei corsi d'acqua che non presentano particolari criticità da un punto di vista idraulico</u>, l'indicazione che viene data agli operatori è quella di preservare la vegetazione erbacea presente sul piede della scarpata, per una fascia in media di circa 1 metro, che può variare in funzione del corso d'acqua.</p> <p>Conservando la vegetazione presente in questo punto della sponda si va a preservare l'habitat di passaggio tra l'ambiente terrestre e quello acquatico, in continuità con quanto indicato sopra per la vegetazione acquatica, e si diminuisce considerevolmente l'erosione di sponda dovuta a vari fattori, tra i quali le escursioni di tirante idrico a cui è soggetto il corso d'acqua in prossimità di paratoie e/o impianti idrovori.</p> <p>Solitamente lo sfalcio spondale viene eseguito in media due volte l'anno; in alcuni ambiti, in particolare modo quelli prettamente urbani, lo sfalcio viene svolto anche tre o quattro volte l'anno, per assecondare la fruibilità del corso d'acqua e per problematiche igienico sanitarie che potrebbero scaturire in ambiente antropizzato.</p> <p>Generalmente l'indicazione che viene data all'operatore è quella di procedere con il primo taglio stagionale seguendo l'indicazione sopra riportata (conservazione della vegetazione al piede di sponda), mentre nel secondo sfalcio di mantenere la stessa modalità salvo la presenza di vegetazione legnosa: in tale caso l'indicazione è quella di procedere al taglio di tutta la vegetazione (del solo tratto interessato da presenza di vegetazione legnosa) fino al piede della scarpata, per evitare lo sviluppo fuori controllo di specie arboreo-arbustive negli anni successivi, che comporterebbero problematiche di deflusso e maggiori oneri di manutenzione.</p>
Ambito di sperimentazione / applicazione	<p>I criteri sopra riportati riguardano un elevato numero di canali di competenza del Consorzio (si veda Fig. 5.13). Si evidenzia nuovamente che questi criteri interessano corsi d'acqua che non presentano particolari criticità da un punto di vista idraulico.</p> <p>È inoltre interessante valutare nel corso degli anni l'evoluzione dei corsi d'acqua che negli anni sono stati oggetto di interventi di riqualificazione e che hanno previsto l'introduzione di vegetazione arborea ed arbustiva in alveo e nella aree golenali di nuova realizzazione, al fine di individuare criteri di gestione sostenibile nel medio e lungo periodo.</p>
Note	<p>Nel processo di progressivo aumento dei corsi d'acqua interessati dalla manutenzione gentile della vegetazione, o comunque di introduzione di criteri di attenzione all'aspetto ambientale, fondamentale è stata la formazione continua degli assistenti e degli operatori e l'innovazione dei mezzi e dell'attrezzatura utilizzata per la manutenzione.</p>

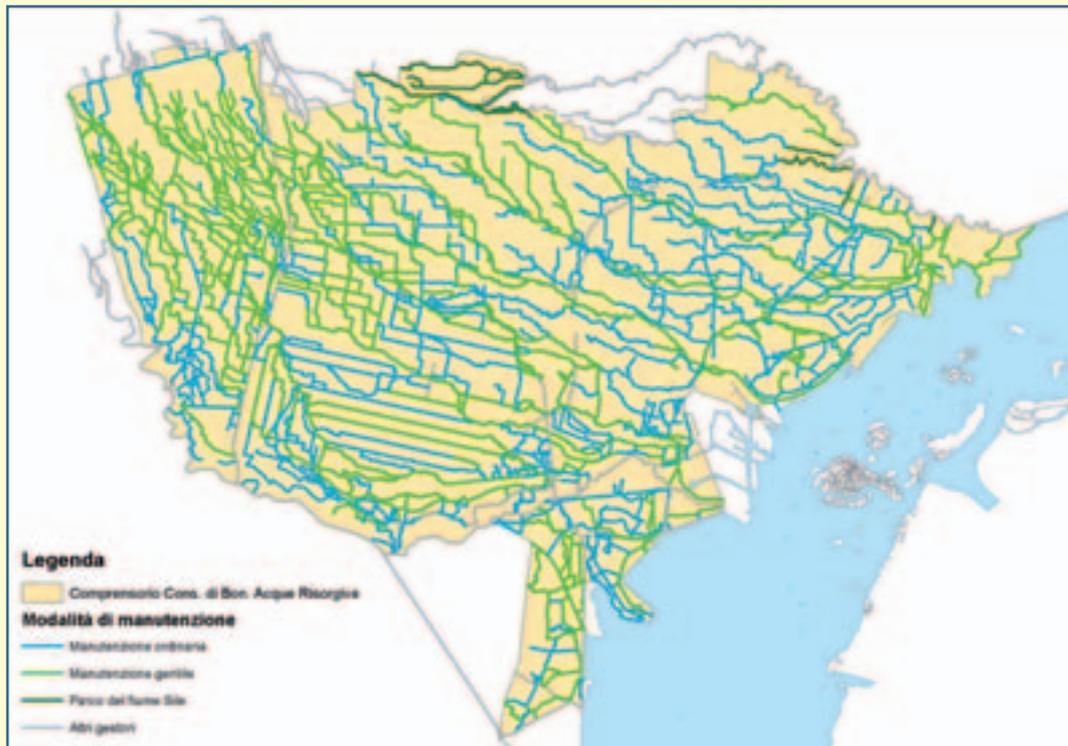


Figura 5.13 – Modalità di gestione della vegetazione acquatica e spondale adottate nei corsi d'acqua di competenza del Consorzio di Bonifica Acque Risorgive. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)



Figura 5.14 – Manutenzione della vegetazione acquatica presente sul fondo: in giallo si nota il canale di corrente ove la vegetazione è stata eliminata e, in rosso, la vegetazione acquatica e spondale lasciata a protezione della sponda in curva contro le erosioni e per preservare questo importante habitat di passaggio. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive – Muson Vecchio)



Figura 5.15 – Canale di corrente centrale creato mediante sfalcio parziale della vegetazione palustre. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive – Muson Vecchio)



Figura 5.16 – Manutenzione gentile della vegetazione di sponda lungo il Fiume Zero. Si nota la vegetazione lasciata al piede di sponda. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)



Figura 5.17 – Manutenzione gentile della vegetazione di sponda lungo il Fiume Zero; operazioni eseguite solo su una sponda, lasciando sull'altra la presenza di arbusti. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Veronese
Criteri per la manutenzione della vegetazione spondale	Il Consorzio ha eseguito una sperimentazione volta a verificare la differenza di costo di gestione della vegetazione relativa a due situazioni presenti lungo la Fossa Maestra, canale oggetto di riqualificazione mediante creazione di una banchina allagabile. Lungo il canale è stato eseguito lo sfalcio della vegetazione spondale lungo la riva non riqualificata e lungo quella sul lato opposto, oggetto di creazione di una banchina allagabile. I tempi e i relativi costi di manutenzione mostrano come nel caso specifico si sia potuto gestire la sponda riqualificata con una minor spesa rispetto a quella opposta ancora di forma trapezia.
Ambito di sperimentazione / applicazione	Fossa Maestra
Note	L'intervento è descritto al CAPITOLO 1 - SCHEDA R1 "Ampliamenti di tipo naturaliforme dei canali".

MANUTENZIONE FOSSA MAESTRA

Tratto	Santa Teresa in Valle (Cerea) - Torretta (Legnago)
Lunghezza	4000 m

RAFFRONTO TIPO E COSTI ATTIVITÀ ANNUALE TRA SPONDA SX (TRADIZIONALE TRAPEZIA) E DX (RISAGOMATA CON SOTTOBANCA A 30 cm DAL PELO ACQUA)

SPONDA	ATTIVITÀ MANUTENTIVA	TIPO MEZZI	n° MEZZI	n° SFALCI	LAVORO NETTO h	RICOVERO MEZZI h	TOTALE h
DX	sfalcio erba	trattore con trincia frontale e trattore con braccio laterale	2	1	3,8	2,2	6
SX	sfalcio erba	trattore con braccio laterale	3	1	30,14	14,3	44,4

COSTO ORARIO

Costo medio mezzo:	20,00 €
Costo medio operatore:	25,00 €
Totale:	45,00 €

TEMPISTICA E COSTI INTERVENTI

Sponda con sottobanca:	1,5 ore/km	67,50 € / km x sponda
Sponda trapezia:	11,11 ore/km	499,95 € / km x sponda
Differenza:	9,61 ore/km	



Figura 5.18 – Nella foto in alto si nota la banchina ricreata sulla Fossa Maestra e in basso lo sfalcio della vegetazione spondale nella sponda originaria, di forma trapezia. (Fonte: Consorzio di Bonifica Veronese)

Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Piave
Criteri per la manutenzione della vegetazione acquatica	<p>Gli interventi di sfalcio della vegetazione acquatica vengono svolti due volte all'anno:</p> <ul style="list-style-type: none"> - da aprile a giugno, con un taglio parziale ad una distanza di circa cm 75 dal fondo per il primo intervento - nel periodo settembre-ottobre, con un taglio completo. <p>La vegetazione acquatica viene tagliata con barra falciante installata su motobarca, per i tratti navigabili, o montata su trattore agricolo dotato di braccio articolato.</p> <p>La vegetazione acquatica tagliata viene raccolta il giorno successivo in zone prestabilite poste a valle dell'area di taglio.</p> <p>Il taglio della vegetazione acquatica viene effettuato nel tratto centrale del canale, lasciando un margine di 50 cm lungo dalle sponde.</p>
Criteri per la manutenzione della vegetazione spondale	<p>Il taglio della vegetazione spondale viene effettuato con trinciatrice o motofalce:</p> <ul style="list-style-type: none"> - da maggio a metà giugno, nella fascia arginale e dalla sommità dell'argine fino a 100 cm dal fondo della sponda; - da metà luglio a metà agosto, dalla sommità dell'argine per 1 metro lungo la scarpata; - da fine settembre ad ottobre, su tutta la sponda. <p>La programmazione degli interventi è condizionata dalle condizioni idrologiche dei corpi idrici e dalle condizioni metereologiche.</p>
Ambito di sperimentazione / applicazione	Fiumi Meolo e Musestre



Figura 5.19 – Interventi di sfalcio della vegetazione acquatica lungo il fiume Meolo, in alto, e il fiume Musestre, in basso: da aprile a giugno si esegue un taglio parziale nel tratto centrale lasciando un margine di 50 cm dalle sponde. (Fonte: Consorzio di Bonifica Piave)

SCHEDA G2 Ombreggiamento per il controllo della vegetazione acquatica e spondale³⁵

a) Descrizione

La presenza di vegetazione acquatica e spondale apporta notevoli vantaggi all'ecosistema del canale ma, d'altra parte, in molte situazioni occorre rimuoverla per evitare pericolose esondazioni causate da una sezione di deflusso resa insufficiente dalla vegetazione stessa.

In questi casi, oltre che eseguire sfalci spondali e della vegetazione di fondo con le modalità a basso impatto descritte nella scheda precedente, può essere utile sfruttare la capacità dei filari

arborei di ombreggiare l'alveo del canale e limitare così il proliferare della vegetazione acquatica e spondale (Figura 5.20).

