



fondazione
cariplo



Parco  Ticino

Manuale di gestione naturalistica dei canali irrigui

nel territorio dei SIC "Boschi di Vaccarizza",
"Boschi Siro Negri e Moriano"
e della ZPS "Boschi del Ticino" tratto pavese





Il manuale è stato realizzato nell'ambito del progetto "Tutela e valorizzazione della biodiversità dei SIC "Boschi Siro Negri e Moriano" e "Boschi di Vaccarizza" e della "ZPS Boschi del Ticino" – tratto pavese con il contributo della



Realizzazione a cura di

G · R · A · I · A



GESTIONE E RICERCA AMBIENTALE
ITTICA ACQUE

GRAIA srl – Gestione e Ricerca Ambientale Ittica Acque
Via Repubblica, 1 - 21020 Varano Borghi (VARESE)

Cesare M. Puzzi
Alessia Manicone
Fabrizio Colombo

Hanno collaborato

Michele Bove, Claudio De Paola, Silvia Nicola, Aldo Paleari, Valentina Parco, Francesca Trotti – Parco Ticino

Piero Soria – Provincia di Pavia

Giuseppe Bogliani – Università di Pavia

Foto Archivio Parco Ticino

SOMMARIO

1. PREMESSA _____	4
2. FINALITÀ _____	5
3. LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	6
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE _____	8
4.1 SIC IT2080014 "Boschi Siro Negri e Moriano" _____	8
4.2 SIC IT2080019 "Boschi di Vaccarizza" _____	10
4.3 ZPS IT2080301 "Boschi del Ticino" tratto meridionale _____	13
5. LE POTENZIALITÀ ECOLOGICHE DEI CANALI IRRIGUI _____	16
6. SCHEDE TIPOLOGICHE _____	19
7. LO SFALCIO DELLA VEGETAZIONE _____	50
8. UN CASO CONCRETO: LA CHIAVICA DEL GRAVELLONE _____	52
9. CONCLUSIONI _____	56
10. BIBLIOGRAFIA _____	57

1 - PREMESSA

Nell'ambito del progetto "Tutela e valorizzazione della biodiversità dei SIC "Boschi Siro Negri e Moriano" e "Boschi di Vaccarizza" e della "ZPS Boschi del Ticino – tratto pavese", condotto dal Parco Lombardo della Valle del Ticino e cofinanziato dalla Fondazione Cariplo, è stato realizzato il presente **manuale, a scopo divulgativo, relativo alle tecniche di gestione naturalistica di elementi intermedi e minori del reticolo idrico con un particolare riferimento al territorio pavese.**

Questo elaborato offre spunti importanti non solo per lo stesso Parco, ma anche per attori territoriali locali, in particolare gli agricoltori, i gestori di canalizzazioni irrigue derivate e i consorzi di bonifica, soggetti che possono concorrere attivamente, ciascuno alla scala dimensionale commisurata al suo ruolo, nel praticare e rendere praticabili le tecniche suggerite.

Occorre infatti considerare che l'idrografia del Parco del Ticino, come dell'intera pianura lombarda a nord del Po, oltre che dei corsi d'acqua naturali governati direttamente dal "sistema pubblico" si compone anche, e soprattutto, di un enorme numero di elementi intermedi e minori su cui intervengono consorzi o privati.

Lo scopo principale di un manuale per la gestione naturalistica di questi elementi intermedi e minori è quello di fornire agli operatori interessati uno strumento utile, con un taglio pratico, per la realizzazione degli interventi a loro affidati, che possono essere programmati ed eseguiti non solo seguendo criteri meramente idraulici, ma anche considerando **aspetti più propriamente naturalistici ed ambientali**, come ad esempio la compatibilità ambientale degli sfalci, la sperimentazione di tecniche che impediscano la messa in asciutta totale, la diversificazione dei fondali, ecc. I corsi d'acqua di piccole e medie dimensioni, infatti, vista la loro capillare distribuzione nei territori in esame, rivestono un ruolo fondamentale nel determinare il valore paesaggistico e naturalistico complessivo del Parco e più in generale di tutta la Pianura Padana.

Sebbene questo manuale sia stato realizzato nell'ambito delle azioni previste da un progetto che ha avuto come riferimento territoriale specifico i SIC IT2080014 "Boschi Siro Negri e Moriano", IT2080019 "Boschi di Vaccarizza" e della ZPS IT208031 "Boschi del Ticino" tratto meridionale, si ritiene che esso possa rivelarsi uno strumento utile anche per tutti quei corsi d'acqua che, pur appartenendo a contesti differenti da quelli citati, possono rivestire un'importanza strategica nella definizione delle connessioni ecologiche dei siti ad alta valenza ambientale presenti nel Parco del Ticino.

Questa pubblicazione nasce quindi dall'esigenza di valorizzare la funzionalità ecosistemica del vasto ed articolato reticolo idrografico laterale all'asta fluviale principale, i cui attuali criteri di gestione corrispondono invece quasi esclusivamente a necessità manifestate dall'agricoltura. Si tratta di una rete fittissima ed interconnessa di fontanili, rogge, colatori e canali, di dimensioni molto variabili e con origini altrettanto diversificate; possono essere infatti alimentati da acqua superficiale derivata a monte dal Ticino (ma anche da altri fiumi) così come nascere localmente da risorgenze (sia sul piano terrazzato della campagna sia più spesso al piede del terrazzo fluviale) ed impinguarsi grazie al drenaggio, alla colatura o al recapito di acque derivate. Alla diversificazione delle fonti prevalenti di alimentazione corrisponde analogha variabilità delle loro caratteristiche di qualità chimico-fisica, di norma buone ma che spesso si deteriorano progressivamente per gli apporti di nutrienti e fitofarmaci provenienti dall'attività agricola e, talora, per il recapito di acque reflue non depurate o trattate in modo non appropriato.

L'importanza in termini ecosistemici di tale rete idrica è testimoniata dalla presenza di interessanti comunità animali e vegetali, comprendenti habitat e specie di interesse comunitario, fortemente penalizzati dalle abituali tecniche di gestione e di manutenzione sino ad ora utilizzate.

Sulla base di queste considerazioni, è necessario individuare interventi e pratiche di gestione ecologicamente compatibili che possano **diversificare e rivitalizzare la suddetta rete idrica al fine di conservarne o ripristinarne l'idoneità alla fauna locale e favorire così la biodiversità; nello stesso tempo gli interventi, quando realizzati su elementi deputati all'irrigazione o alla bonifica, devono assicurare il mantenimento dell'efficacia di queste funzioni.**

2 - FINALITÀ

Il reticolo idrico intermedio e minore del sistema della pianura irrigua lombarda è un elemento distintivo e caratterizzante di questo territorio, dove, accanto all'attuale funzione prevalente di tipo idraulico, può rivestire un ruolo di grande rilievo per la salvaguardia o il potenziamento dei valori paesaggistici ed ecologici distribuiti.

La rete idrografica naturale, paranaturale ed artificiale rappresenta un elemento connotativo del paesaggio della pianura lombarda, cui si associa anche l'importanza estetica e storico-culturale dei manufatti idraulici realizzati nei secoli (si pensi al sistema delle conche, ecc.). Inoltre, sulla fitta rete di elementi idrografici si appoggia anche un sistema complesso di formazioni vegetali che, oltre a permettere la lettura "paesaggistica" dello sviluppo dei corsi d'acqua (altrimenti difficilmente percepibile in un contesto di pianura), riveste anche un importante ruolo dal punto di vista naturalistico ed ecologico (ancor più accentuato se insieme alla vegetazione terrestre a cintura degli alvei consideriamo anche quella acquatica o palustre presente negli alvei stessi). Tralasciando qui il ruolo ecologico delle vere e proprie fasce ripariali delle acque naturali o paranaturali (particolarmente di quelle formalmente investite da obiettivi ambientali o da salvaguardia paesaggistica), tipici elementi della vegetazione terrestre associata ai canali artificiali di maggiori dimensioni sono ad esempio i filari e le siepi che possono essere realizzati lungo le loro sponde. Soprattutto per i corpi idrici artificiali minori, tuttavia, la conservazione o la ricomposizione di elementi vegetazionali a corredo possono valorizzarli come serbatoi di biodiversità, trasformandoli in una capillare infrastruttura a rete di enorme significato ecosistemico.

Lo scopo è di favorire una gestione sostenibile dal punto di vista ecologico, naturalistico e paesaggistico-ambientale di corsi d'acqua che oggi sono gestiti seguendo criteri prettamente idraulici, promuovendo azioni di ripristino, mantenimento e/o conservazione delle aree e della vegetazione spondale e considerando le funzioni sopra citate.

Il manuale si articola in una prima parte, a carattere conoscitivo, dove viene presentato un inquadramento dell'area di interesse, nello specifico il principale reticolo idrico presente, ed in una seconda parte, di carattere specifico, che si focalizza sugli interventi consigliati per promuovere sulla parte di interesse di questo reticolo una gestione più sostenibile, curante degli aspetti naturalistici e paesaggistici. Tali interventi sono organizzati per schede tipologiche.

Si precisa che le indicazioni contenute nella presente pubblicazione si riferiscono al reticolo idrografico intermedio e minore caratterizzato dalla presenza di acqua costante nel corso dell'anno.



FIG. 2-1 ROGGIA FOLLA

3 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento relativa alla manutenzione ordinaria dei colatori consortili, per quanto concerne le misure di conservazione relative alle Zone Speciali di Conservazione (ZSC) ed alle Zone di Protezione Speciale (ZPS), fa capo al **D.M. 184/2007** e alle **D.G.R. n. 6648/2008, n. 7884/2008 e n. 9275/2009**. Tale normativa contiene, tra l'altro, le seguenti disposizioni:

- **DIVIETI:** nelle aree umide e nei canneti sono vietate le attività di taglio e i lavori di ordinaria gestione nel periodo dal 1 marzo al 10 agosto.
- **OBBLIGHI:** il taglio della vegetazione spondale della rete irrigua deve essere effettuato solo su una delle due sponde in modo alternato nel tempo e nello spazio al fine di garantire la permanenza di habitat idonei per specie vegetali ed animali.
- **ATTIVITÀ DA FAVORIRE:** rinaturalizzazione dei corsi d'acqua, riduzione dei nitrati immessi nelle acque superficiali, salvaguardia dei nidi (con particolare attenzione a quelli di tarabuso), ecc.