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 specificato al CAP. 4.

b) Schema progettuale

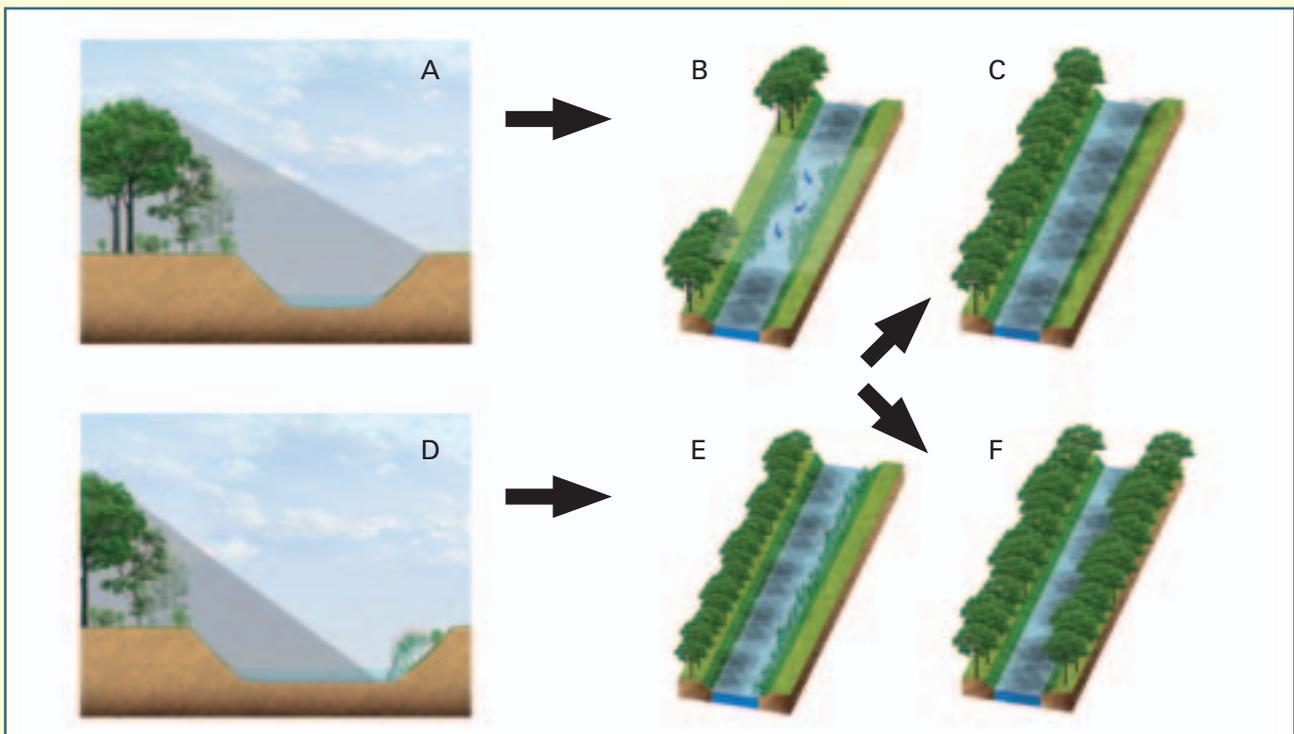


Figura 5.20 – La figura riporta a titolo esemplificativo alcune situazioni differenziate di ombreggiamento in funzione della larghezza del canale e del grado di controllo della vegetazione acquatica che il filare alberato deve raggiungere. Parte alta della figura: se il canale non è eccessivamente largo, l'ombreggiamento può interessare tutto l'alveo e, in situazioni particolarmente favorevoli, può essere talmente efficace da eliminare gran parte della vegetazione acquatica presente in alveo (A e C), creando quindi un danno a tale componente biologica. Può quindi essere utile alternare zone alberate e altre prive di siepi sulla stessa riva (B), così da favorire una diversificazione biologica in alveo e sulle sponde. Parte bassa delle figure: se il canale è particolarmente ampio, l'ombreggiamento non interessa l'intera larghezza e permette lo sviluppo parziale di vegetazione sul fondo (D ed E). Nei casi in cui vi sia necessità di controllo "totale" della vegetazione in alveo può essere utile utilizzare un filare posto su entrambe le sponde (F), purché compatibile in termini di gestione e controllo del canale e di larghezza dello stesso.

³⁵ Principali fonti consultate: Baldo et al., 2003.



Figura 5.21 – Esempio di ombreggiamento totale e conseguente assenza di vegetazione acquatica. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)

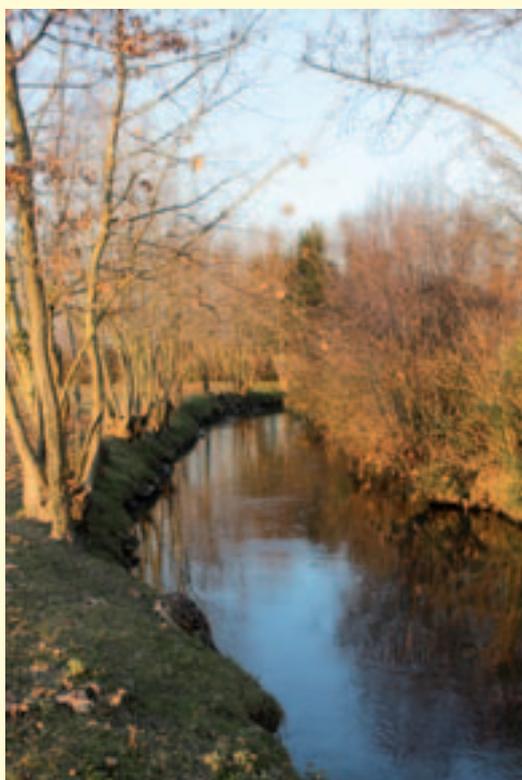


Fig. 5.22 – Fascia di vegetazione arborea (a sinistra) ed erbacea (a destra) gestite attraverso manutenzione ordinaria da parte del Consorzio di Bonifica Piave. (Fonte: Consorzio di Bonifica Piave)



Figura 5.23 – Intervento di manutenzione della vegetazione eseguito sul fiume Zero atto a preservare la fascia arboreo-arbustiva, utile per favorire l'ombreggiamento dell'alveo. (Fonte: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive)



Fig. 5.24 – Intervento di manutenzione della vegetazione eseguito sul Rio Bombena atto a preservare la fascia arboreo-arbustiva, utile per favorire l'ombreggiamento dell'alveo. (Fonte: Consorzio di Bonifica Piave)

c) Criteri di progettazione

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;
- permettere 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 (Figura 5.12).

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 trattati al **CAP. 4**.

d) Indicazioni per l'esecuzione

Si rimanda al **CAP. 4**.

e) Effetti ambientali

La presenza di vegetazione acquatica, seppur parzialmente controllata dall'ombreggiamento dei filari boscati posti lungo le sponde dei canali, genera gli effetti ambientali descritti nella **SCHEDA G1**, mentre i filari alberati migliorano lo stato ecologico di canale e territorio, come descritto al **CAP. 4**.

f) Manutenzione

Si rimanda al **CAP. 4**.

g) Voci di costo

Si rimanda al **CAP. 4**.

5.3 PROMEMORIA SINTETICO PER LA REALIZZAZIONE E LA MANUTENZIONE DEGLI INTERVENTI

Il presente paragrafo sintetizza le indicazioni che occorre seguire in fase di realizzazione e manutenzione degli interventi proposti nel capitolo in oggetto, affinché si possano valorizzare al massimo le funzioni ambientali dei canali, in particolare con riferimento a³⁶:

- controllo a basso impatto della vegetazione in alveo;
- ombreggiamento per il controllo della vegetazione acquatica e spondale.

(a) Controllo a basso impatto della vegetazione in alveo

Manutenzione

- **Prendere a modello i corsi d'acqua naturali**
 - sfalciare le piante palustri in alveo a frequenza minore rispetto alla situazione pre-allargamento;
 - 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.

³⁶ Sintesi di quanto descritto compiutamente nel presente Capitolo.

(b) Ombreggiamento per il controllo della vegetazione acquatica e spondale**Realizzazione**

- **Sfruttare la capacità dei filari arborei di ombreggiare l'alveo del canale per limitare il proliferare della vegetazione acquatica e spondale**
 - posizionare le siepi sulla sponda lato sud del canale, con un orientamento est-ovest.

Manutenzione

Si rimanda al **CAP. 4**.

5.4 INDICAZIONI DI MASSIMA PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI

Il presente paragrafo schematizza gli aspetti tecnici, ambientali e socio-economici che occorre monitorare per valutare la riuscita degli interventi di riqualificazione ambientale dei canali proposti nel presente capitolo.

• **Aspetti tecnici**

- Qualità chimico-fisica delle acque a monte/valle degli interventi
- Evoluzione topografica, grado di interramento e sviluppo/mantenimento/incremento di dinamiche evolutive morfologiche
- Livelli idrometrici e portata in alveo, in magra e durante eventi di piena e confronto con la situazione *ante operam*
- Grado di consolidamento della sponda

• **Aspetti ambientali (alveo e sponda)**

- Evoluzione degli habitat presenti nel canale
- Evoluzione della vegetazione presente nel canale
- Fauna (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi, ecc.)

• **Aspetti socio-economici**

- Costi per la manutenzione del canale e confronto con la situazione *ante operam*
- Rapporto con i frontisti
- Grado di apprezzamento da parte della cittadinanza

6

MISURA PSR 16.5: PROGETTI COLLETTIVI
A CARATTERE AMBIENTALE FUNZIONALI
ALLE PRIORITÀ DELLO SVILUPPO RURALE



INDICE

6.1	Approccio generale	pag. 319
6.2	Tipologie di intervento.....	» 319
6.3	Criteri di progettazione	» 320
6.4	Stima degli effetti ambientali	» 320
6.5	Esempi realizzati.....	» 320

SECONDA EDIZIONE 2020

Autore

Marica Furini
Marco Monaci

Con la collaborazione di

(per le schede "Esempi realizzati")

Consorzio di bonifica Adige Po

Chiara Costantini
Elena Pacchin
Giovanni Veronese

Consorzio di bonifica Delta del Po

Rodolfo Laurenti

Consorzio di bonifica Veneto Orientale

Giacomo Bortolussi
Graziano Paulon
Giampaolo Rossi

Consorzio di bonifica Bacchiglione

Luigi Gennaro
Nazzareno Paganizza

Consorzio di bonifica Veronese

Andrea Ferrari

6 Misura PSR 16.5: Progetti collettivi a carattere ambientale funzionali alle priorità dello sviluppo rurale

Il presente Manuale tratta principalmente delle azioni che i Consorzi di bonifica possono mettere in atto sui corsi d'acqua di loro competenza al fine di coniugare le esigenze di gestione idraulica e irrigua con quelle ambientali, paesaggistiche e fruttive.

I Consorzi possono però contribuire al miglioramento dell'ecosistema e del paesaggio anche collaborando con le Aziende agricole, affinché queste mettano in atto azioni di miglioramento ambientale delle aree da loro gestite, in particolare modo del reticolo idraulico minuto di loro proprietà.

Come strumento di supporto per attuare questa strategia i Consorzi e le Aziende agricole si sono avvalse negli anni passati dei fondi messi a disposizione dal PSR: il **CAPITOLO 6** illustra le principali esperienze realizzate in tal senso.

6.1 APPROCCIO GENERALE

Il Programma di Sviluppo Rurale (PSR) è lo strumento di attuazione del Fondo Europeo Agricolo di Sviluppo Rurale (FEASR) attraverso il quale la Regione del Veneto realizza interventi orientati verso lo sviluppo del territorio regionale, in linea con le finalità delle politiche comunitarie e i fabbisogni del contesto regionale. Con il PSR 2014-2020 della Regione del Veneto sono state attivate 13 Misure, che nel loro insieme sono composte da 45 tipologie di interventi.

Con DGR 2112 del 19 Dicembre 2017, la Regione del Veneto ha attivato la Misura 16 "Cooperazione" e la Misura 4 "Investimenti in immobilizzazioni materiali", che hanno visto coinvolti i Consorzi di Bonifica e le Aziende agricole del territorio.

Nella Misura 16 è ricompreso, infatti, l'Intervento 16.5.1 "Progetti collettivi a carattere ambientale funzionali alle priorità dello sviluppo rurale" che prevede la costituzione di Progetti Collettivi in materia ambientale (PRO.CO.), attuati e sostenuti da un GCA – Gruppo di Cooperazione

Ambientale; quest'ultimo è costituito da un soggetto capofila individuabile tra gli Enti pubblici di Gestione della risorsa idrica irrigua (Consorzi di bonifica) e da diversi partner, identificabili tra gli agricoltori che operano nel comprensorio.

La realizzazione di Progetti Collettivi in materia ambientale consente di rafforzare e rendere sinergici gli impegni assunti in comune da più beneficiari, moltiplicando i benefici ambientali e climatici, nonché la diffusione di conoscenze e la creazione di reciprocità e fiducia necessarie per lo sviluppo di strategie locali.

Il Pro.Co. è finalizzato, attraverso il set di Interventi attivabili (Misura 4 – Tipo Intervento 4.4.2 "Introduzione di infrastrutture verdi" e Misura 4 – Tipo Intervento 4.4.3 "Strutture funzionali all'incremento e valorizzazione della biodiversità naturalistica") a:

- massimizzare la vicinanza, la densità e la connessione delle strutture agro-ecologiche inserite nel territorio rurale;
- incrementare la complessità strutturale e compositiva degli ecotopi;
- recuperare le diffuse funzioni di connettività ecologica presenti nel tessuto agrario;
- valorizzare le fasce fluviali come sistema trasversale di collegamento ecotonale;
- riqualificare la qualità biologica della rete idraulica minore del Veneto;
- creare ecosistemi acquatici basati sullo sviluppo di numerose componenti vegetazionali;
- recuperare le diffuse funzioni di connettività ecologica presenti nel tessuto agrario.