La normativa regionale di riferimento fa invece capo alla **L.R. 10/2008** "Disposizioni per la tutela e la conservazione della piccola fauna, della flora e della vegetazione spontanea", ed in particolare all'Art. 5 (Conservazione e gestione della vegetazione ai fini faunistici) che riporta quanto segue:

- sono consentiti gli interventi di pulizia e manutenzione lungo le rive dei corpi d'acqua, le separazioni dei terreni agrari e gli arginelli di campagna, nel rispetto delle specie di flora spontanea protetta in modo rigoroso e a raccolta regolamentata (Comma 3);
- gli interventi di contenimento del canneto e, in generale, della vegetazione ad erbe palustri ovvero di contrasto alla colonizzazione boschiva in praterie naturali, pascoli e brughiere sono ammessi, se eseguiti con tecniche che non arrechino disturbo o pregiudizio alla nidificazione, riproduzione e svezzamento della fauna selvatica e se eseguiti parzialmente, ossia **lasciando intatta almeno una superficie pari ad un terzo dell'habitat gestito** e purché i tagli siano effettuati a rotazione, con frequenza biennale o superiore (Comma 7);
- lo sfalcio e l'asportazione della vegetazione del lamineto (vegetazione sommersa non radicata sul fondo dei corpi d'acqua) sono consentiti solo quale forma di contenimento dell'eutrofizzazione e quando l'eccessivo sviluppo di tale vegetazione comprometta la biodiversità dei luoghi. Tali interventi non possono comportare l'eradicazione di tale vegetazione o di talune specie autoctone in essa rappresentate. **È consentito procedere solo per settori alterni**, anziché sulla totalità dell'habitat presente, con frequenza biennale o superiore (Comma 8);
- gli interventi di cui ai commi 7 e 8 sono consentiti previa redazione di progetti specifici, eseguiti con la supervisione di tecnici qualificati, laureati in scienze naturali o scienze biologiche o con titolo equipollente, individuati dagli enti gestori delle aree protette ai sensi dell'articolo 1 della legge regionale 30 novembre 1983, n. 86, dagli enti gestori di SIC e ZPS ovvero dalle province per il restante territorio. L'ente gestore o la provincia competente rilascia l'autorizzazione all'intervento, anche con prescrizioni, a seguito di valutazione con esito positivo del relativo progetto (Comma 9).

Per il territorio compreso nella Provincia di Pavia, si rimanda anche alle disposizioni regolamentari di attuazione del **Piano Ittico**, dove all'Art. 9 del "Regolamento Provinciale per la tutela degli ecosistemi acquatici" viene concentrata l'attenzione sulla componente vegetale, come elemento caratteristico delle biocenosi acquatiche, poiché la sua presenza equilibrata e diversificata costituisce indicatore di conseguimento dell'obiettivo di qualità ambientale perseguito sui corpi idrici. In presenza di comunità vegetali acquatiche equilibrate, **gli eventuali interventi di contenimento**, comunque programmati dall'autorità idraulica competente, **non possono configurarsi quali pratiche abituali**, ancorché finalizzate al ripristino o al mantenimento di tiranti idrici funzionali all'uso delle acque o al drenaggio di terreni agricoli.

Nel suddetto Piano viene quindi espressamente vietata la programmazione di manutenzioni ordinarie degli alvei che prevedano il sistematico contenimento di comunità vegetali acquatiche equilibrate. In tutte le situazioni caratterizzate, invece, dall'assenza o dalla frammentazione delle fasce ripariali arboree ed arbustive, all'eventuale programmazione del contenimento della vegetazione acquatica sommersa ed emergente va associata la previsione delle modalità di ripristino o di ricomposizione di dette fasce e della loro funzione di ombreggiamento dell'alveo. Tali previsioni non si applicano ai tratti di corpo idrico interessati da pronunciati aumenti della trofia determinati dal recapito di scarichi pubblici, anche depurati, nonché alle situazioni locali in cui per la protezione di elementi soggetti a significativo rischio idraulico si renda motivatamente necessario assicurare la massima funzionalità idraulica delle sezioni di deflusso.

Per quanto concerne invece le disposizioni in merito alla specifica tutela dell'ittiofauna, il Parco del Ticino ritiene opportuno che gli interventi di sfalcio meccanico della vegetazione acquatica, ovviamente dove necessari e consentiti, vengano effettuati nei periodi in cui l'impatto sugli elementi più sensibili della comunità ittica sia minore (uova e primi stadi giovanili). Considerando che la comunità ittica che caratterizza la rete idrica artificiale minore (cioè quella che di norma può essere sottoposta a queste pratiche intensive di manutenzione idraulica) è composta prevalentemente da Ciprinidi di acque calme, il cui periodo riproduttivo può estendersi da aprile a luglio, si ritiene opportuno che **gli sfalci, da eseguirsi comunque solo se strettamente necessari, vengano effettuati prima del 20 marzo e dopo il 15 settembre**, sia perché i riproduttori utilizzano i substrati vegetali per la deposizione delle uova, sia perché deve essere garantita agli avannotti una prima fase di accrescimento in assenza di gravi fattori di stress (il materiale movimentato durante gli sfalci, anche se effettuati con barra falciante, è fortemente abrasivo per le superfici respiratorie degli stadi giovanili delle specie ittiche). L'esecuzione degli interventi, anche se effettuata nei periodi indicati, dovrebbe comunque **assicurare la permanenza nel corpo idrico di una significativa percentuale di copertura vegetale (20-30%), in particolare lungo le sponde**; ciò permette quindi di intervenire nella parte centrale del corso d'acqua, pratica che consente di garantire comunque un buon livello di deflusso.



FIG. 3-1 ROGGIA FOLLA

4 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Come già ricordato nei capitoli precedenti, l'area di riferimento è rappresentata dai SIC "Boschi di Vaccarizza" e "Boschi Siro Negri e Moriano" e dal tratto meridionale della ZPS "Boschi del Ticino", con particolare riferimento alla rete idrica di ciascuna area.

4.1 SIC IT2080014 "BOSCHI SIRO NEGRI E MORIANO"

Il SIC IT2080014 "Boschi Siro Negri e Moriano" si estende lungo il corso del Fiume Ticino, interamente in Provincia di Pavia, nella sua porzione centro-settentrionale ed è delimitato a Nord-Est dal ponte dell'Autostrada Milano - Genova (Comune di Zerbolò) e a Sud-Ovest dalle porte della città di Pavia (Comune di Torre d'Isola).

Il SIC si colloca interamente nell'ambito della zona di pianura della Provincia di Pavia, rappresentata da una superficie piatta ed incisa a terrazzi in corrispondenza dei corsi d'acqua, ed ha un'estensione di circa 1350 ha, con un perimetro di 24.885 m (Figura 4-1).

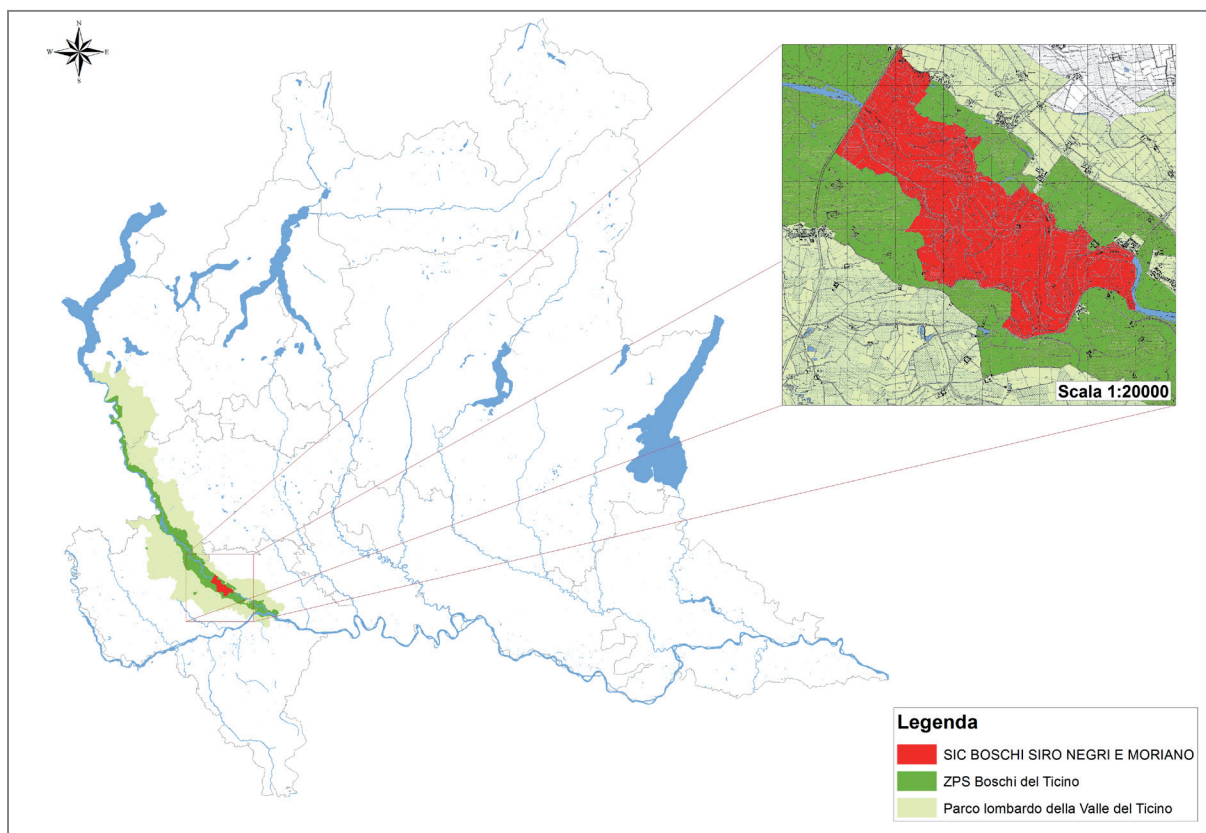


FIG. 4-1 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DEL PARCO DEL TICINO E DEL SIC "BOSCHI SIRO E MORIANO"

L'Ente gestore è il Parco Lombardo del Ticino ed il SIC si estende nei territori amministrativi dei Comuni di Bereguardo, Zerbolò, Torre d'Isola e Carbonara al Ticino, ma il comune in cui ricade la maggior porzione di SIC è Zerbolò.

Il sito comprende l'asta del Fiume Ticino, dall'intersezione con l'autostrada A7 Milano - Genova, in località Boffalora di Bereguardo fino al confine comunale di Torre d'Isola, includendo la porzione di bosco ad esso prospiciente compresa entro l'ansa che descrive il fiume al confine con il Comune di Carbonara al Ticino.

Tale area è compresa nel territorio del Parco Naturale, rientra nella ZPS IT2080301 "Boschi del Ticino" e confina a Nord con il SIC IT2080002 "Basso corso e sponde del Ticino". A Est del sito è presente il SIC IT2080015 "San Massimo", mentre 13 Km circa a valle lungo il corso del Ticino si estende il SIC IT2080019 "Boschi di Vaccarizza" (Figura 4-2).

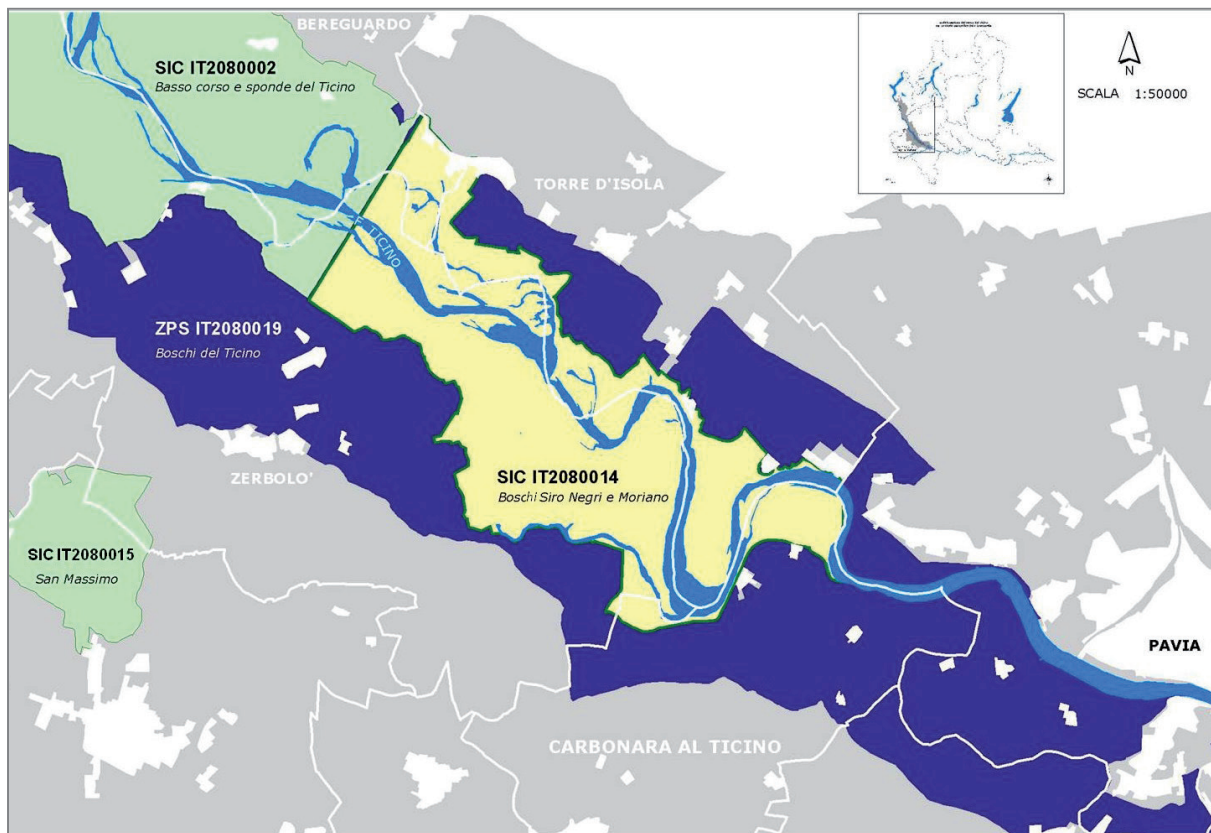


FIG. 4-2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO A LIVELLO COMUNALE DEL SIC "BOSCHI SIRO NEGRI E MORIANO".

Dal punto di vista idrografico, il sito è caratterizzato dalla presenza del Fiume Ticino e da un sistema laterale dello stesso, di cui fanno parte i Canali Mangialoca, Venara e Canarolo. Il Canale Venara, chiamato Mangialoca nel suo tratto più di valle, dopo la confluenza del Canale Mangialocchio, ha origine presso la cascina Sedone (Figura 4-3).

Oltre al Fiume Ticino il SIC comprende i seguenti elementi idrografici di interesse.

Canale Mangialoca, Canale Venara e Canarolo

Il sistema Canale Mangialoca rappresenta uno degli esempi più significativi di ambienti laterali al Ticino che, lasciati in condizioni di relativa naturalità, vanno a costituire interessanti ambienti secondari. L'assetto dei corpi idrici è infatti in larga parte naturale, sia per quanto riguarda l'alveo sia per la discreta fascia ripariale vegetata, con una buona differenziazione dei microambienti, così da rendere le acque idonee ad ospitare una pluralità di specie di interesse ed in particolare una diversificata e ricca comunità ittica.

Questo sistema laterale del Ticino è composto da canali un tempo defluenti dal fiume ed oggi isolati per la realizzazione di difese radenti nel punto di origine, come nei Canali Mangialoca e Canarolo, o di arginature, come nel C. Venara. Attualmente le porzioni iniziali del Mangialoca e del Canarolo presentano caratteristiche di ambienti lentic, che diventano più spiccatamente lotiche a seguito della confluenza del Venara.

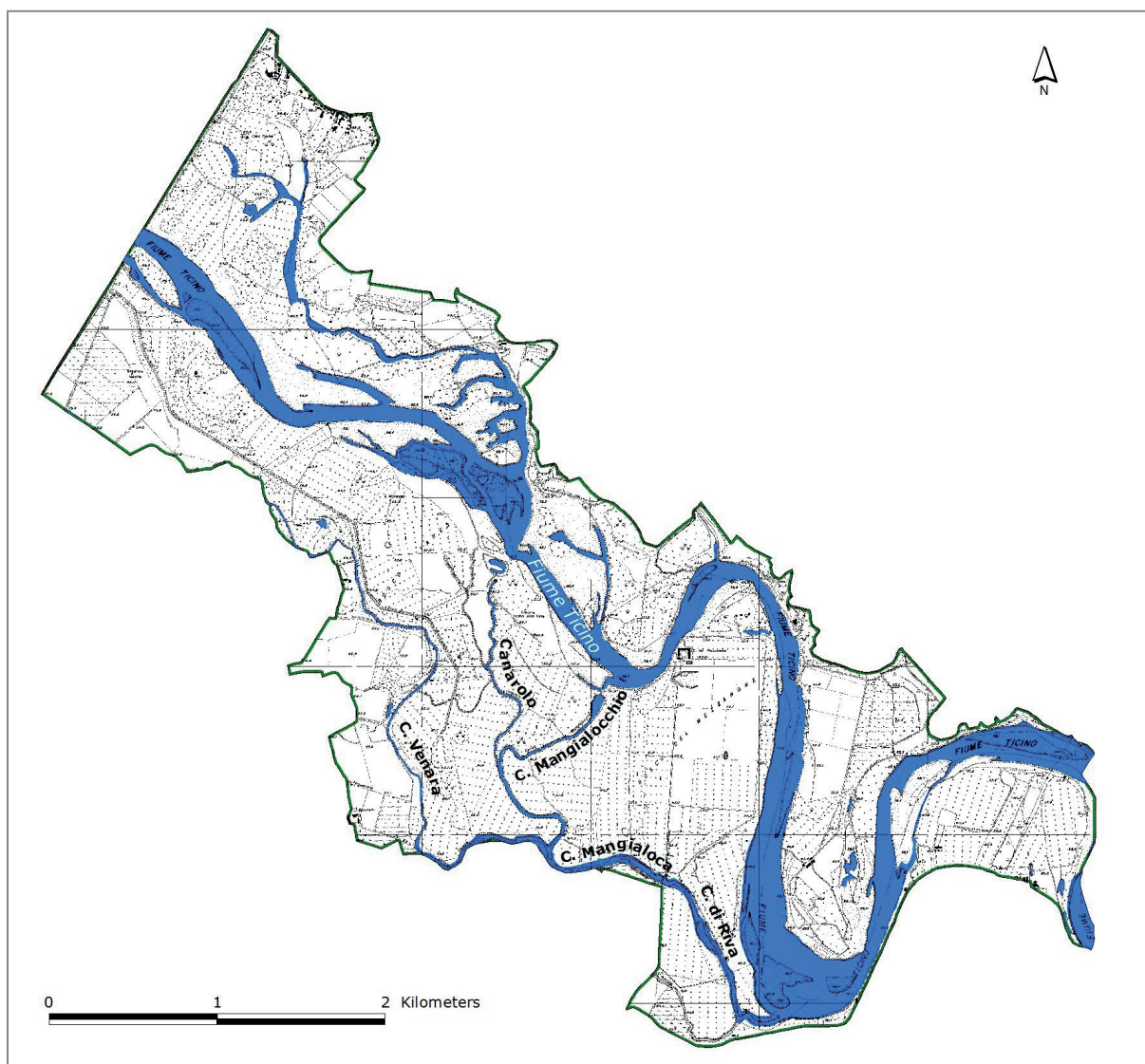


FIG. 4-3 CORSI D'ACQUA PRESENTI ALL'INTERNO DEL SIC

4.2 SIC IT2080019 "BOSCHI DI VACCARIZZA"

Il SIC IT2080019 "Boschi di Vaccarizza" si estende lungo il corso del Po, appena a valle della confluenza col Ticino, e rientra nel territorio del Parco Naturale della Valle del Ticino.

È situato a valle della confluenza Ticino-Po ed è delimitato a Nord-Ovest dal ponte della S.S. 617 Bronese (Frazione Vaccarizza, Comune di Linarolo). Inoltre è collocato nell'ambito della zona di pianura della Provincia di Pavia, quindi caratterizzato da una superficie piatta ed incisa a terrazzi in corrispondenza dei corsi d'acqua.

Il SIC ha un'estensione di circa 465 ha, con un perimetro di 10.768 m e si estende interamente nel territorio amministrativo del Comune di Linarolo (Figura 4-4).

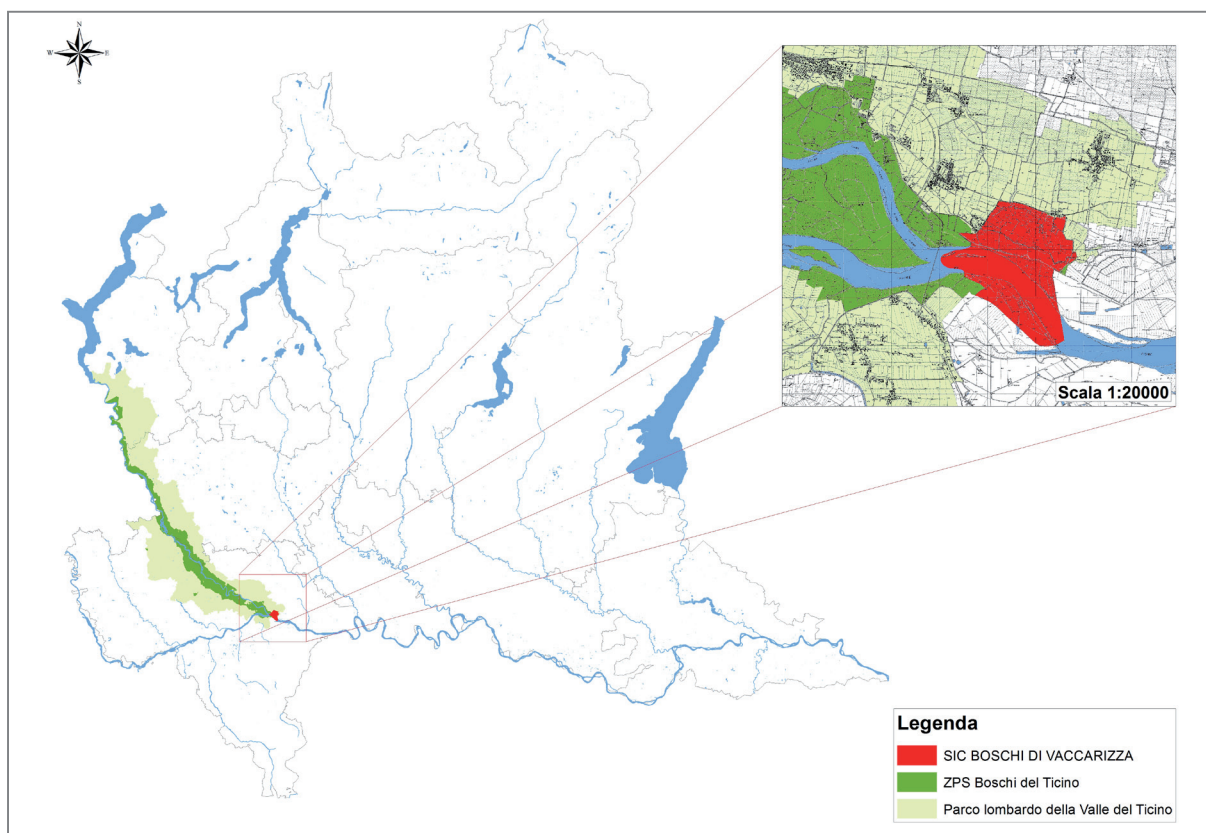


FIG. 4-4. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DEL PARCO DEL TICINO E DEL SIC "BOSCHI DI VACCARIZZA".