6.2 TIPOLOGIE DI INTERVENTO

In coerenza con il Bando pubblico regionale del PSR 2014-2020 della Regione del Veneto DGR 2112/2017, gli interventi che vanno a costituire i Progetti Collettivi e le cui finalità siano in linea con il presente Manuale, sono:

- *Tipo Intervento 4.4.2 "Introduzione di infrastrutture verdi" – Investimento C "Realiz-*

zazione di operazioni aziendali di riqualificazione della rete idraulica minore”;

- *Tipo di intervento 4.4.3 “Strutture funzionali all’incremento e valorizzazione della biodiversità naturalistica” – Investimento 2 “Creazione di zone umide”.*

6.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE

I criteri di progettazione fanno seguito alle indicazioni e gli impegni riportati nel Bando pubblico regionale DGR 2112/2017, a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

6.4 STIMA DEGLI EFFETTI AMBIENTALI

Gli obiettivi ambientali generali e puntuali che sostengono i Progetti Collettivi, soddisfano e sono in linea con quelli prefissati dai documenti di programmazione regionale e comunitaria.

1. Miglioramento della qualità chimica e biologica dell’acqua nel reticolo idraulico minore e nei corpi idrici contigui alle superfici oggetto di intervento

2. Miglioramento della connettività ecologica nel paesaggio

3. Aumento della biodiversità vegetazionale autoctona e faunistica

4. Diverso utilizzo della SAU –Superficie Agricola Utilizzata

6.5 ESEMPI REALIZZATI

Si riporta di seguito una sintesi dei principali interventi realizzati dai Consorzi di bonifica veneti in sinergia con le Aziende agricole del territorio.

Anagrafica	Titolo progetto	Progetto collettivo (PRO.CO) "Introduzione di infrastrutture verdi per la valorizzazione delle connessioni ecologiche nel territorio fra Adige e Po" (CON-ADI-PO)		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Adige Po		
	Misura	Misura 16 – Cooperazione Intervento 16.5.1 – Progetti collettivi a carattere ambientale funzionali alle priorità dello sviluppo rurale Misura 4 – Investimenti in immobilizzazioni materiali Intervento 4.4.2 – Introduzione di infrastrutture verdi Intervento 4.4.3 – Strutture funzionali all’incremento e valorizzazione della biodiversità naturalistica		
	Lunghezza (m) Estensione (mq)	Filari arboreo-arbustivi: 7.498 m; 5.633 piante Fasce tampone (inerbimento): 42.345 mq Reticolo idraulico riqualificato (specie erbacee in sponda): 971 m; 2.826 piante Area umida: 580 mq; 61 piante		
	Anno esecuzione	2019	Costo	€ 142.720
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>FILARI ARBOREO-ARBUSTIVI E FASCE TAMPONE</p> <ul style="list-style-type: none"> • costituzione di nuovi habitat; • funzione protettiva (barriere frangivento) e paesaggistica; • miglioramento della connettività ecologica; • aumento della biodiversità vegetazionale autoctona e faunistica; • apporto di benefici per le specie mellifere e per gli impollinatori in genere; • miglioramento della gestione delle risorse idriche, compresa la gestione di fertilizzanti e pesticidi; • prevenzione dell’erosione dei suoli e miglioramento nella loro gestione. <p>RIQUALIFICAZIONE RETE IDRAULICA MINORE</p> <ul style="list-style-type: none"> • realizzazione di un ponte ecologico con i corsi d’acqua limitrofi ed in particolare i corpi idrici appartenenti alla rete WISE (nel caso specifico Valdentro Irriguo, Ceresolo ed Adigetto); • miglioramento della qualità biologica e chimica dell’acqua all’interno del fossato; • incremento della biodiversità sia faunistica che vegetazionale anche grazie alla piantumazione di specie in via di rarefazione; • incremento della capacità autodepurativa grazie alla messa a dimora di specie vegetali lungo le sponde, altrimenti nude e prive di vegetazione; • riqualificazione paesaggistica dei canali di scolo aziendali; • creazione di habitat e rifugi per fauna ittica, ornitofauna, erpetofauna e macrobenthos che popolano i canali. <p>CREAZIONE AREE UMIDE</p> <ul style="list-style-type: none"> • incremento della capacità autodepurativa delle acque; • creazione di habitat per la fauna che popola le zone umide; • ripristino di habitat in via di rarefazione. 		

Descrizione

FILARI ARBOREO-ARBUSTIVI E FASCE TAMPONE

Le fasce tampone eseguite in prossimità della rete idraulica privata oppure all'interno del seminativo, sono costituite da una fascia erbacea di rispetto costantemente inerbita larga 5 metri, ed una fascia arborea/arbustiva monofilare in cui ogni specie arborea a ceppaia dista dall'altra 4 metri ed è intervallata da 2 specie arbustive distanti 2 metri tra loro.

L'applicazione di questo modulo ha permesso la piantumazione di:

- 1.877 esemplari arborei, di cui 761 Carpino bianco (*Carpinus betulus*), 761 Acero (*Acer campestre*), 280 Ontano nero (*Alnus glutinosa*) e 75 Leccio (*Quercus ilex*);
- 3.756 soggetti arbustivi suddivisi in 848 Corniolo (*Cornus mas*), 481 Fusaggine (*Euonymus europaeus*), 481 Frangola (*Rhamnus frangula*), 481 Spincervino (*Rhamnus catarthica*), 366 Ligustrello (*Ligustrum vulgare*), 367 Sanguinella (*Cornus sanguinea*), 366 (*Salix elaeagnos*) e 366 Lantana (*Viburnum lantana*).

RIQUALIFICAZIONE RETE IDRAULICA MINORE

L'intervento di riqualificazione della rete idraulica minore ha previsto la riqualificazione di fossati esistenti per una lunghezza complessiva di 924 m, e la realizzazione di un nuovo fossato lungo 65 m. Entrambi gli interventi sono caratterizzati da una larghezza in sommità di 3 m e una sponda con pendenza massima di 3/2. La sezione bagnata raggiunge al massimo la soglia minima di 20 cm; è presente una fascia di rispetto erbacea contigua, la cui larghezza è pari a 5 metri.

Disposta longitudinalmente alla sponda e per circa il 10% della lunghezza totale del fossato, è stata inoltre realizzata una fascinata mediante la messe a dimora di fascine vive/morte di specie legnose, all'interno di un solco su sponda, stabilizzate con infissione di picchetti in legno.

Le piante ripariali utilizzate sono state: 300 *Carex acuta*, 29 *Carex elata*, 248 *Phalaris arundinacea*, 218 *Iris pseudacorus*, 474 *Phragmites australis*, 170 *Typha latifolia*, 201 *Typha angustifolia*, 67 *Lythrum salicaria*, 377 *Juncus effusus*, 30 *Butomus umbellatus*, 19 *Allium angulosum*, 300 *Typha minima*, 19 *Jacoba palustris*, 100 *Typha laxmanii* e 274 *Carex pseudocyperus*.

CREAZIONE AREE UMIDE

L'intervento ha previsto la creazione di una zona umida strutturata come un sistema fitodepurativo a flusso superficiale e caratterizzato dalla presenza di vegetazione ripariale autoctona. L'area interessata da questo intervento è di circa 580 mq ed è collegata alla rete consortile tramite una presa diretta dal canale Valdentro Irriguo, idronimo della rete idraulica consortile inserito negli elenchi WISE (Water Information System for Europe) che immette acqua in un fossato aziendale esistente, dal quale la stessa viene convogliata all'interno del piccolo bacino, dal quale, infine, un nuovo fossato aziendale si diparte per restituire la risorsa idrica depurata al canale consorziale Santo Stefano.

L'area è caratterizzata dalle seguenti specifiche:

- arginelli perimetrali di contenimento delle acque, che interrompono la rete scolante esistente assecondando pertanto il ristagno delle acque meteoriche per il loro contenimento;
- chiaviche atte ad assicurare il ricambio ed evitare eccessivi e repentini innalzamenti del livello dell'acqua in caso di pioggia durante il periodo riproduttivo dell'avifauna;
- sponde dolcemente degradanti, con una pendenza al di sotto dei 10°;
- modesta sinuosità delle rive, cioè un elevato rapporto tra lunghezza delle rive e superficie della zona umida;
- presenza di isole, cioè di superfici completamente circondate dall'acqua, create grazie alla piantumazione di piccoli nuclei vegetazionali, con rive dolcemente degradanti adatte all'alimentazione, alla sosta e alla riproduzione della fauna selvatica.

Le specie vegetazionali utilizzate, seguendo le prescrizioni del bando pubblico regionale, sono state 61 di cui: 14 *Phragmites australis*, 31 *Schoenoplectus lacustris* e 16 *Typha latifolia*.

Informazioni tecniche	<p>Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)</p> <p>FILARI ARBOREO-ARBUSTIVI E FASCE TAMPONE</p> <ul style="list-style-type: none"> • rispetto del divieto di taglio a raso sulla superficie oggetto di impegno; • rispetto del divieto di impiego di alcun tipo di fango sulle superfici ad impegno; • rispetto del divieto di impiego di prodotti fitosanitari, compresi diserbanti non residuali (ad esempio Glyphosate e simili) e fertilizzanti di sintesi chimica e organici su tutta la superficie erbacea/arboreo/arbustiva. <p>In particolare, per il mantenimento della vegetazione che compone la siepe/fascia tampone, si dovranno eseguire determinate operazioni, tra cui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mantenimento della formazione lineare arboreo-arbustiva con “densità colma”; • sostituzione delle piante negli eventuali spazi lacunosi dovuti a moria o deperimento dei soggetti arborei e arbustivi • controllo dell’erba e delle infestanti; • potatura di formazione e di mantenimento; • rimozione dei teli di pacciamatura; • manutenzione della fascia erbacea: tagliare la fascia erbacea almeno una volta l’anno. <p>RIQUALIFICAZIONE RETE IDRAULICA MINORE</p> <ul style="list-style-type: none"> • mantenimento del sistema idrologico, ovvero: assicurare il riscontro di flusso continuo di acqua corrente nell’invaso della rete idraulica minore, con profondità minima pari a 20 cm; eseguire operazioni di rimodellamento spondale in caso di cedimento provocato dal flusso idrico continuo o dall’azione di animali selvatici; • mantenimento del sistema vegetazionale, ovvero: assicurare la presenza di copertura macrofittica e di fascia riparia, sostituendo le fallanze in caso di mancato attecchimento o deperimento; • sfalcio del fossato: eseguire operazioni di contenimento del canneto nei biotopi tramite interventi di sfalcio al fine di impedirne il progressivo interramento, assicurando la successiva rimozione della biomassa falciata per evitarne l’accumulo in alveo. <p>CREAZIONE AREE UMIDE</p> <ul style="list-style-type: none"> • mantenimento di un adeguato livello idrico e profondità diversificate nelle zone umide/biotopi, dall’inizio di novembre a fine giugno di ogni anno; • manutenzione delle eventuali arginature naturali che delimitano l’area umida.
Note (pro/contro, problemi)	<p>FILARI ARBOREO-ARBUSTIVI E FASCE TAMPONE</p> <p>L’impianto assume maggior rilievo poiché realizzato in un’area fortemente semplificata, utilizzata ai fini agricoli come gli appezzamenti oggetto di intervento. La piantumazione di specie vegetali arboreo ed arbustive rappresenta inoltre un serbatoio di insetti utili (predatori, parassiti, ecc.) nonché fonte d’attrazione per gli insetti pronubi (api, osmie, bombi, ecc.), esercitando altresì una funzione Produttiva, fornendo legna o materiale utile per lavori agricoli (pali, legacci, frasche, ecc.).</p> <p>RIQUALIFICAZIONE RETE IDRAULICA MINORE</p> <p>Canale privo della fascia erbacea di rispetto e in cui le uniche specie riparie presenti erano <i>Typha latifolia</i>, <i>Lithrum salicaria</i> e, in minima parte, <i>Althaea officinalis</i>, che occupavano l’alveo solo per alcuni e brevi tratti. La maggior parte della sponda, ripida e instabile, era occupata da specie quali: Convolvolo nero (<i>Fallopia convolvulus</i>), Ortica (<i>Urtica dioica</i>), Setaria sp., Farinello selvatico (<i>Chenopodium album</i>), Stoppione (<i>Cirsium arvense</i>), Agrostide (<i>Agrostis stolonifera</i>), Fienarola comune (<i>Poa trivialis</i>), Pesarone (<i>Setaria glauca</i>) e Scagliola comune (<i>Phalaris canariensis</i>).</p> <p>Nell’alveo è stata inoltre riscontrata la presenza di una macrofita: <i>Lagarosiphon major</i>; questa specie, nonostante possa fungere da habitat per gli organismi macroinvertebrati, è alloctona e se ne auspica l’eliminazione.</p> <p>Per entrambi gli interventi, sia durante la fase di realizzazione che di successivo mantenimento, sono emersi problemi dovuti alla numerosa presenza di nutrie (<i>Myocastor coypus</i>) che intaccavano le piantine appena installate e erodevano la sponda del fossato appena regolarizzata creando frane e smottamenti.</p>

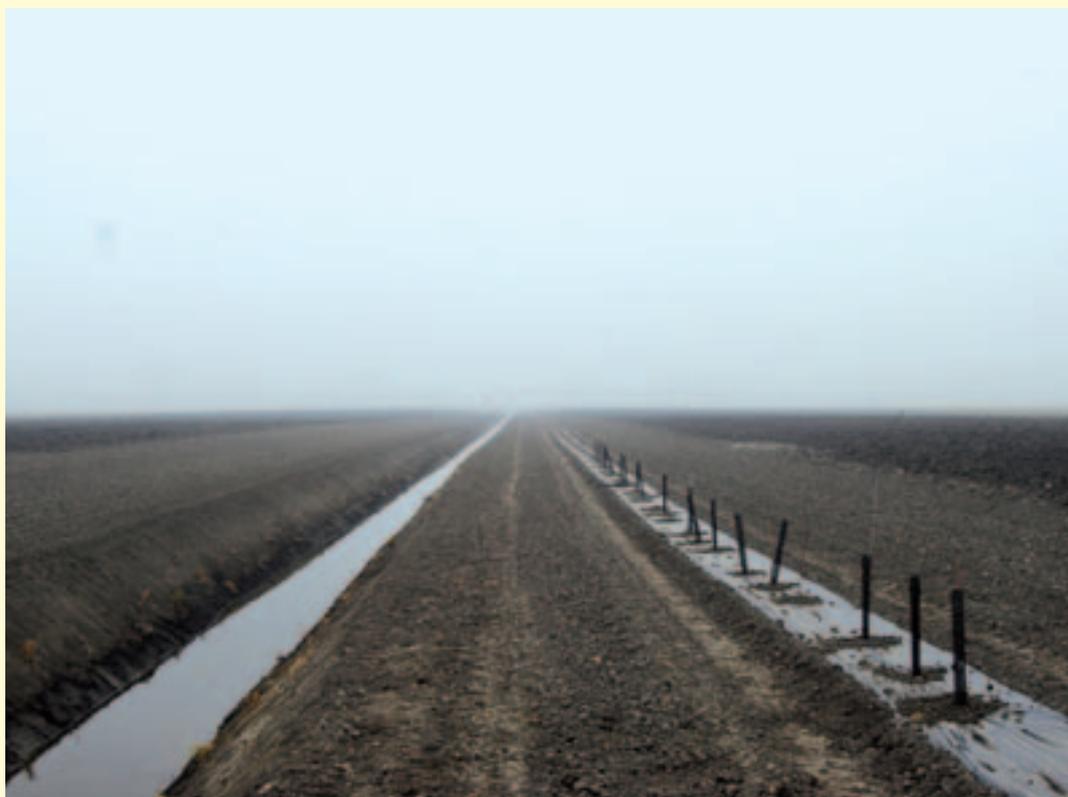


Fig. 6.1 – Misura PSR 16.5 – Azienda Agricola le Barbarighe. (Fonte: Consorzio di Bonifica Adige Po)



Fig. 6.2 – Misura PSR 16.5 – Soc. Agr. Lionello Rinaldo e Nicola SS. (Fonte: Consorzio di Bonifica Adige Po)



Fig. 6.3 – Misura PSR 16.5 – Giroto Milva. (Fonte: Consorzio di Bonifica Adige Po)

Anagrafica	Titolo progetto	Progetto collettivo a carattere ambientale «Rete Interventi Ambientali per lo sviluppo rurale del Delta del Po» - Ret.In.A.Del.Po		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Delta Po		
	Misura	Misura 16 – Cooperazione Intervento 16.5.1 – Progetti collettivi a carattere ambientale funzionali alle priorità dello sviluppo rurale Misura 4 – Investimenti in immobilizzazioni materiali Intervento 4.4.2 – Introduzione di infrastrutture verdi Intervento 4.4.3 – Strutture funzionali all’incremento e valorizzazione della biodiversità naturalistica		
	Lunghezza (m) Estensione (mq)	Filari arboreo-arbustivi: 2.833,00 m; 1.771 piante Fasce tampone (inerbimento): 14.165 mq Reticolo idraulico riqualificato (specie erbacee in sponda): 630 m; 1.890 piante		
	Anno esecuzione	2019	Costo	€ 22.762
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>FILARI ARBOREO-ARBUSTIVI E FASCE TAMPONE</p> <ul style="list-style-type: none"> • valenza ambientale e costituzione di nuovi habitat; • funzione protettiva (barriere frangivento) e paesaggistica; • piantumazione di nuove specie vegetali arboreo ed arbustive. <p>RIQUALIFICAZIONE RETE IDRAULICA MINORE</p> <ul style="list-style-type: none"> • piantumazione di vegetazione autoctona lungo le sponde; • realizzazione di un ponte ecologico con i corsi d’acqua limitrofi ed in particolare con il ramo del Po di Goro appartenente alla rete WISE; • valenza ecologica in termini di qualità biologica e chimica dell’acqua all’interno del fossato. 		
	Descrizione	<p>FILARI ARBOREO-ARBUSTIVI E FASCE TAMPONE</p> <p>Le fasce tampone eseguite in prossimità della rete idraulica privata sono costituite da una fascia erbacea di rispetto costantemente inerbita larga 5 metri, ed una fascia arborea/arbustiva monofilare in cui ogni specie arborea dista l’una dall’altra 8 metri ed è intervallata da 4 specie arbustive distanti 2 metri tra loro.</p> <p>L’applicazione di questo modulo ha permesso la piantumazione di:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 354 esemplari arborei, di cui 177 Carpino bianco (<i>Carpinus betulus</i>) e 177 Acero (<i>Acer Campestre</i>); • 1417 soggetti arbustivi suddivisi in 354 Corniolo (<i>Cornus mas</i>), 354 Fusaggine (<i>Euonymus europaeus</i>), 354 Frangola (<i>Rhamnus frangula</i>) e 355 Lantana (<i>Viburnum lantana</i>). <p>RIQUALIFICAZIONE RETE IDRAULICA MINORE</p> <p>L’intervento di riqualificazione della rete idraulica minore ha previsto la riqualificazione di un fossato esistente per una lunghezza di 630 m garantendo una larghezza da ciglio a ciglio di 3 m. L’allargamento dell’alveo presenta una sponda con pendenza modesta e costante con inclinazione massima di 3/2. La sezione bagnata è costante e pari a minimo 20 cm in corrispondenza degli appositi manufatti di sostegno.</p> <p>Contigua al fosso è presente una fascia di rispetto inerbita della larghezza complessiva di 5 metri.</p> <p>Disposta longitudinalmente alla sponda e per circa il 10% della lunghezza totale del fossato, è stata inoltre realizzata una fascinata mediante la messe a dimora di fascine vive/morte di specie legnose, all’interno di un solco su sponda, stabilizzate con infissione di picchetti in legno.</p>		

Informazioni tecniche	<p>Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)</p>	<p>FILARI ARBOREO-ARBUSTIVI E FASCE TAMPONE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rispettare il divieto di taglio a raso sulla superficie oggetto di impegno; • Rispettare il divieto di impiego di alcun tipo di fango sulle superfici ad impegno; • Rispettare il divieto di impiego di prodotti fitosanitari, compresi diserbanti non residuali (ad esempio Glyphosate e simili) e fertilizzanti di sintesi chimica e organici su tutta la superficie erbacea/arboreo/arbustiva. <p>In particolare, per il mantenimento della vegetazione che compone la siepe/fascia tampone, si dovranno eseguire determinate operazioni, tra cui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Controllo dell'erba e delle infestanti; • Recupero delle fallanze; • Potatura di formazione e di mantenimento; • Rimozione dei teli di pacciamatura; • Manutenzione della fascia erbacea. <p>RIQUALIFICAZIONE RETE IDRAULICA MINORE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimento del sistema idrologico; • Mantenimento sistema vegetazionale; • Sfalcio del fossato; • Contenimento del canneto; • Manutenzione gentile; • Sostituzione fallanze e presenza di nutrie nel fossato
	<p>Note (pro/controllo, problemi)</p>	<p>FILARI ARBOREO-ARBUSTIVI E FASCE TAMPONE</p> <p>L'impianto assume maggior rilievo poiché realizzato in un'area fortemente semplificata, utilizzata ai fini agricoli come gli appezzamenti oggetto di intervento. La piantumazione di specie vegetali arboreo ed arbustive rappresenta inoltre un serbatoio di insetti utili (predatori, parassiti, ecc.) nonché fonte d'attrazione per gli insetti pronubi (api, osmie, bombi, ecc.), esercitando altresì una funzione produttiva fornendo legna o materiale utile per lavori agricoli (pali, legacci, frasche, ecc.).</p> <p>RIQUALIFICAZIONE RETE IDRAULICA MINORE</p> <p>Privo di alcuna fascia erbacea di rispetto, le uniche specie riparie presenti erano <i>Typha latifolia</i>, <i>Lithrum salicaria</i> e, in minima parte, <i>Althaea officinalis</i>, che occupavano l'alveo solo per alcuni e brevi tratti. La maggior parte della sponda, ripida e instabile, era occupata da specie quali: Convolvolo nero (<i>Fallopia convolvulus</i>), Ortica (<i>Urtica dioica</i>), Setaria sp., Farinello selvatico (<i>Chenopodium album</i>), Stoppione (<i>Cirsium arvense</i>), Agrostide (<i>Agrostis stolonifera</i>), Fienarola comune (<i>Poa trivialis</i>), Pesarone (<i>Setaria glauca</i>) e Scagliola comune (<i>Phalaris canariensis</i>). Nell'alveo è stata inoltre riscontrata la presenza di una macrofita: Lagarosiphon major; questa specie, nonostante possa fungere da habitat per gli organismi macroinvertebrati, è alloctona e se ne auspica l'eliminazione.</p> <p>Per entrambi gli interventi, sia durante la fase di realizzazione che di successivo mantenimento, sono emersi problemi dovuti alla numerosa presenza di nutrie (<i>Myocastor coypus</i>) che intaccavano le piantine appena installate e erodevano la sponda del fossato appena regolarizzata creando frane e smottamenti.</p>



Fig. 6.4 – Misura PSR 16.5 – Pozzati Francesco. (Fonte: Consorzio di Bonifica Delta Po)