Il SIC è compreso nel territorio del Parco Naturale della Valle del Ticino e rientra nella ZPS IT2080301 "Boschi del Ticino" (Figura 4-5).

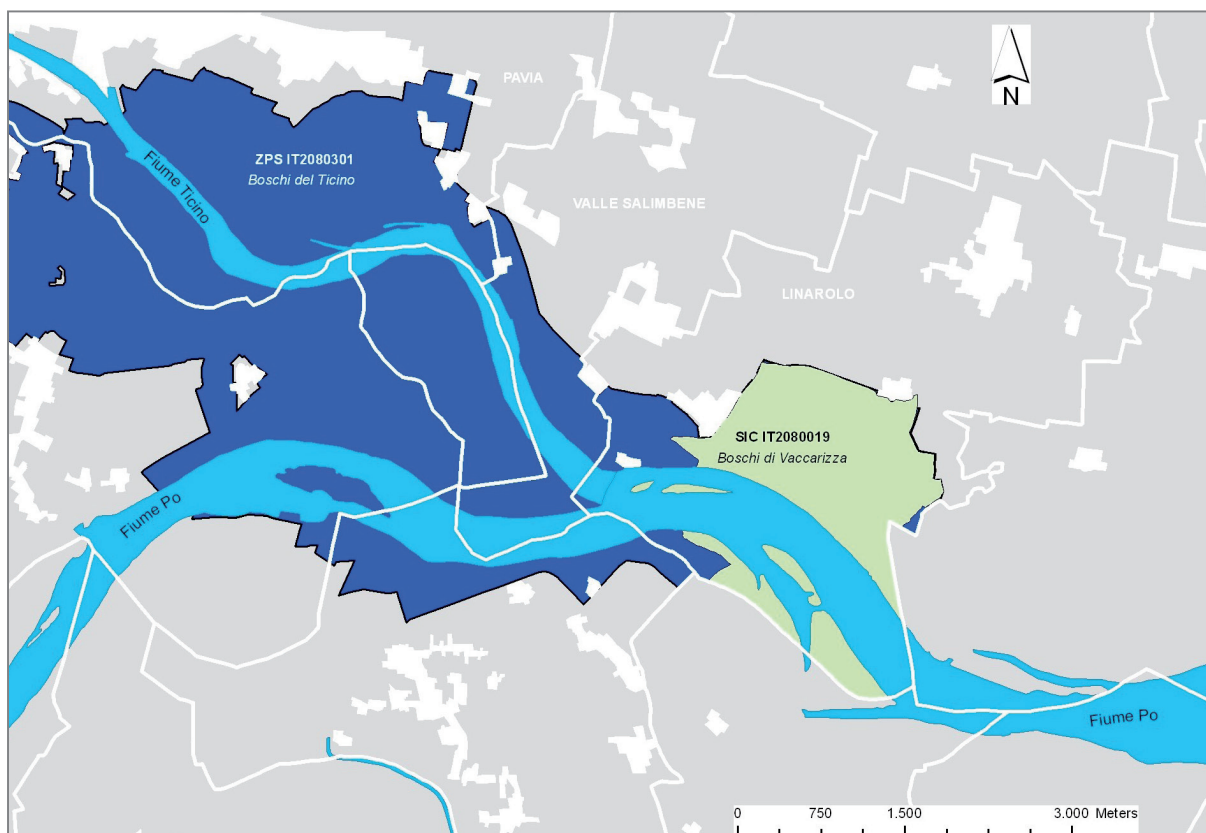


FIG. 4-5. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO A LIVELLO COMUNALE DEL SIC "BOSCHI DI VACCARIZZA".

Dal punto di vista idrografico, il SIC si colloca immediatamente ad Est della confluenza fra Fiume Ticino e Fiume Po e comprende al suo interno anche due rogge: la Roggia Vallone e la Roggia La Fuga (Figura 4-6).

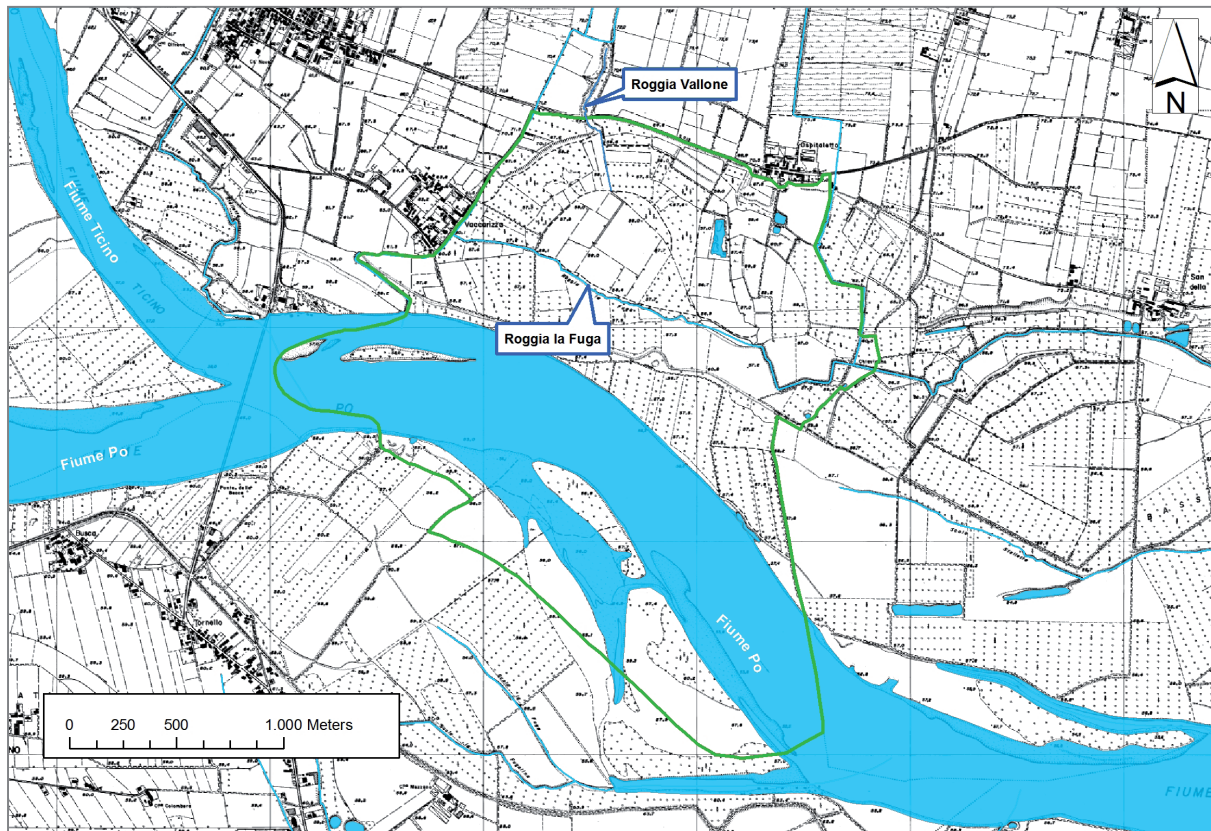


FIG. 4-6 CORSI D'ACQUA ALL'INTERNO DEL SIC

Roggia Vallone

La Roggia Vallone è un piccolo corso d'acqua che origina da sorgenti di terrazzo; nasce infatti da una profonda incisione circa 400 m a nord dell'orlo del terrazzo alluvionale del Fiume Po che delimita il SIC, per poi attraversarlo per un breve tratto prima di entrare nel sistema artificializzato scolante verso la "Lanca del Chiappo". Il terrazzo morfologico è formato da materiale grossolano di origine glaciale e fluvioglaciale (ghiaia e sabbia) che drena l'acqua piovana verso il Fiume Po.

La piccola roggia è attualmente invasa da piante infestanti e necessita di interventi di riqualificazione ambientale, come indicato dal Piano di Gestione del SIC.

Roggia La Fuga

Si tratta di una piccola roggia che attraversa il SIC longitudinalmente. Si origina in corrispondenza del Comune di Vaccarizza ed è il principale tributario della "Lanca del Chiappo".

4.3 ZPS IT2080301 "BOSCHI DEL TICINO" TRATTO MERIDIONALE

La ZPS IT2080301 "Boschi del Ticino" tratto meridionale si sviluppa lungo il corso del Fiume Ticino interamente in Provincia di Pavia, rappresenta la porzione meridionale della medesima ZPS che si estende lungo l'intero corso fluviale ed occupa un'area di circa 6.220 ha.

Il sito è compreso all'interno del Parco Lombardo del Ticino, che ne costituisce anche l'Ente gestore e la parte meridionale, qui considerata, si colloca nell'ambito della zona di pianura della Provincia di Pavia, rappresentata da una superficie piatta ed incisa a terrazzi in corrispondenza dei corsi d'acqua (Figura 4-7).