Anagrafica	Titolo progetto	Progetto collettivo a carattere ambientale «Riqualificazione Ambientale Idraulica Veneto Orientale» - RAIVO		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Veneto Orientale		
	Misura	Misura 16 – Cooperazione Intervento 16.5.1 – Progetti collettivi a carattere ambientale funzionali alle priorità dello sviluppo rurale Misura 4 – Investimenti in immobilizzazioni materiali Intervento 4.4.2 – Introduzione di infrastrutture verdi Intervento 4.4.3 – Strutture funzionali all’incremento e valorizzazione della biodiversità naturalistica		
	Lunghezza (m) Estensione (mq)	Filare arboreo-arbustivo: 10.384 m; 8.221 piante Boschetti: 0,7 mq Fascia tampone (inerbimento): 51.920 mq Inerbimento spondale (specie erbacee in sponda): 2.457 m; 7.370 piante		
	Anno esecuzione	2018	Costo	4.2.2: € 91.876 4.4.3: € 3.882
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<p>L'obiettivo del Progetto denominato RAIVO è di creare una rete di cooperazione diretta tra Consorzio e Imprese agricole del territorio finalizzata a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • intercettare e limitare l’afflusso di sostanze chimiche, quali agrofarmaci e fertilizzanti, nella rete idraulica minore attraverso l’impianto di fasce tampone e siepi a ridosso di appezzamenti coltivati, così da fungere da filtro ambientale; • incrementare la qualità biologica della rete idraulica minore e creare ecosistemi acquatici colonizzati da numerose specie vegetali, grazie all’allargamento dei fossati preesistenti e alla realizzazione di nuovi capifosso; • creare habitat naturali (boschetti e siepi) mediante la piantumazione di specie arboree e arbustive appartenenti alla flora locale. 		
	Descrizione	<p>FILARE ARBOREO-ARBUSTIVO E FASCIA TAMPONE La fascia tampone eseguita in prossimità della rete idraulica privata risponde ai criteri del “modulo base” costituito da una fascia erbacea di rispetto costantemente inerbita larga 5 m ed una fascia arborea/arbustiva monofilare di larghezza convenzionale pari a circa 1 m. L’impianto prevede che le specie arboree ad alto fusto distino tra loro 3 m e siano intervallate da 1 specie arbustiva posta a 1,5 m dagli alberi. Tale schema ha permesso la messa a dimora di 150 specie arboree ad alto fusto, di cui: 50 <i>Acer campestre</i> (Acer Campestre), 50 <i>Alnus glutinosa</i> (Ontano Nero) e 50 <i>Ulmus minor</i> (Olmo Campestre) e 150 specie arbustive suddivise in: 30 <i>Cornus sanguinea</i> (Sanguinella), 30 <i>Euonymus europaeus</i> (Fusaggine), 30 <i>Frangula alnus</i> (Frangola), 30 <i>Ligustrum vulgare</i> (Ligustrello), 30 <i>Viburnum opulus</i> (Pallon di Maggio).</p> <p>RIQUALIFICAZIONE RETE IDRAULICA MINORE L’intervento ha previsto la riqualificazione di un capofosso interpodereale privato esistente della lunghezza di 455 m, che si sviluppa a ridosso di uno stradone ghiaiato ed è attiguo ad appezzamenti coltivati. Il capofosso riqualificato si trova nelle vicinanze di un corpo idrico WISE ed è inserito nella rete idraulica con portata continua. L’allargamento dell’alveo presenta una sponda con pendenza moderata, con sezione bagnata costante pari a minimo 30 cm. Il capofosso realizzato ha larghezza pari a 4,3 m e profondità di circa 1,3 m, con minime variazioni necessarie a mantenere la livelletta di scorrimento naturale dell’acqua. Una volta conclusasi la ricalibratura delle sponde, si è proceduto alla messa a dimora delle piantine su entrambe le sponde, considerando le possibili variazioni di portata. Lo schema d’impianto ha previsto la messa a dimora di circa 1.365 piantine ripartite tra le seguenti specie: <i>Schoenoplectus lacustris</i>, <i>Typhoides arundinacea</i>, <i>Carex acutiformis</i>, <i>Glyceria maxima</i>, <i>Iris pseudacorus</i>, <i>Lythrum salicaria</i>, <i>Butomus umbellatus</i>, <i>Juncus effusus</i>, <i>Allium angulosum</i>, <i>Carex pseudocyperus</i>, <i>Jacobaea paludos</i>, <i>Sagittaria sagittifolia</i>, <i>Sagittaria sagittifolia</i>, <i>Carex elata</i>, <i>Leucojum aestivum</i>.</p>		

Informazioni tecniche	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	FILARI ARBOREO-ARBUSTIVI E FASCIE TAMPONE <ul style="list-style-type: none">• mantenere la formazione lineare arboreo-arbustiva;• in caso di infoltimento rispettare la distanza massima tra le piante ad alto fusto (non superiore a 8 m), la distanza massima fra le ceppaie (non superiore a 4 m) e la distanza massima fra gli arbusti (non superiore a 2 m);• tagliare la fascia erbacea almeno una volta l'anno;• regolamentare le potature in riferimento alle diverse specie che compongono le formazioni lineari, nel rispetto del principio di "densità colma";• rispettare il divieto di impiegare alcun tipo di fango sulle superfici ad impegno;• rispettare il divieto di impiego di prodotti fitosanitari, compresi i diserbanti non residuali e fertilizzanti di sintesi chimica e organici;• rispettare il divieto di taglio a raso sulla superficie oggetto di impegno. RIQUALIFICAZIONE RETE IDRAULICA MINORE <ul style="list-style-type: none">• assicurare un flusso continuo di acqua corrente nella rete idraulica minore, con profondità minima pari a 20 cm;• eseguire operazioni di rimodellamento spondale in caso di cedimento provocato dal flusso idrico continuo o dall'azione di animali selvatici;• eseguire operazioni di contenimento del canneto nei biotopi, nelle zone umide e negli invasi della rete idraulica minore, tramite interventi di sfalcio;• assicurare la presenza di copertura macrofita e di fascia riparia, sostituendo le fallanze in caso di mancato attecchimento o deperimento;• rispettare il divieto di dragaggio e rimozione di detriti grossolani e della copertura vegetale macrofita, salvo problematiche legate alla sicurezza idraulica;• rispettare il limite minimo di piante, verificando che non si instauri la presenza invasiva di una specie rispetto alle altre.
-----------------------	--	---



Fig. 6.5 – Misura PSR 16.5 – Genagricola Spa. (Fonte: Consorzio di Bonifica Veneto Orientale)

Anagrafica	Titolo progetto	L'acqua volano per l'ambiente naturale e per l'habitat di merli, usignoli e passeri nella gronda lagunare.		
	Consorzio di bonifica	Capofila il Consorzio di bonifica Bacchiglione costituitosi in Associazione Temporanea di scopo con 10 aziende agricole partners.		
	Misura	Misura 16 – Cooperazione Intervento 16.5.1 – Progetti collettivi a carattere ambientale funzionali alle priorità dello sviluppo rurale Misura 4 – Investimenti in immobilizzazioni materiali Intervento 4.4.2 – Introduzione di infrastrutture verdi Intervento 4.4.3 – Strutture funzionali all'incremento e valorizzazione della biodiversità naturalistica		
	Lunghezza (m) Estensione (mq)	Filari arboreo-arbustivi: 11.722 m; 10.270 piante Fasce tampone (inerbimento): 58.609 mq Inerbimento spondale (specie erbacee in sponda): 5.710 m; 175.800 piante		
	Anno esecuzione	2019	Costo	€ 157.792 (costo totale degli investimenti aziendali)
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	<ul style="list-style-type: none"> • migliorare il paesaggio, la qualità dell'aria e di conseguenza la salute delle persone; • migliorare la funzione drenante di capezzagne, scoline e fossi, aumentandone la copertura vegetale sulla sponda e sulla scarpata, ottenendo al contempo una riduzione dei costi di sfalcio, ripristino e gestione generale; • contribuire alla lotta al cambiamento climatico, al trattenimento della CO₂ e al miglioramento della qualità dell'aria; • creare un ambiente in cui sia possibile ottenere reddito per le aziende agricole diversificato derivante da no-food. 		
	Descrizione	Il progetto ha previsto la realizzazione degli interventi seguenti. FILARI ARBOREO-ARBUSTIVI E FASCE TAMPONE Le fasce tampone eseguite in prossimità della rete idraulica privata sono costituite da una fascia erbacea di rispetto costantemente inerbita larga 5 metri, ed una fascia arborea/arbustiva monofilare. Le siepi sono state realizzate secondo uno schema che prevede l'alternanza tra due alberi di prima grandezza, tre alberi di seconda grandezza e 5 arbusti. Le specie impiegate sono state: <ul style="list-style-type: none"> • per gli alberi di prima grandezza: <i>Prunus avium</i> e <i>Quercus ilex</i>, • per gli alberi di seconda grandezza: <i>Alnus glutinosa</i>, <i>Acer campestre</i>, <i>Ostrya carpinifolia</i>, • per gli arbusti: <i>Prunus spinosa</i>, <i>Cornus mas</i>, <i>Sambucus nigra</i>, <i>Rosa canina</i>, <i>Berberis vulgaris</i>. Per la fascia erbacea sono state impiegate specie tra quelle elencate nella "Lista delle specie ammesse nell'ambito del tipo di intervento di riqualificazione della rete idraulica minore per la semina fascia inerbita", allegato tecnico 4 del bando. Le piante utilizzate sono tutte provenienti dal Centro Biodiversità Vegetale e Fuori Foresta di Montecchio Precalcino in quanto: <ul style="list-style-type: none"> • incaricato dalla Regione Veneto della Produzione di specie vegetali autoctone; • specializzato nella produzione di piante con pane di terra che garantisce una ottima riuscita dell'impianto (ad un anno dall'impianto le fallanze sono inferiori al 1% delle specie piantumate); • garantisce la tracciabilità, dalla raccolta del seme nei boschi, al processo di produzione sino alla consegna al cliente, come da sistema Conforme allo standard UNI EN ISO 22005: 2008; • è caratterizzato da una consolidata esperienza nella assistenza tecnica, nella progettazione e nella gestione di imboschimenti e realizzazione di zone umide di pianura. 		
	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	Nella fascia riparia sono state messe a dimora tre tipologie di specie acquatiche individuate tra quelle suggerite nel bando. Un primo gruppo di essenze (circa il 70% di quelle messe a dimora) appartengono al gruppo di strutturali e sono state piantumate a livello di pelo dell'acqua; un secondo gruppo di accompagnatorie (circa il 20% di quelle messe a dimora) sono state piantate a 20 cm dal pelo d'acqua ed un terzo gruppo di interesse conservativo (circa un 10% di quelle messe a dimora) sono state piantate a 30 cm dal pelo d'acqua.		





Fig. 6.6 – Misura PSR 16.5 – Sorelle Vangelosta. (Fonte: Consorzio di Bonifica Bacchiglione)

Anagrafica	Titolo progetto	Mitigazione degli impatti sulle acque superficiali derivanti da attività agricole e incremento della biodiversità nella Pianura Veronese.		
	Consorzio di bonifica	Consorzio di Bonifica Veronese		
	Misura	Misura 16 – Cooperazione Intervento 16.5.1 – Progetti collettivi a carattere ambientale funzionali alle priorità dello sviluppo rurale Misura 4 – Investimenti in immobilizzazioni materiali Intervento 4.4.2 – Introduzione di infrastrutture verdi Intervento 4.4.3 – Strutture funzionali all’incremento e valorizzazione della biodiversità naturalistica		
	Lunghezza (m) Estensione (mq)	Siepi/fasce tampone: 33.562 m Boschetti: 5.500 mq, Interventi su reti idriche aziendali: 3.218 m Aree umide: 3.340 mq		
	Anno esecuzione	2019	Costo	€ 635.330
Informazioni tecniche	Obiettivi intervento (in ordine di importanza)	I principali obiettivi del progetto si possono riassumere nei seguenti punti: <ul style="list-style-type: none"> • reintroduzione di sistemi arborei diffusi atti a migliorare la qualità ambientale e paesaggistica del territorio della pianura veronese. Una importante ricaduta è rappresentata dal possibile incremento delle attività ricettive correlate al territorio rurale: attività agrituristiche, fattorie didattiche, ecc.; • incremento della biodiversità animale e vegetale grazie alla creazione di nuove interconnessioni tra i corridoi ecologici e gli ambiti naturalistici presenti, in particolare lungo le aste dei principali fiumi di risorgiva come il Tartaro e il Menago; • mitigazione della pressione antropica causata dall’attività agricola intensiva, con riduzione delle quantità di sostanze nutrienti nelle acque superficiali. Tale obiettivo viene perseguito grazie alla realizzazione di fasce tampone nell’ambito di bacini caratterizzati da scarsa qualità delle acque superficiali: bacino del fiume Bussè e bacino del fiume Menago; • recupero della memoria storica della “piantata padana” con l’obiettivo di promuoverne la reintroduzione nella campagna veronese; • recupero della memoria storica degli antichi mestieri collegati allo sfruttamento anche economico delle aree palustri veronesi. 		
	Descrizione	Le attività previste nel progetto attengono in maggior misura gli interventi agroambientali di cui alle misure 4.4.2 e 4.4.3. In particolare, sono state realizzate 33.562 m di siepi/fasce tampone, 5.500 mq di boschetti, 3.218 m di interventi su reti idriche aziendali, oltre alla installazione di 90 nidi artificiali e alla realizzazione di aree umide per complessivi 3.340 mq. Sono stati realizzati canali ex novo per complessivi 1.069 m e sono stati rinaturalizzati altri canali per un totale di 2.149 m. La quasi totalità degli interventi di cui sopra sono stati realizzati nel corso dell’ultimo trimestre dell’anno 2018 e conclusi al massimo nel primo trimestre 2019. Per quanto attiene l’intervento di competenza del Consorzio, sempre entro la primavera del 2019, sono stati attivati e resi funzionali tutti i manufatti idraulici di attingimento e regolazione dei deflussi nelle reti aziendali. Per quanto riguarda gli interventi di realizzazione di fasce tampone sulle reti private si è proceduto nel modo seguente: <ul style="list-style-type: none"> - fascia inerbita di 5 m; - filare di siepi lungo il ciglio del fossato; - vegetazione acquatica sul pelo dell’acqua. Le specie arboree messe a dimora sono coerenti con quanto indicato negli allegati del bando.		

Informazioni tecniche	Gestione area intervento (vegetazione, sedimenti, habitat, ecc.)	<p>La gestione delle aree in cui sono stati realizzati gli interventi è lasciata al privato, il quale si impegna a mantenere tali zone per almeno 5 anni.</p> <p>Gli interventi di manutenzione mirano a preservare l'ecosistema creato, per cui si procede ad effettuare gli sfalci della vegetazione acquatica ad anni alterni, nel periodo autunnale.</p> <p>Per quanto riguarda la vegetazione arborea, ci si limita per il momento ad effettuare, se è il caso, potature di formazione al fine di garantire un corretto sviluppo delle piante stesse.</p> <p>Il Consorzio si è impegnato a mantenere le regolazioni dei sostegni tali da poter garantire un battente idrico di almeno 20-40 cm.</p>
	Note (pro/controllo, problemi)	<p>Sono emersi numerosi problemi a causa della presenza della Nutria la quale si andava a cibare delle radici delle piantine acquatiche. Sono stati eseguiti perciò degli interventi di sostituzione della flora danneggiata e di ripristino delle rive.</p>





Fig. 6.7 – Misura PSR 16.5 nell'ambito del Consorzio di Bonifica Veronese.

Bibliografia

- Agapito Ludovici A., Cremascoli F., Fanfani E., Pirovano S., Sozzi P., 2006. *La gestione naturalistica del reticolo idrico di pianura*. WWF Italia, Consorzio di bonifica Muzza Bassa Lodigiana.
- Altier L.S., Lowrance R., Williams R.G., Inamdar S.P., Sheridan J.M., Bosch D.D., Hubbard R.K., and Thomas D.L., 2002. *Riparian Ecosystem Management Model: Simulator for Ecological Processes in Riparian Zones*. U.S. Department of Agriculture, Conservation Research Report 46.
- Arheimer B. and Wittgren H.B., 1994. *Modelling the effects of wetlands on regional nitrogen transport*. *Ambio* 23(6): 378-386.
- Baldo G., Monaci M., Boz B., Romagnoli F., 2003. *I Canali di bonifica e i corsi d'acqua delle Province di Modena e Bologna - Progetto Life Econet*. CIRF, Regione Emilia Romagna. www.cirf.org
- Borin M., 2003. *Fitodepurazione. Soluzioni per il trattamento dei reflui con le piante*. Edagricole, Bologna.
- Bischetti G.B., Chiaradia E.A., Conti M., Di Fidio M., Morlotti E., Cremascoli F., 2008. *Linee guida per la Riqualificazione dei Canali Agricoli (LIRICA)*. In: Quaderni della ricerca, 92. Regione Lombardia <http://www.agricoltura.regione.lombardia.it>.
- 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.
- Bresciani M. e Fila G.L., 2005. *Rapporto di attività: manutenzione dei canneti a Sirmione*. CRA - Centro Rilevamento Ambientale. <http://www.crasirmione.it/relazionecannetisirmione2005.pdf>.
- Burt T.P., 1997. *The Hydrological role of floodplain within the drainage basin system*. In Haycock N.E., Burt T.P., Goulding K.W.T. and Pinay G. (Eds.), *Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection*, Quest Environmental, Harpenden.
- Consorzio di bonifica acque risorgive (a cura di), 2000. *Lotto 2: Ristrutturazione rete di bonifica dell'area centrale e del medio corso dei Fiumi Dese e Zero nei Comuni di Scorzè, Zero Branco, Trebaseleghe, Piombino Dese e Mogliano Veneto e tributaria dei corsi d'acqua consortili: Piovega di Cappella, scolo Desolino, Rio San Martino, Piovega di Scandolara, Rio S. Ambrogio, Piovega di Levada e Piovega di Tre Comuni, Fossa Storta e Zermason*. Progetto. <http://www.bonificadesesile.net>.
- Consorzio di bonifica acque risorgive (a cura di), 2006. *Interventi per il disinquinamento della Laguna di Venezia. Progetto P107. Lotto n.1. Ristrutturazione rete di bonifica tributaria dei collettori Marignana, deviatore Piovega di Peseggia, Bacino Pisani, Peseggiana, Marocchesa e Tarù in Comune di Venezia, Mogliano Veneto e Scorzè*. Progetto. <http://www.bonificadesesile.net>.
- Consorzio di bonifica dell'Emilia centrale (a cura di), 2005. *Riqualificazione idraulico-ambientale dei canali Cavo Lama, Fossetta dei morti, Canale di Migliarina e Canale di Budrione*. Progetto.
- Consorzio di bonifica pianura di Ferrara (a cura di), 2008. *Riqualificazione del Canale di San Giovanni nel tratto a monte dell'abitato di San Matteo della Decima - Comune di San Giovanni in Persiceto*. Progetto.
- Conte G., Monaci M., Boz B. (a cura di), 2005. *Studio per l'individuazione delle aree prioritarie per la messa a dimora di Fasce Tampone vegetate finalizzate al controllo dell'inquinamento di origine diffusa lungo i corsi d'acqua dell'intero bacino del fiume Po*. Autorità di bacino del fiume Po.

- Conti M., 2007. *Applicazione di un modello ecologico-idraulico per la riqualificazione dei canali rurali*. Tesi di Laurea Magistrale in Scienze Agroambientali, Università degli Studi di Milano.
- Dal Cin L., Bendoricchio G., Coffaro G., 2002. *Linee guida per la ricostruzione di aree umide per il trattamento di acque superficiali*. ANPA, Manuali e linee guida 9/2002.
- DeLoach RE Jr., 1972. *Oxygen sag and stream self-purification*. J. Water Pollution Control Fed. 1972 Jun;44(6): 1198-204.
- Fantesini M., Catellani A., Manfredini V., 2009. *Interventi di riqualificazione morfologico - ambientale dei canali di bonifica nella provincia di Modena*. In: *Riqualificazione fluviale*, 2. CIRF. www.cirf.org.
- Gumiero B., Boz B. (a cura di) e coll., 2010. *Il sito sperimentale NICOLAS, estensione, completamento e gestione della zona tampone arborea realizzata presso l'azienda Diana di Veneto Agricoltura, con raccolta ed elaborazione di dati per il monitoraggio dell'efficacia delle fasce tampone arboree nel controllo dell'inquinamento*. Relazione tecnica. Consorzio di bonifica Acque Risorgive. <http://www.bonificadesesile.net>.
- Gumiero B., Boz B., Cornelio P., 2008. *Il sito sperimentale NICOLAS. Efficacia delle fasce tampone arboree nella riduzione dei carichi di azoto. Monitoraggio e sperimentazione presso l'azienda pilota e dimostrativa "Diana" di Veneto Agricoltura*. Report dalla Ricerca. Veneto Agricoltura (ed.).
- Haycock N.E., Burt T.P., Goulding K.W.T. and Pinay G., 1997. *Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection*. Quest Environmental, Harpenden, UK.
- Hosoi Y., Kido Y., Miki M. and Sumida M., 1998. *Field observation on reed harvest and regrowth with respect to nutrient removal*. Journal of Hydraulic, Coastal and Environmental Engineering, JSCE, 594(7): 45-55 (In Japanese with English abstract).
- Inamdar S.P., Lowrance R.R., Altier L.S., Williams R.G. and Hubbard R.K., 1999a. *Riparian Ecosystem Management Model (REMM): I. Testing of the Hydrologic Component for a Coastal Plain Riparian System*. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 42(6): 1679-1689.
- Inamdar S.P., Lowrance R.R., Altier L.S., Williams R.G., and Hubbard R.K., 1999b. *Riparian Ecosystem Management Model (REMM): II. Testing of the Water Quality and Nutrient Cycling Component for a Coastal Plain Riparian System*. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 42(6):1691-1707.
- Iridra, 2003. *Interventi per il disinquinamento della Laguna di Venezia: revisione dei modelli e dei metodi utilizzati per il calcolo dell'abbattimento di azoto e fosforo*. Consorzio di bonifica acque risorgive. <http://www.bonificadesesile.net>.
- Kadlec R.H. and Knight R.L., 1996. *Treatment wetlands*, Lewis Publisher - CRC, Boca Raton. - ISBN 0-87371-930-1.
- Lowrance R., Altier L.S., Williams R.G., Inamdar S.P., Sheridan J.M., Bosch D.D., Hubbard R.K. and Thomas D.L., 2000. *REMM The Riparian Ecosystem Management Model*. Journal of Soil and Water Conservation. First Quarter: 27-34.
- Luchetta A., Andrich A., Gnech R. (a cura di), 2000. *Ingegneria naturalistica e ambiente - Gli ambiti di intervento, le tecniche, i materiali, gli aspetti normativi ed economici*. CD-ROM. ARPAV. Centro valanghe di Arabba.
- Mazzoni M. (a cura di), 2005. *Linee guida per la progettazione e la gestione di zone umide artificiali per la depurazione dei reflui civili*. ARPAT. <http://www.arpato.toscana.it>.
- Mazzucato C., 2003. *Indagine sperimentale sulla manutenzione di un corso d'acqua consorziale in relazione alla sicurezza idraulica. Il caso pilota del Rio Draganziolo*. Tesi di laurea, Università degli Studi di Padova, Facoltà di Agraria, Anno accad. 2002-2003.
- Milhous R.T., Updike M.A. and Schneider D.M., 1989. *Physical Habitat Simulation System*. Reference manual version II. National Ecology

- Research Center. Fish and Wildlife service, Fort Collins, CO. Instream Flow Information Paper, 26:1-546.
- Monaci M. (a cura di), 2009. *Studio di fattibilità per la riqualificazione del Canale di San Giovanni*. Relazione inedita. www.cirf.org.
- Monaci M., Schipani I. (a cura di), 2010. *Buone pratiche per la progettazione e la gestione del reticolo idrografico minore naturale nell'ottica della riqualificazione fluviale*. CIRF. Provincia dell'Aquila. www.cirf.org.
- Muzzi E., Rossi G. (a cura di), 2003. *Il recupero e la riqualificazione ambientale delle cave in Emilia Romagna. Manuale teorico-pratico*. Regione Emilia Romagna.
- Nardini A., 2005. *Decidere l'ambiente con l'approccio partecipato*. CIRF. Mazzanti Editori, Venezia. www.cirf.org.
- Nardini A., Sansoni G. (a cura di) e coll., 2006. *La riqualificazione Fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio*. CIRF. Mazzanti Editori, Venezia.
- Ortolano L., 1973. *Artificial Aeration as a Substitute for Wastewater Treatment*. Chapter 7. In Dorfman, R., et al., *Models for Managing Regional Water Quality*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts (1973), pp. 263-311.
- Ortolano L. and Thomas H.A. Jr., 1968. *An Examination of Non-Treatment Plant Alternatives in Water Pollution Control*. In L. K. Cecil (ed.), *Water - 1968*, Chemical Engineering Progress Symposium Series, Vol.64, No.90: 10-20.
- Pinay G., Fabre A., Vervier Ph. and Gazelle F., 1992. *Control of C.N.P distribution in soils of riparian forests*. *Landscape Ecology*, 6 (3): 121-132.
- Poldini L., 1991. *Atlante corologico delle piante vascolari dei Friuli Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli V.G., Direzione Regionale delle Foreste e dei Parchi.
- Provincia di Bologna (a cura di), 2009. *Valsat - Rapporto ambientale di VAS, in variante al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale per il recepimento del Piano regionale di tutela delle acque*. http://www.provincia.mi.it/pianificazione_territoriale/paesaggio_ambiente/pubblicazioni/quaderno_del_piano_n20.html.
- Provincia di Terni (a cura di), 2003. *Manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica della Provincia di Terni*. http://www.provincia.terni.it/urbanistica/cave/Manu_Ing.htm.
- Raimondi S., Busolin M., 2009. *La gestione dei corsi d'acqua*. In: MAD (Macchine Agricole Domani), numero speciale 6. Edizioni L'informatore agrario.
- Regione Lazio (a cura di), 2002. *Quaderni di cantiere*. http://www.regione.lazio.it/web2/contents/ingegneria_naturalistica.
- Regione Lombardia (a cura di), 2000. *Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica*. <http://www.agricoltura.regione.lombardia.it>.
- Regione Toscana (a cura di), 2001. *Principi e linee guida per l'ingegneria naturalistica, volumi 1 e 2 - Processi territoriali e criteri metodologici*, Edizioni Regione Toscana-Collana Fiume e Territorio, Firenze.
- Regione Veneto (a cura di), 2009. *Linee guida di natura ambientale per gli interventi consortili*. Bur n. 100 del 08/12/2009 - Allegato G alla Deliberazione della Giunta Regionale n. 3357 del 10 novembre 2009 in merito a: Legge regionale n.12 del 8 maggio 2009 "Nuove norme per la bonifica e la tutela del territorio. Ulteriori disposizioni applicative concernenti l'operatività dei nuovi Consorzi di bonifica". <http://bur.regione.veneto.it>.
- Ricciardelli F., Caggianelli A., Milandri M., Simonati W. (a cura di), 2009. *Disciplinare tecnico per la manutenzione ordinaria dei corsi d'acqua naturali ed artificiali e delle opere di difesa della costa nei siti della rete Natura 2000 (SIC e ZPS)*. Regione Emilia Romagna. <http://www.regione.emilia-romagna.it>.
- Romagnolli F., 2000. *La fitodepurazione. Manuale tecnico divulgativo per una gestione sostenibile del ciclo delle acque*. Comune di Reggio Emilia.