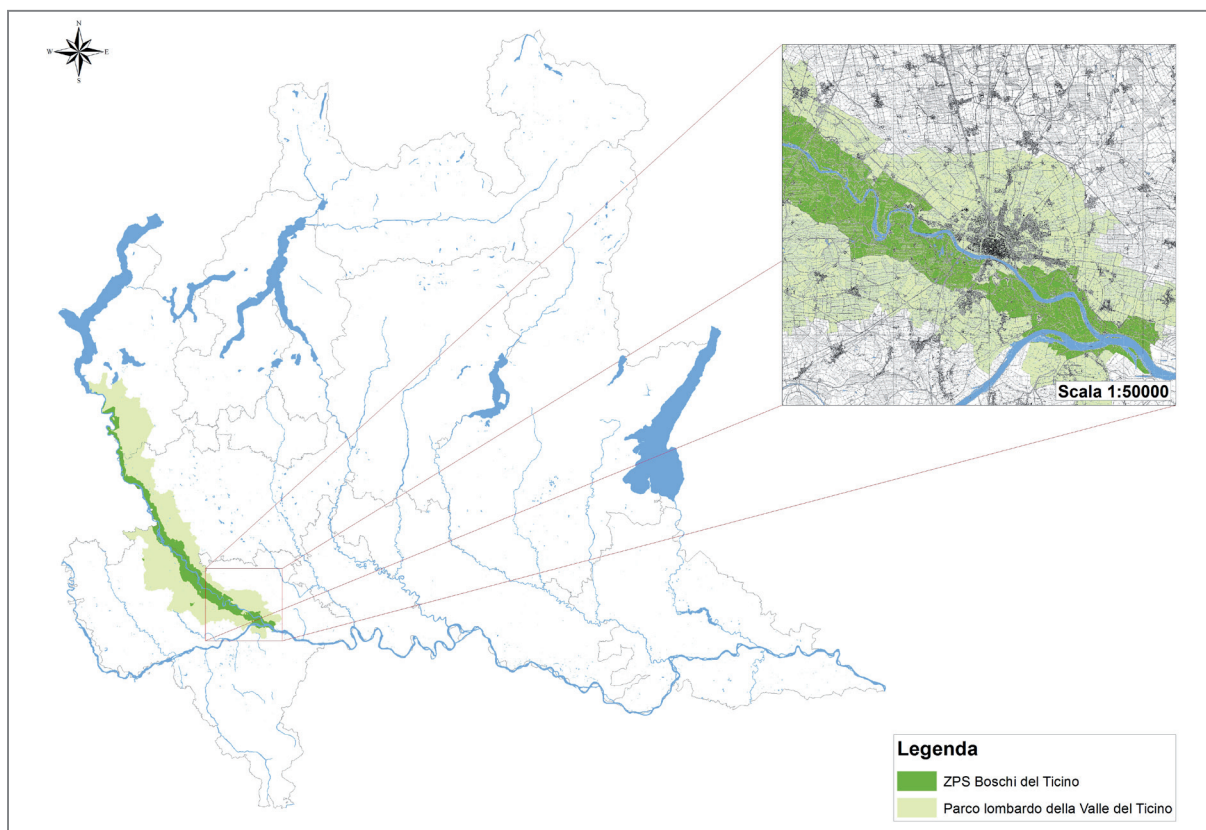


FIG. 4-7 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DEL PARCO DEL TICINO E DELLA ZPS "BOSCHI DEL TICINO" MERIDIONALE

La porzione d'interesse del sito è delimitata a Nord-Ovest dal ponte dell'Autostrada A7 Milano-Genova nel Comune di Zerbolò, mentre a Sud-Est termina in corrispondenza del Comune di Linarolo, subito dopo la confluenza del Ticino nel Po. Essa, quindi, comprende l'asta del Fiume Ticino nei territori amministrativi dei Comuni di Bereguardo, Zerbolò, Torre d'isola, Carbonara al Ticino, Pavia, San Martino Siccomario, Travacò Siccomario, Valle Salimbene, Mezzanino e Linarolo (Figura 4-8).

La rete idrica presente all'interno della ZPS meridionale è caratterizzata dalla presenza del Fiume Ticino e dalla sua confluenza con il Fiume Po, nonché da una fitta rete di acque in massima parte asservite alle esigenze agricole di irrigazione e di scolo. Tra questi corpi idrici vi sono canali e rogge, tra loro interconnessi, di origine e natura diverse (fontanili, rogge, cavi, colatori). Tra i più importanti, alcuni dei quali già citati nei precedenti capitoli, si ricordano il Sistema Canale Mangialoca, il Canale Venara e Canarolo, il Colatore Gravellone, il Canale Gaviola, il Colatore Morasca, la Roggia Vernavola, classificati dal Piano Ittico Provinciale pavese tra le acque di interesse ittico come corpi idrici di pregio potenziale, corpi d'acqua che verranno di seguito sinteticamente descritti.

Deve però essere considerato come questo reticolo idrografico comprenda, oltre ai corpi idrici sopra citati, anche una serie di corsi d'acqua secondari. Gli interventi descritti successivamente nelle schede sono riferiti anche a questi ultimi (che comprendono ad esempio il Navigliaccio, la Roggia Bergonza ed i già descritti Roggia La Fuga e Roggia Vallone).

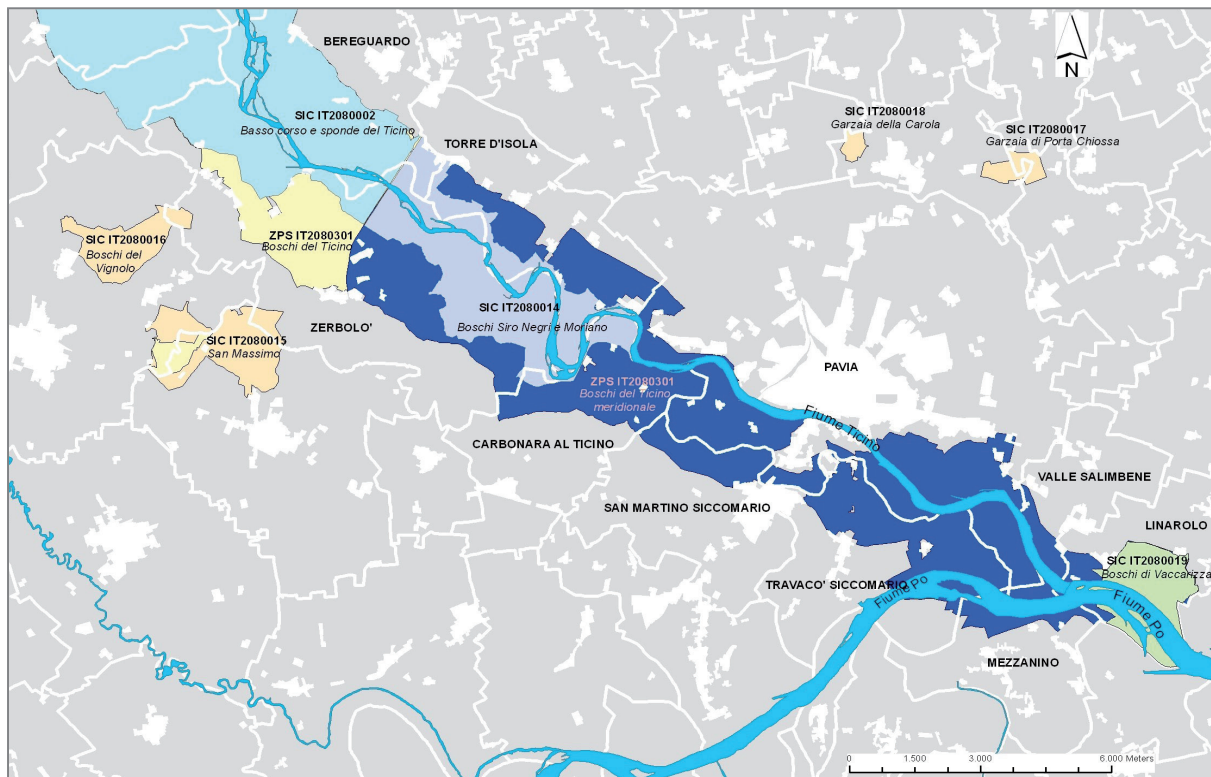


FIG. 4-8 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO A LIVELLO COMUNALE DELLA ZPS "BOSCHI DEL TICINO" MERIDIONALE

Si riporta di seguito una breve descrizione di alcuni dei suddetti elementi idrografici; per il Canale Mangialoca, Canale Venara e Canarolo, si faccia riferimento a quanto riportato nel paragrafo relativo al SIC "Boschi di Vaccarizza".

Colatore Gravellone

Il Gravellone si origina appena sopra il Bosco Grande, a monte di Cascina Foresta ed è alimentato principalmente dal drenaggio operato dall'alveo e da acque di colatura. Scorre per quasi 8 Km a quote comprese tra 57 e 61 m s.l.m. in comune di Pavia e, dopo aver sottopassato l'argine maestro del Ticino, confluisce nel Fiume poco a valle del capoluogo. La larghezza dell'alveo di morbida, quasi coincidente con quello bagnato, è inizialmente di 5 m e arriva a 7-10 m a valle della confluenza del Colatore Morasca. Il flusso è essenzialmente laminare, la sezione trasversale artificializzata con elementi naturali. Il fondo è facilmente mobile e costituito in prevalenza da limo e sabbia. Nell'ambito del già citato progetto Cariplo sono stati realizzati alcuni interventi di deframmentazione e diversificazione sul Gravellone che sono riportati nel capitolo 8, dove viene descritto un caso concreto relativo alla deframmentazione dell'habitat.



FIG. 4-9 COLATORE GRAVELLONE PRIMA DEGLI INTERVENTI DI DEFRAMMENTAZIONE

Canale Gaviola

È un canale laterale della valle del Ticino che origina alla Chiavica della Folla-Criminale, in corrispondenza dell'argine maestro del fiume, dagli scarichi delle omonime rogge. Il Canale Mangialoca ne costituisce il recapito. L'alveo presenta buone caratteristiche, ma la qualità delle sponde è compromessa a causa dell'agricoltura intensiva che si è recentemente spinta sino al corso d'acqua.

Colatore Morasca

La Morasca è un grosso colatore che si origina a monte di Cascina Sabbione e scorre per circa 4,4 Km (a circa 61 m s.l.m.) in comune di Carbonara al Ticino, confluendo nel Colatore Gravellone. Raccoglie le restituzioni irrigue e le risorgenze provenienti da un ampio sottobacino posto al di sotto del terrazzo fluviale del Ticino ed il suo assetto ambientale evidenzia i notevoli rimaneggiamenti determinati dall'uso agricolo intensivo dei territori attraversati, che consistono in una pronunciata semplificazione della struttura morfologica e della fascia ripariale vegetata.

L'ente responsabile delle funzioni di polizia idraulica sul Colatore è il Consorzio di Bonifica Valle del Ticino, che ha recentemente concordato con il Parco del Ticino e la Provincia di Pavia una serie di interventi di manutenzione che prevedono non solo il taglio della vegetazione potenzialmente pericolosa ai fini idraulici ma anche la piantumazione di siepi lungo il canale, in un'ottica di riqualificazione del corso d'acqua stesso.

Colatore Moraschino

Questo colatore (62 m s.l.m.), che origina da risorgenze e da apporti provenienti dalla Roggia Criminale (Carbonara al Ticino), confluisce nel Colatore Morasca dopo un percorso di circa 5 Km. I campi coltivati lo affiancano per tutta la sua lunghezza, andando a occupare parte della fascia contigua all'alveo e rendendola sempre inferiore ai 5 m di ampiezza. La larghezza media dell'alveo bagnato, coincidente con quello di morbida, è di circa 6 m, con flusso laminare, e la sua sezione trasversale è artificializzata, con qualche elemento naturale, per tutto il percorso.

Roggia Vernavola

Si origina come Roggia Laghetto in comune di San Genesio ed Uniti, all'uscita di un tratto tobinato che raccoglie acque provenienti dalla Roggia Carona. Rispetto ad altre acque minori della pianura, per gran parte del suo sviluppo mostra caratteri morfologici di pronunciata naturalità: rilevante sinuosità, presenza di fasce ripariali vegetate, evidente solco vallivo progressivamente degradante verso l'alveo attivo. Dopo aver attraversato l'omonimo parco urbano entra nell'urbanizzato della città di Pavia, dove le caratteristiche ambientali risentono dei condizionamenti antropici, e da qui prosegue all'interno della ZPS di interesse, per poi entrare nell'ambito golenale del Ticino. Il corpo idrico ha carattere prevalentemente laminare, a eccezione del tratto in prossimità della confluenza, che presenta un regime turbolento. La larghezza dell'alveo di morbida, quasi coincidente con quello bagnato, è di 7-8 m nei tratti a valle di Pavia e di 5 m in quelli più a monte, mentre la quota s.l.m. risulta compresa tra 56 e 84 m.

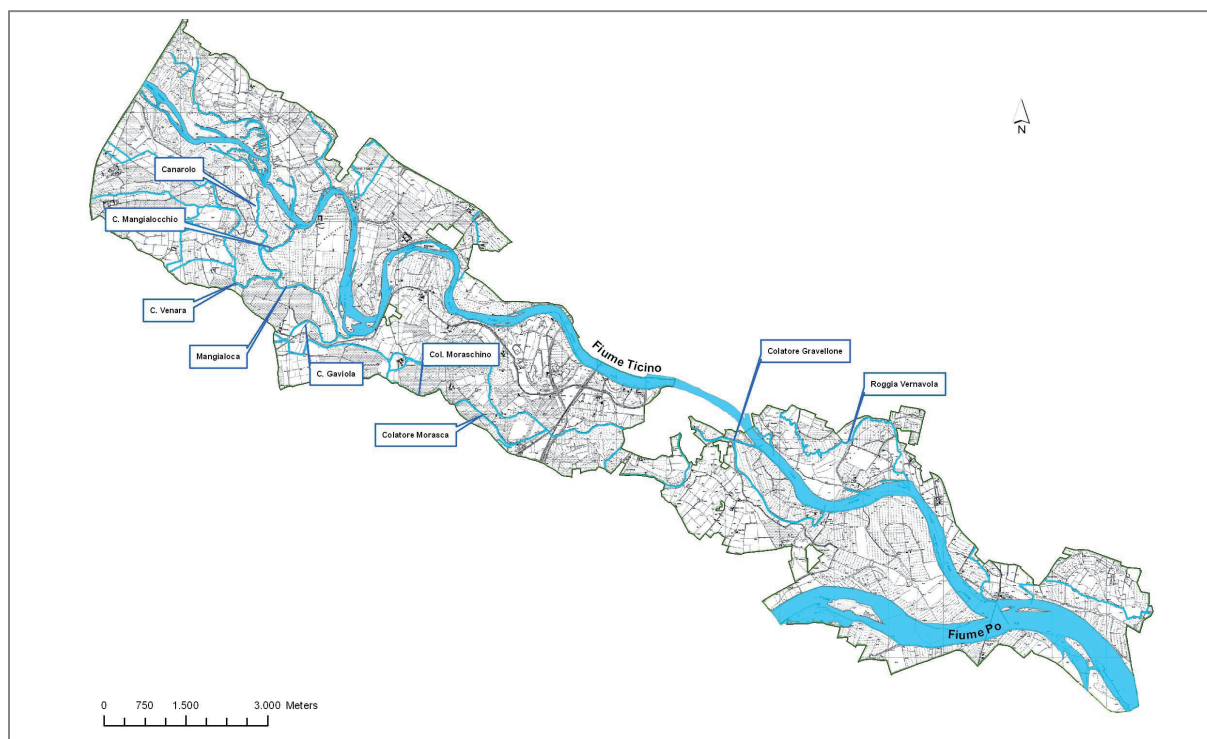


FIG. 4-10 CORSI D'ACQUA PRINCIPALI PRESENTI ALL'INTERNO DELLA ZPS.

5 - LE POTENZIALITÀ ECOLOGICHE DEI CANALI IRRIGUI

La rete dei canali rurali può rivestire un'importante funzione ambientale, come serbatoio di biodiversità e come elemento di connessione ecologica. La loro funzione è legata non solo alla conformazione dell'alveo, ma anche alla presenza di vegetazione spondale ed acquatica, che contribuisce ad incrementare conseguentemente anche il loro valore naturalistico e paesaggistico.

Il complesso sistema di canali irrigui e di bonifica costituisce potenzialmente una rete ecologica di connessione tra gli ambiti golenali a maggiore naturalità, dove scorrono i grandi fiumi presenti nel territorio pavese, nello specifico il Fiume Ticino ed il Fiume Po, ed il piano terrazzato della campagna coltivata; rappresenta quindi un elemento fondamentale sui cui incentrare le azioni di gestione dei SIC pavesi, così che la Rete Natura 2000 possa distribuire in modo sempre più ampio ed efficace all'area vasta la biodiversità di cui è sorgente principale.

La considerazione degli aspetti naturalistici, ecologici e paesaggistici del reticolo irriguo rientra in una più vasta gestione sostenibile delle risorse idriche, dove la centralità dell'approccio ecologico è presente anche nella pianificazione a scala di bacino. Attraverso questo approccio, che mira alla riqualificazione dei corpi idrici, è possibile infatti ripristinare le caratteristiche ambientali e la funzionalità ecologica di un ecosistema, nell'ottica di incentrare gli interventi previsti su un disegno di rete ecologica, con lo scopo di garantire le connessioni tra aree naturali.

In quest'ottica gli interventi considerati nelle schede del Capitolo 6 hanno lo scopo di mantenere, conservare o ripristinare quegli elementi dell'idrografia che possono sia possedere un potenziale intrinseco meritevole di espressione sia fungere da connessioni tra i vari ambienti sottoposti a tutela.

Tali interventi possono contribuire al miglioramento della naturalità e della biodiversità diffusa, poiché i corsi d'acqua artificiali minori, oltre a poter sviluppare propri mesohabitat e microhabitat, costituiscono un reticolo capillarmente distribuito sul territorio; per questa loro caratteristica, soprattutto se come nel caso in questione interessano siti di importanza ambientale, possono svolgere o svolgono funzioni di corridoio ecologico. Questo perché costituiscono o possono costituire **connessioni funzionali** tra le principali e riconosciute valenze ambientali (Aree Natura 2000 ed Aree protette) ed altre aree naturali distribuite spazialmente, svolgendo un ruolo determinante nel mantenimento o nel potenziamento dell'efficienza del sistema ecologico a rete.

I canali irrigui possono essere rappresentati come elementi lineari che permettono un collegamento fisico tra gli habitat, costituendo, a loro volta, habitat potenziali disponibili per la fauna.

La funzione di connessione ecologica dei canali rurali è associata sia alla presenza di vegetazione lungo le sponde sia

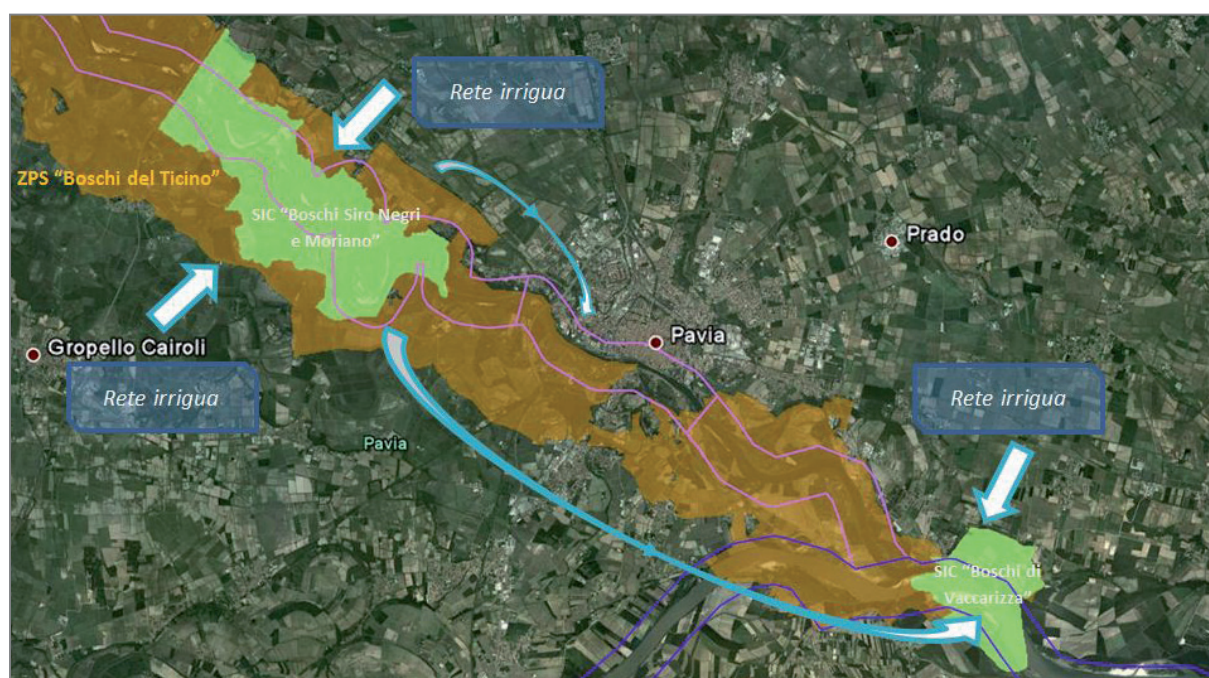


FIG. 5-1. LE POTENZIALI CONNESSIONI ECOLOGICHE DELLA RETE IRRIGUA NELL'AREA DI INTERVENTO (FONTE: GOOGLE EARTH E CARTOGRAFICA DELLA REGIONE LOMBARDIA)

alla presenza nel corpo idrico di habitat idonei alla fauna acquatica che li popola. Concentrando in parte l'attenzione sulla componente vegetale, i corridoi ecologici potenziali possono essere costituiti da:

- sistemi di siepi e fasce arboree ed arbustive, all'interno di una matrice prettamente agricola;
- fasce arboree ed arbustive che corrono lungo i canali rurali.

Si tratta quindi di canali rurali e corsi d'acqua con annessa vegetazione arboreo-arbustiva, solitamente collocati all'interno di un territorio fortemente agricolo, che possono fungere da corridoi ecologici, anche per la presenza d'acqua al loro interno.

Nell'ambito degli elementi primari d'importanza naturalistica quali sono i due SIC, la ZPS meridionale ed il Parco Regionale e Naturale del Ticino, i canali rurali, come elementi della rete ecologica, possono incidere positivamente sulla connettività delle aree naturali e della tutela delle biocenosi (Figura 5-1).

In questo contesto, una gestione più sostenibile dei canali rurali, può contribuire alla salvaguardia della biodiversità all'interno del territorio di interesse.

Nello specifico, l'area indagata ricade all'interno della pianura pavese e indicativamente comprende i territori tra Bereguardo e Linarolo. La **RER lombarda**, approvata con DGR del 30 Dicembre 2009 n. VIII/10962, descrive la zona come prevalentemente agricola (coltivazioni di mais, riso, pioppeti), solcata da un fitto reticolo di canali irrigui, la cui acqua proviene per la maggior parte dal Ticino attraverso opere di derivazione situate molto più a monte; tuttavia, l'area intercetta anche acque interessate da scarichi urbani, agricoli e industriali del territorio collocato fra Pavia e Milano, con locali problemi di qualità. Oltre ai campi coltivati, il territorio si caratterizza per la presenza di aree di pregio naturalistico come ad esempio boschi igrofili di ontano nero e biotopi di rilevante interesse per la nidificazione degli Ardeidi coloniali, nonché ecosistemi golenali, ancora in gran parte integri e solo marginalmente interessati da opere di regimazione idraulica, anche se in corrispondenza di Pavia l'alveo del fiume subisce una brusca e artificiale strozzatura, che ne compromette in parte la funzionalità. Inoltre l'espansione dell'urbanizzato nelle aree circostanti la città sta bloccando gran parte delle linee di connettività ecologica longitudinale della valle fluviale, al punto che la zona della confluenza fra il fiume Po e il Ticino rischia di essere insularizzata.