- Sacchi L. (a cura di), 2003. *Linee guida per interventi di ingegneria naturalistica lungo i corsi d'acqua*. In: Quaderni del piano territoriale, 20. Provincia di Milano.
- Sauli G., Cornelini P., Preti F. (a cura di), 2002. *Manuale di ingegneria naturalistica applicabile al settore idraulico nella Regione Lazio*. Regione Lazio. http://www.regione.lazio.it/web2/contents/ingegneria_naturalistica.
- Streeter H.W. and Phelps E.B., 1925. *Study of the pollution and natural purification of the Ohio river*. U.S. Public Health Service, Washington D.C., Bulletin N0. 146 (reprinted 1958).
- Uusi-Kämpä J., Turtola E., Hartikainen H., Ylärinta T., 1997. *The interactions of buffer zones and phosphorus runoff*. In: Haycock N.E., Burt T.P., Goulding K.W.T. and Pinay G., 1997. *Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection*. Quest Environmental, Harpenden, UK. pp. 43-53.
- Veneto Agricoltura, 2002. *Fasce Tampone Boscate in ambiente agricolo*.
- Vymazal J., Brix H., Cooper P.F., Green M.B. and Haberl R., eds., 1998. *Constructed wetlands for wastewater treatment in Europe*. Backhuis Publishers, Leiden. - ISBN 90-73348-72-2.
- Vymazal J., 2001. *Types of constructed wetlands for wastewater treatment: their potential for nutrient removal*. 1-93. In Vymazal J., Brix H., Cooper P.F., Green M.B. and Haberl R., eds., 1998. *Constructed wetlands for wastewater treatment in Europe*. Backhuis Publishers, Leiden. - ISBN 90-73348-72-2.
- Washington State, 2002. *Integrated streambank protection guidelines*. Washington State, Dept. of Fish and Wildlife, Dept. of Transportation, Dept. of Ecology. <http://www.wdfw.wa.gov>.
- 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, Anno accad. 2002-2003.

Indice analitico delle schede

1 GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

SCHEDA R1 - Ampliamento di tipo naturaliforme dei canali	Pag.
<p>Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua che attraversano il Bosco di Mestre.</p> <p>Azione: Rimozione del rivestimento spondale in calcestruzzo e allargamento di sezione lungo il Collettore Acque Alte Cattal all'interno del Bosco di Mestre.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive in collaborazione con Istituzione Bosco e Grandi Parchi (Comune di Venezia).</p>	25
<p>Titolo originale del progetto: Ricalibrazione e sostegni su sottobacini del Fiume Marzenego e del suo scolmatore. 2° stralcio Rio Draganziolo.</p> <p>Azione: Ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo il Rio Draganziolo.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	28
<p>Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua della Terraferma veneziana.</p> <p>Azione: Rimozione del rivestimento spondale in calcestruzzo, ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo il Collettore Favaro e la Fossa Pagana.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	32
<p>Titolo originale progetto: Interventi di ripristino delle erosioni di sponda ed arginali lungo il Fiume Zero nei Comuni di Zero Branco, Morgano, Piombino Dese, Resana e Vedelago.</p> <p>Azione: Ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo il Fiume Zero.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	35
<p>Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dello Scolo Vernise nei Comuni di Zero Branco e Scorzé.</p> <p>Azione: Ampliamento di sezione e creazione di banchine allagabili lungo lo Scolo Vernise.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	37
<p>Titolo originale progetto: Riassetto idraulico e rinaturalizzazione dell'asta principale del bacino del Pionca a monte del sifone sotto il Taglio di Mirano, nei Comuni di Mira, Dolo, Pianiga e Mirano.</p> <p>Azione: Ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo lo Scolo Pionca.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	39
<p>Titolo originale progetto: Interventi strutturali in rete minore di bonifica. Ricalibrazione e sostegni su sottobacini dei fiumi Dese e Zero. II° stralcio - Scolo Zeretto nel Comune di Mogliano Veneto.</p> <p>Azione: Ampliamento di sezione e creazione di golene allagabili lungo lo Scolo Zeretto.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	42
<p>Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale lungo il basso corso del Fiume Zero per il controllo e la riduzione dei nutrienti sversati nella Laguna di Venezia.</p> <p>Azione: Creazione di banchine allagabili lungo il fiume Zero.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	44
<p>Titolo originale progetto: Ricalibratura del Rio Storto nel tratto compreso tra l'intersezione con il Passante e le Cave di Maerne.</p> <p>Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo il Rio Storto.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	46

<p>Titolo originale progetto: Ristrutturazione rete di bonifica dell'area centrale e del medio corso dei Fiumi Dese e Zero nei Comuni di Scorzè, Zero Branco, Trebaseleghe, Piombino Dese e Mogliano Veneto e tributaria dei corsi d'acqua consortili: Piovega di Cappella, scolo Desolino, Rio San Martino, Piovega di Scandolara, Rio S. Ambrogio, Piovega di Levada e Piovega di Tre Comuni, Fossa Storta e Zermason.</p> <p>Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	48
<p>Titolo originale progetto: Allargamento di sezione mediante diminuzione della pendenza delle sponde e zone di rallentamento dei deflussi lungo fossi privati.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	51
<p>Titolo originale progetto: Lavori di inalveamento dello scolo Codis, Fossa Cortina, Fossalone e Roggia Versiola nei Comuni di Gruaro e Portogruaro. 1° stralcio: inalveamento della Fossa Cortina e del Fossalone e sistemazione anse della Roggia Versiola – 2° lotto funzionale.</p> <p>Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Veneto Orientale.</p>	53
<p>Titolo originale progetto: L. 139/92 – 1ª fase. Progetto delle opere di diversione idraulica dalla Laguna, incremento degli invasi e controllo dell'inquinamento diffuso di origine agricola. D.D.R. n. 130 del 08/08/96.</p> <p>Azione: Allargamento di sezione mediante diminuzione della pendenza delle sponde lungo il Canale dei cuori.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo.</p>	55
<p>Titolo originale progetto: Incremento dei tempi di ritenzione delle acque urbane e agricole nei comuni di Este e Baone.</p> <p>Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo il Canale Nuovo Meggiaro.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo.</p>	57
<p>Titolo originale progetto: Incremento dell'invaso e capacità autodepurativa colli di Galzignano e di Arquà Petrarca.</p> <p>Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili nelle valli di Arquà Petrarca e Galzignano.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo.</p>	60
<p>Titolo originale progetto: Integrazione rete fognaria e rete di bonifica per l'autodepurazione dei Bacini Centrali.</p> <p>Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo i canali Condotto di Mezzo e San Bonaventura.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo.</p>	62
<p>Titolo originale progetto: Foresta Veneto – Interventi di afforestazione in compensazione delle emissioni di CO₂ della discarica di Torretta. Progetto di forestazione nel territorio del Comune di Legnago.</p> <p>Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo la Fossa Maestra.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Veronese.</p>	65
<p>Titolo originale progetto: Riqualificazione del fontanile della fossa Calfura in località Madonna dell'Uva Secca.</p> <p>Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo la Fossa Calfura.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Veronese.</p>	68

<p>Titolo originale progetto: LIFE+ Colli Berici Natura 2000 "Azioni di conservazione, miglioramento degli habitat e delle specie e salvaguardia della naturalità del SIC Colli Berici" (LIFE 08 NAT/IT/362) - Azione C8.</p> <p>Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo la Fossa di mezzo.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta.</p>	71
<p>Titolo originale progetto: Azione C1 - LIFE Risorgive (LIFE 14 NAT/IT/000938) - Ripristino e consolidamento della infrastruttura verde costituita dalla rete di risorgive, rogge e canali nel territorio del Comune di Bressanvido.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Brenta.</p>	73
<p>Titolo originale progetto: Sistemazione del Rio Tesinella nei Comuni di Grisignano di Zocco (VI), Mestrino e Veggiano (PD).</p> <p>Azione: Allargamento di sezione mediante creazione di banchine allagabili lungo lo Scolo Tesinella.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Brenta.</p>	76
<p>Titolo originale progetto: LIFE RINASCE - Riqualificazione NATuralistica per la Sostenibilità integrata idraulico-ambientale dei Canali Emiliani - LIFE13 ENV/IT/000169.</p> <p>Azione: Creazione di una banchina interna allagabile.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia).</p>	80
<p>Titolo originale progetto: Riqualificazione del canale di San Giovanni nel tratto a monte dell'abitato di S. Matteo della Decima.</p> <p>Azione: Creazione di una banchina interna allagabile.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Burana e Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara.</p>	85
SCHEDA R2 - Realizzazione di nuovi canali naturaliformi	
<p>Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale lungo il basso corso del Rio Draganziolo nell'area denominata "Oasi" in Comune di Noale per la riduzione dei nutrienti versati nella Laguna di Venezia.</p> <p>Azione: Creazione di un nuovo canale meandriforme all'interno dell'Oasi di Noale.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	90
<p>Titolo originale progetto: Interventi strutturali in rete minore di bonifica. Realizzazione di un sistema di contenimento e fitobiodepurazione delle acque della zona a nord del Naviglio Brenta.</p> <p>Azione: Creazione di un nuovo canale meandriforme: Scolo Comuna.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	93

2 CONTROLLO DEL DISSESTO SPONDALE

<p>SCHEDA D1 - Risagomatura e rivegetazione delle sponde o definizione di una "fascia di mobilità" del canale</p>	Pag.
<p>Titolo originale progetto: Ristrutturazione rete di bonifica dell'area centrale e del medio corso dei Fiumi Dese e Zero nei Comuni di Scorzè, Zero Branco, Trebaseleghe, Piombino Dese e Mogliano Veneto e tributaria dei corsi d'acqua consortili: Piovega di Cappella, scolo Desolino, Rio San Martino, Piovega di Scandolara, Rio S. Ambrogio, Piovega di Levada e Piovega di Tre Comuni, Fossa Storta e Zermason.</p> <p>Azione: Riprofilatura della sponda per il controllo del dissesto spondale e la riqualificazione del canale.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	106

<p>Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dello Scolo Vernise nei Comuni di Zero Branco e Scorzé.</p> <p>Azione: Riprofilatura della sponda per il controllo del dissesto spondale e la riqualificazione del canale.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	108
<p>Titolo originale progetto: LIFE RINASCE - Riqualificazione NATuralistica per la Sostenibilità integrata idraulico-ambientale dei Canali Emiliani - LIFE13 ENV/IT/000169.</p> <p>Azione: Riprofilatura della sponda per il controllo del dissesto spondale e la riqualificazione del canale.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia).</p>	110
<p>SCHEDA D2 - Inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice</p>	
<p>Titolo originale progetto: Riqualificazione idraulico-ambientale del Cavo Migliarina nel Comune di Carpi (Modena).</p> <p>Azione: Inerbimento protetto con georete in fibra naturale fissata con talee di salice.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia).</p>	116
<p>Titolo originale progetto: Ripristino della rete idrografica tributaria dell'impianto idrovoro Degora-Capri (San Bonifacio e Monteforte d'Alpone – Verona).</p> <p>Azione: Controllo del dissesto spondale mediante messa a dimora di talee di salice.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta.</p>	118
<p>SCHEDA D3 - Copertura diffusa con astoni di salice</p>	
<p>Titolo originale progetto: Interventi di ripristino delle erosioni di sponda ed arginali lungo il Fiume Zero nei Comuni di Zero Branco, Morgano, Piombino Dese, Resana e Vedelago.</p> <p>Azione: Copertura diffusa con astoni di salice.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	123
<p>Titolo originale progetto: Riqualificazione idraulico-ambientale del Cavo Migliarina nel Comune di Carpi (Modena).</p> <p>Azione: Controllo del dissesto spondale mediante posa di copertura diffusa con astoni di salice.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia).</p>	126
<p>SCHEDA D4 - Palizzata rinverdita</p>	
<p>Titolo originale progetto: Riqualificazione idraulico-ambientale del Canale di Budrione nel Comune di Carpi (Modena).</p> <p>Azione: Controllo del dissesto spondale mediante realizzazione di una palizzata rinverdita.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia).</p>	131
<p>SCHEDA D5 - Palificata semplice rinverdita con palo frontale verticale</p>	
<p>Titolo originale progetto: Riqualificazione idraulico-ambientale del Canale di Budrione nel Comune di Carpi (Modena).</p> <p>Azione: Controllo del dissesto spondale mediante realizzazione di una palificata semplice rinverdita con palo frontale verticale.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia).</p>	136
<p>Titolo originale progetto: Riqualificazione idraulico-ambientale della Fossetta dei morti nel Comune di Carpi (Modena).</p> <p>Azione: Controllo del dissesto spondale mediante realizzazione di una palificata semplice rinverdita con palo frontale verticale.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia).</p>	139