Tra le indicazioni per l'attuazione della rete ecologica regionale in riferimento agli elementi di primo e secondo livello, vengono citati la conservazione della continuità territoriale, il mantenimento delle zone umide residue e del reticolo di canali irrigui, il mantenimento del reticolo di canali e gestione della vegetazione spondale con criteri più naturalistici, la conservazione e il consolidamento delle piccole aree palustri residue. Tutte queste azioni sono perfettamente coerenti con le misure adottabili nella gestione dei canali irrigui descritte in questo manuale.

La **Rete Ecologica del Parco del Ticino** (pubblicata dal Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino, 2005) include il territorio in una vasta zona agricola, caratterizzata dalla presenza della matrice principale del Fiume Ticino. Tra gli elementi della Rete Ecologica di riferimento, compaiono le fasce per consolidare e promuovere i corridoi ecologici principali e secondari, barriere infrastrutturali e varchi da preservare e in cui realizzare interventi per il potenziamento della connettività della Rete Ecologica.

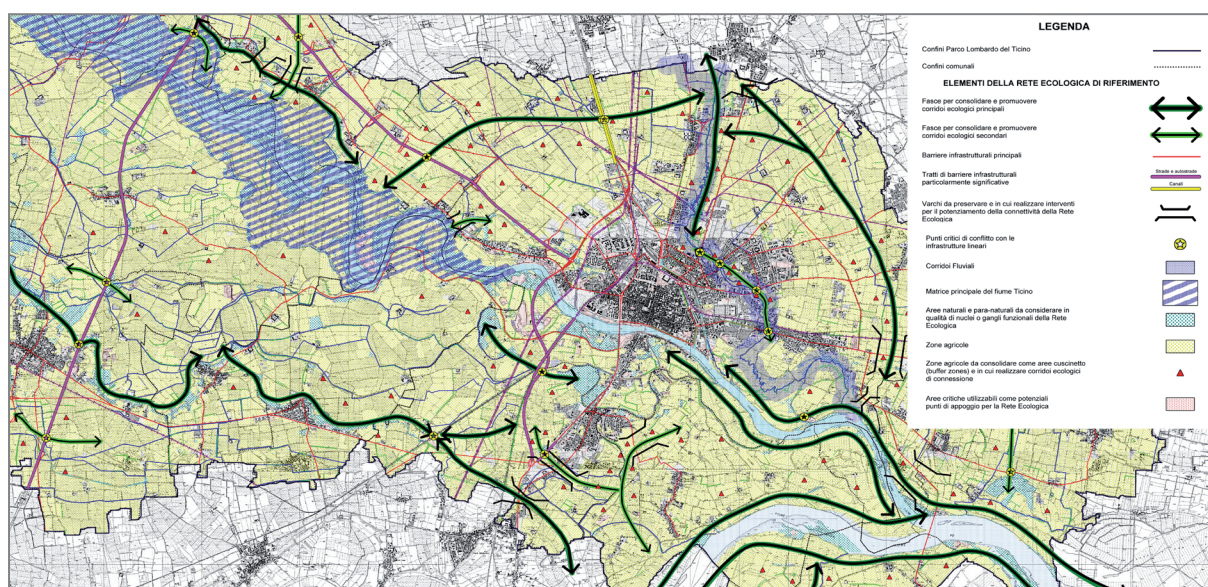


FIG. 5-2 . ESTRATTO DALLA TAV. 5 DELLA CARTA DELLA RETE ECOLOGICA DEL PARCO DEL TICINO "PROGETTO PER LA DEFINIZIONE DELLA RETE ECOLOGICA POTENZIALE DEL PARCO DEL TICINO".

In termini di miglioramento della connettività ecologica è opportuno applicare le misure proposte anche in funzione della gran varietà di specie animali e vegetali che popolano queste aree protette: la diversificazione degli ambienti all'interno del Parco ha permesso la conservazione e l'insediamento di numerosi pesci, anfibi, rettili, mammiferi ma soprattutto uccelli, tra cui l'Airone, la Garzetta, il Germano Reale, lo Svasso, il Falco pellegrino e il Gufo di palude. Questa elevata biodiversità è determinata dall'unicità dei luoghi che sono caratterizzati da habitat di notevole pregio naturalistico con valenze vegetazionali consistenti (essenze tipiche degli ambienti di pianura come la Quercia, il Nocciolo, il Pioppo), all'interno dei quali può trovare rifugio e sostentamento la fauna locale. Per ulteriori dettagli in merito al valore faunistico dell'area si faccia riferimento ai formulari standard della Rete Natura 2000 per i SIC "Boschi di Vaccarizza" e "Boschi Siro Negri e Moriano" e per il tratto meridionale della ZPS "Boschi del Ticino", in particolare per le specie di interesse comunitario (Allegato I della Direttiva 79/409/CEE per l'avifauna e Allegato II della Direttiva 92/43/CEE per quanto concerne mammiferi, anfibi, rettili, pesci, invertebrati e piante).



FIG. 5-3. AIRONE ROSSO

6 - SCHEDE TIPOLOGICHE

Per quanto concerne gli interventi che determinano il mancato pregio naturalistico della rete irrigua, si annoverano:

- il mantenimento di un assetto semplificato del tracciato e della sezione trasversale degli alvei, tipicamente rettilinei e a geometria trapezia, con conseguente assenza degli elementi di differenziazione ecologica di norma associati alla sinuosità dello sviluppo longitudinale;
- la stabilizzazione delle sponde con rivestimenti e protezioni, che spesso ne pregiudica la funzionalità per la colonizzazione da parte di cenosi acquatiche e terrestri;
- la rimozione o la riduzione della vegetazione sulle sponde ed in alveo;
- gli interventi di gestione meccanica dei sedimenti.

Sono molteplici, oltre a quelli sopracitati, gli interventi su canali e rete idrica che mantengono l'artificializzazione del sistema irriguo, ma quelle considerate sono azioni che determinano effetti diretti sulle componenti animali e vegetali, oltre che sulla morfologia del corso d'acqua.

I piani di manutenzione e di gestione dei canali in un'ottica ecocompatibile devono considerare anche la situazione ecologica presente o potenzialmente raggiungibile per i singoli canali irrigui della rete rurale, valutando anche sotto il profilo ecologico e gestionale tali interventi.

A titolo esemplificativo può essere valutata la crescita di vegetazione in alveo e sulle sponde, differenziata in base al grado di antropizzazione subito dal canale: nei canali completamente naturali, s'insedia la tipica vegetazione naturale, in base alla loro ecologia, dipendente fortemente dall'umidità del suolo e la zonazione verticale della vegetazione si trasforma completamente in base alla tipologia di intervento effettuato. Interventi manutentivi possono essere focalizzati in questo caso sulla promozione della successione vegetazionale sulle sponde ed in alveo.

Inoltre l'ampiezza della vegetazione arborea-arbustiva sulle sponde assume importanza per il tipo di habitat che costituisce questi ambienti, in cui di solito sono associati solamente filari monospecifici, o costituiti da poche specie e non fitte fasce ripariali, come accade per i corsi d'acqua naturali dove la vegetazione presenta anche ampiezze significative.

Anche in termini di funzionalità ecosistemica si deve considerare il contributo non trascurabile alla riduzione dell'inquinamento dato dalle superfici spondali popolate da vegetazione. La fascia ripariale dei corsi d'acqua è in grado di ridurre la concentrazione di inquinanti apportati a valle: trattasi di un naturale processo di depurazione che avviene ad opera di organismi animali e vegetali che, attraverso processi fisici, chimici e biologici (filtrazione, assorbimento, assimilazione da parte degli organismi vegetali e degradazione batterica) riduce l'apporto di sostanze derivanti dalle attività antropiche e, in questi contesti, anche dall'agricoltura; i terreni agricoli immediatamente a ridosso dei canali costituiscono una fonte diffusa di "nutrienti" (azoto e fosforo in particolare) che, giungendo alle acque, possono causare la crescita abnorme di alghe e piante acquatiche (eutrofizzazione). Se di adeguate dimensioni, le fasce riparie sono anche in grado di costituire strutture utili al miglioramento della connettività ecologica del territorio.

Le zone d'ombra sono habitat indispensabili alla vita di molti pesci: agendo da schermo visivo forniscono all'ittiofauna delle zone rifugio dai predatori. Inoltre l'ombreggiatura esercitata da una siepe localizzata sul ciglio superiore di un fosso rallenta la crescita delle erbe sottostanti, riducendo drasticamente gli sfalci.

La diminuzione dei nutrienti in acqua da una parte e gli effetti benefici dell'ombreggiatura dall'altra, permettono una gestione dei canali irrigui più semplice ed economica, in quanto la fasce tampone, riducendo le sostanze apportate a valle, riducono il rischio di eutrofizzazione del corpo idrico e di conseguenza la crescita di vegetazione che può interferire con il normale deflusso idrico. Allo stesso modo anche le zone d'ombra limitano la crescita di erbe infestanti permettendo così di intervenire con minor frequenza sul taglio vegetazionale spondale, con notevoli vantaggi in termini gestionali.

I canali, inoltre, svolgono importanti funzioni ecologiche per la fauna legata all'ambiente acquatico, offrendo peraltro habitat, rifugio e nutrimento non solo per la fauna ittica, ma anche per molte specie terrestri. Interventi come la realizzazione di buche artificiali, di ricoveri sottosponda o di opere legate alla diversificazione degli habitat fluviali permettono di creare nuovi ambienti utilizzabili dall'ittiofauna come zone rifugio, di sostentamento e di riproduzione in quanto vanno a ricostruire idonei siti per lo svolgimento di tali attività. Il miglioramento degli habitat fluviali

ha effetti positivi sulle biocenosi prettamente acquatiche, che potenzialmente possono costituire la dieta di molti predatori naturali terrestri, i quali possono, a loro volta, trovare rifugio all'interno delle fasce riparie a ridosso dei canali. Inoltre gli interventi intrapresi per il miglioramento delle condizioni dei canali artificiali ricostituiscono habitat adatti a permettere lo svolgimento di parte del ciclo biologico di anfibi e rettili.

L'importanza degli effetti che queste misure possono avere sulla gestione del reticolo idrico artificiale è notevole, pertanto vengono successivamente presentate alcune proposte di intervento per la gestione sostenibile dei canali irrigui, con indicazioni pratiche di rinaturazione, diversificazione e miglioramento ambientale. Si tratta di interventi e di modalità di gestione riguardanti i corpi idrici di interesse per il presente manuale.