3 MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ACQUA

SCHEDA Q1 - Controllo dell'inquinamento diffuso mediante utilizzo di fasce tampone boscate		Pag.
<p>Titolo originale progetto: Ristrutturazione rete di bonifica dell'area centrale e del medio corso dei Fiumi Dese e Zero nei Comuni di Scorzè, Zero Branco, Trebaseleghe, Piombino Dese e Mogliano Veneto e tributaria dei corsi d'acqua consortili: Piovega di Cappella, scolo Desolino, Rio San Martino, Piovega di Scandolara, Rio S. Ambrogio, Piovega di Levada e Piovega di Tre Comuni, Fossa Storta e Zermason.</p> <p>Azione: Messa a dimora di fasce tampone arboree e creazione di aree golenali boscate.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	161	
SCHEDA Q3 - Creazione di zone umide in alveo		
<p>Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua della Terraferma veneziana.</p> <p>Azione: Creazione di zone umide in alveo lungo la Fossa Pagana.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	176	
<p>Titolo originale progetto: Ricalibratura con rinaturalizzazione del sistema di collettori di bonifica a ridosso di Camposampiero (Fossa Mauri, Orcone, San Marco e Andura).</p> <p>Azione: Creazione di zone umide in alveo lungo lo Scolo Orcone.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	179	
SCHEDA Q4 - Creazione di zone umide fuori alveo		
<p>Titolo originale progetto: Il Bosco di Cappella. Realizzazione di un bosco di pianura e di una serie di zone umide in aree destinate alla mitigazione del Passante di Mestre in Comune di Scorzè.</p> <p>Azione: Creazione di zone umide fuori alveo lungo il Passante di Mestre.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive (in collaborazione con Comune di Scorzè e Veneto Agricoltura).</p>	185	
<p>Titolo originale progetto: Interventi strutturali in rete minore di bonifica, ricalibrazione e sostegni su sottobacini del Fiume Zero – 2° stralcio: Scolo Rusteghin.</p> <p>Azione: Creazione di zone umide fuori alveo lungo lo Scolo Rusteghin.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	190	
<p>Titolo originale progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dello Scolo Vernise nei Comuni di Zero Branco e Scorzè.</p> <p>Azione: Creazione di zone umide fuori alveo lungo lo Scolo Vernise.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	192	
<p>Titolo originale progetto: Opere di diversione idraulica dalla Laguna, incremento degli invasi e controllo dell'inquinamento diffuso di origine agricola.</p> <p>Azione: Creazione di una zona umida fuori alveo lungo il Canale Altipiano – Bacino di fitodepurazione Ca' di mezzo.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo.</p>	194	
<p>Titolo originale progetto: Interventi in rete minore di bonifica - Ricalibratura e sostegni nei canali Barbegara, Rebosola, S. Silvestro.</p> <p>Azione: Creazione di una zona umida fuori alveo lungo il Canale Barbegara.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo.</p>	197	
<p>Titolo originale progetto: Integrazione di rete fognaria e rete di bonifica per l'autodepurazione nei bacini centrali.</p> <p>Azione: Creazione di una zona umida fuori alveo lungo il Canale Sorgaglia.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo.</p>	199	

<p>Titolo originale progetto: Integrazione di rete fognaria e rete di Bonifica, incremento dell'invaso e della capacità di autodepurazione nelle valli di Galzignano e di Arquà Petrarca e nel canale di scarico Carmine.</p> <p>Azione: Creazione della zona umida di Cingolina.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo.</p>	201
<p>Titolo originale progetto: Lavori di costruzione di un'area pilota di fitodepurazione per integrazione di reti fognarie e rete di bonifica.</p> <p>Azione: Creazione della zona umida di Monselice.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo.</p>	203
<p>Titolo originale progetto: Interconnessione dei bacini idraulici Rebosola e Civrana in Comune di Cona (Venezia) nell'azienda agricola Civrana.</p> <p>Azione: Creazione della zona umida Canale Rebosola.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo.</p>	205
<p>Titolo originale progetto: Progetto LIFE+ Colli Berici Natura 2000 "Azioni di conservazione, miglioramento degli habitat e delle specie e salvaguardia della naturalità del SIC Colli Berici" (LIFE 08 NAT/IT/362) - Azione C8.</p> <p>Azione: Creazione di un'area umida.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta.</p>	207
<p>Titolo originale progetto: LIFE BEWARE - BETter Water management for Advancing RESilient communities in Europe - Misure di ritenzione naturale delle acque (LIFE 17 GIC/IT/000091).</p> <p>Azione: Creazione di un bacino in ambito agricolo (water retention basin) a fini irrigui, idraulici e ambientali.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta.</p>	209
<p>Titolo originale progetto: Interventi idraulico-ambientali nella rete dei canali e specchi d'acqua che alimentano il contesto paesaggistico di Villa Contarini in Comune di Piazzola sul Brenta - 2° stralcio.</p> <p>Azione: Riqualificazione dell'invaso del Camerini in località Presina a Piazzola sul Brenta per l'accumulo delle acque a fini idraulici, irrigui e ambientali.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Brenta.</p>	212
<p>Titolo originale progetto: Disinquinamento Laguna Veneta - Sistemazione idraulica della rete di bonifica dell'area denominata "Candellara".</p> <p>Azione: Costruzione di un invaso per l'accumulo delle acque a fini idraulici e ambientali.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Piave.</p>	215
<p>Titolo originale progetto: Progetto definitivo di riqualificazione fluviale dell'area umida denominata Mulino Dariol.</p> <p>Azione: Costruzione di un canale meandriforme con la funzione di invaso per l'aumento della capacità autodepurativa del sistema di canali afferenti.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Piave.</p>	217
<p>Titolo originale progetto: Sistemazione dello scarico di Salvarosa a monte della confluenza nel fiume Zero - Bacino di fitodepurazione e di laminazione delle piene in località Grotta di Salvarosa.</p> <p>Azione: Costruzione di un bacino di fitodepurazione e di laminazione delle piene.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Piave.</p>	219
<p>Titolo originale progetto: Sistemazione dello scarico di Salvatronda a monte della confluenza nello Zero in comune di Castelfranco Veneto.</p> <p>Azione: Costruzione di un bacino di fitodepurazione e di laminazione delle piene in località Salvatronda.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Piave.</p>	221

<p>Titolo originale progetto: Realizzazione intervento di riqualificazione ambientale di un'area comunale in località Lame in comune di Concordia Sagittaria.</p> <p>Azione: Costruzione di un prato umido con finalità naturalistiche.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Veneto Orientale.</p>	222
<p>Titolo originale progetto: Interventi di difesa idraulica in comune di Bovolone: realizzazione di due bacini di laminazione.</p> <p>Azione: Costruzione di una vasca di espansione con finalità naturalistiche e produttive.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Veronese.</p>	225
<p>Titolo progetto: Costruzione di una vasca di espansione a servizio di aree urbanizzate.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo.</p>	227
<p>Titolo originale progetto: Completamento del riordino idraulico del bacino Valdentro.</p> <p>Azione: Creazione di una zona umida fuori alveo con finalità depurative e di laminazione delle piene.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Adige Po.</p>	228
<p>Titolo originale progetto: LIFE RINASCE - Riqualificazione Naturalistica per la Sostenibilità integrata idraulico-ambientale dei Canali Emiliani - LIFE13 ENV/IT/000169.</p> <p>Azione: Creazione di una cassa di espansione a fini multipli e di bassure umide.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia).</p>	231
<p>SCHEDA Q5 - Creazione di trappole per sedimenti</p>	
<p>Titolo originale progetto: Riqualificazione del canale di San Giovanni nel tratto a monte dell'abitato di S. Matteo della Decima.</p> <p>Azione: Creazione di una trappola per sedimenti.</p> <p>Consorzio di bonifica: Consorzio della Bonifica Burana e Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara.</p>	237

4 FORESTAZIONE DELLE AREE RIPARIE E GOLENALI

<p>SCHEDA F1 - Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi</p>	Pag.
<p>Titolo originale progetto: Realizzazione di barriere di vegetazione lungo il Canale Scolmatore in comune di Venezia.</p> <p>Azione: Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	260
<p>Titolo originale progetto: LIFE RINASCE - Riqualificazione Naturalistica per la Sostenibilità integrata idraulico-ambientale dei Canali Emiliani - LIFE13 ENV/IT/000169.</p> <p>Azione: Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi sul ciglio di sponda di canali e capofossi.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (Reggio Emilia).</p>	265
<p>SCHEDA F2 - Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi esternamente alla pista di manutenzione</p>	
<p>Titolo originale del progetto: Interventi di riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua che attraversano il Bosco di Mestre.</p> <p>Azione: Messa a dimora di filari arboreo-arbustivi esternamente alla pista di manutenzione.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Istituzione Bosco e Grandi Parchi (Comune di Venezia) in collaborazione con il Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.</p>	269

SCHEDA F4 - Realizzazione di AFI - Aree Forestali di Infiltrazione	
<p>Titolo progetto originario: Interventi di sistemazione dei canali consorziali, con aree di espansione delle acque, con il duplice obiettivo di difesa idraulica e ricarica della falda, in Comune di Rosà - Intervento n. 3 - Riqualficazione dell'area boschiva denominata "Prese" di proprietà del comune di Rosà in comune di Tezze sul Brenta (VI), mediante realizzazione di un'AFI, Area Forestale di Infiltrazione.</p> <p>Azione: Realizzazione di AFI - Aree Forestali di Infiltrazione.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Brenta.</p>	279

5 GESTIONE SOSTENIBILE DELLA VEGETAZIONE ACQUATICA E SPONDALE

SCHEDA G1 - Controllo a basso impatto della vegetazione in alveo	Pag.
Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.	302
Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Veronese.	307
Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Piave.	309

6 MISURA PSR 16.5: PROGETTI COLLETTIVI A CARATTERE AMBIENTALE FUNZIONALI ALLE PRIORITÀ DELLO SVILUPPO RURALE

	Pag.
<p>Titolo progetto: Progetto collettivo (PRO.CO) "Introduzione di infrastrutture verdi per la valorizzazione delle connessioni ecologiche nel territorio fra Adige e Po" (CON-ADI-PO).</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Adige Po.</p>	321
<p>Titolo progetto: Progetto collettivo a carattere ambientale «Rete Interventi Ambientali per lo sviluppo rurale del Delta del Po» - Ret.In.A.Del.Po</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Delta Po.</p>	327
<p>Titolo progetto: Progetto collettivo a carattere ambientale «Riqualficazione Ambientale Idraulica Veneto Orientale» - RAIVO</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Veneto Orientale.</p>	330
<p>Titolo progetto: L'acqua volano per l'ambiente naturale e per l'habitat di merli, usignoli e passerì nella gronda lagunare.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Capofila il Consorzio di bonifica Bacchiglione costituitosi in Associazione Temporanea di scopo con 10 aziende agricole partners.</p>	333
<p>Titolo progetto: Mitigazione degli impatti sulle acque superficiali derivanti da attività agricole e incremento della biodiversità nella Pianura Veronese.</p> <p>Consorzio di Bonifica: Consorzio di Bonifica Veronese.</p>	336

Finito di stampare nel mese di Maggio 2021 presso
ARTI GRAFICHE RUBERTI, Venezia-Mestre