Le schede successivamente presentate sono state suddivise innanzitutto in base alla collocazione dell'intervento stesso, nello specifico in:

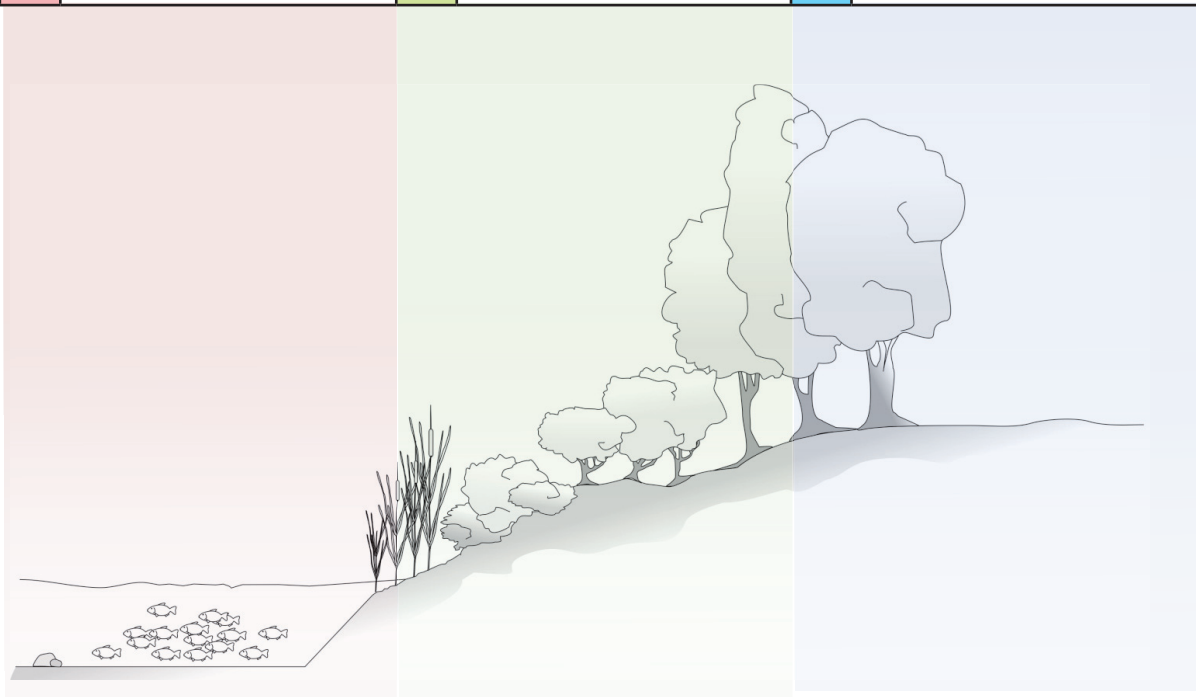
- interventi sulle fasce perifluviali;
- interventi sulle sponde;
- interventi in alveo.

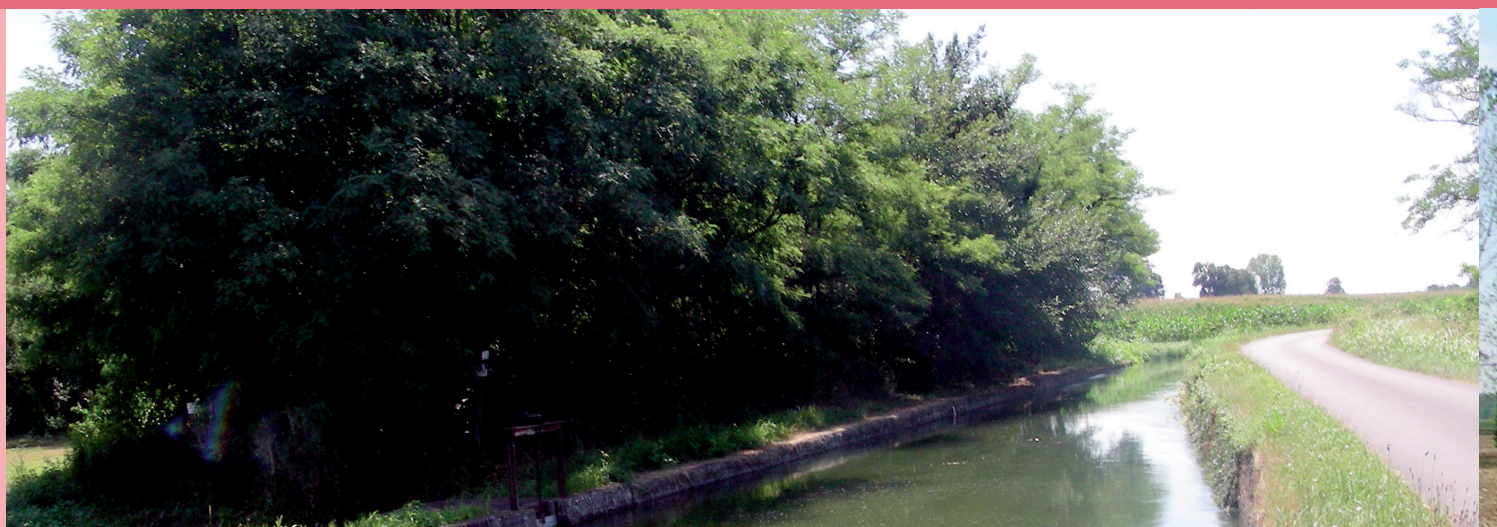
Ad ogni intervento è stato associato un numero progressivo e le schede sono state strutturate in quattro sezioni, come di seguito presentato:

- **descrizione:** vengono presentate le principali caratteristiche descrittive dell'intervento;
- **dove si applica:** è descritta la localizzazione dell'intervento;
- **finalità ed effetti sulle biocenosi:** sono riportati i principali obiettivi dell'intervento di progetto, con attenzione particolare alle biocenosi direttamente interessate.

Quella che segue costituisce la tabella riepilogativa delle schede tipologiche nei vari comparti che caratterizzano l'ambiente fluviale.

Interventi sulle fasce perfluviali		Interventi sulle sponde		Interventi in alveo	
A1	Creazione di fasce tampone	B1	Gestione degli sfalci della vegetazione sulle sponde	C1	Realizzazione di buche artificiali
A2	Creazioni di siepi e filari perfluviali	B2	Formazione di canneti e cariceti e posa di rulli di elofite	C2	Posa di massi in alveo
A3	Gestione degli sfalci della vegetazione sulle fasce	B3	Fascine di salici e fascine sommerse	C3	Realizzazione di pennelli
		B4	Copertura diffusa con astoni	C4	Posa di semitronche in alveo
		B5	Palificata spondale	C5	Ricoveri sottosponda
		B6	Scogliere in massi rinverdite	C6	Deflettori e costrittori
		B7	Argini antinutria	C7	Creazione di bacini laterali, lanche e casse d'espansione
		B8	Mantenimento/ripristino della continuità longitudinale lungo la fascia riparia, in corrispondenza di sottopassi	C8	Rivitalizzazione di canali abbandonati e lanche interrante
				C9	Tutela e ripristino dei fontanili
C10	Gestione degli sfalci della vegetazione acquatica in alveo				
C11	Gestione delle asciutte parziali				
				C12	Gestione delle asciutte totali
				C13	Trappole per sedimenti
				C14	Creazione di un alveo di magra al centro del canale





Descrizione: la fascia tampone rappresenta una zona di passaggio dall'ecosistema acquatico a quello terrestre. Tale fascia è solitamente costituita da specie igrofile, il cui sviluppo è influenzato dalla vicinanza degli apparati radicali all'acqua. Può essere realizzata per una vera e propria "rinaturazione", e in questo caso è strutturata da formazioni che si insediano in successione dal limite esterno dell'alveo di magra. La prima formazione è quella di greto, all'interno dell'alveo di morbida, colonizzato da specie erbacee pioniere che tollerano la frequente interazione con la corrente. Nell'alveo di piena possono essere insediate formazioni legnose arbustive riparie, a predominanza di salice ed ontano. Spostandosi verso l'esterno si insediano invece le formazioni arboree riparie, con specie arboree in grado di tollerare, seppur in modo diverso, anossia radicale e periodi di sommersione (pioppi, frassini, olmi). Di norma il loro ruolo è però quello di contenere l'inquinamento diffuso di origine agricola intercettando il carico di nutrienti proveniente dagli appezzamenti e drenato dai corsi d'acqua.

Dove si applica: per la rinaturazione la vegetazione prevista per le fasce ecotonali è insediata all'interno dell'alveo di morbida (per quanto concerne la vegetazione di greto) ed all'interno dell'alveo di piena, esterno a quello di morbida. Tali fasce possono essere previste in canali di una certa dimensione, in cui può essere favorito l'insediamento di vegetazione riparia naturale. Per il contenimento dell'inquinamento di corpi idrici "canalizzati" le fasce tampone vanno realizzate in fregio agli alvei incisi, avendo cura di eliminare tutti i sistemi di drenaggio superficiale provenienti dagli appezzamenti contigui. Il mantenimento di tubi o canalizzazioni che recapitano le acque irrigue o meteoriche direttamente al corpo idrico scolante rende infatti ininfluente la presenza della fascia tampone.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: le fasce tampone hanno la funzione di abbattere il carico inquinante in ingresso negli ecosistemi acquatici dagli appezzamenti agricoli, migliorando al contempo la qualità delle acque. Rappresentano inoltre una connessione del corpo idrico con gli habitat terrestri ed offrono un habitat a disposizione per la fauna mediante l'utilizzo di vegetazione erbacea ed arboreo-arbustiva. Se l'inquinante da intercettare è esclusivamente azoto, è possibile realizzare solamente dei filari di fasce tampone arboreo-arbustivi, in cui gli apparati radicali intercettano i deflussi sub-superficiali. Se all'azoto si aggiungono anche altri inquinanti, è preferibile utilizzare una fascia composita, costituita da una fascia erbacea in grado di rallentare il deflusso e da una siepe monofilare arboreo-arbustiva.



FIG. 6-1 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DI UNA FASCIA TAMPONE.



Descrizione: i filari sono formazioni vegetali ad andamento lineare, a fila semplice o doppia, composta da specie arborea ad alto fusto e/o a ceduo semplice. Le siepi sono invece strutture composte da più specie vegetali, poste a distanza irregolare e disposte su più file, con uno sviluppo verticale a più strati, dove la ricezione della luce non avviene solo dall'alto, ma anche dai lati fino al livello del terreno, consentendo in tal modo anche lo sviluppo laterale di foglie e germogli. Come specie da privilegiare si consigliano quelle indicate dal PSR misura 216 (Investimenti non produttivi), ossia Ontano nero, Salice grigio, Salice bianco, Farnia, Carpino bianco, Acero campestre, Pioppo bianco, Pioppo nero.

Dove si applica: per le caratteristiche lineari di siepi e filari, in file semplici o doppie, possono essere collocate lungo le sponde dei corpi idrici, anche appartenenti alla rete secondaria. Sono inoltre presenti a delimitazione degli appezzamenti agricoli, con sviluppo a partire dal corso d'acqua. Per facilitare la manutenzione dei canali, è necessario avere almeno una sponda libera che garantisca l'accessibilità con i mezzi.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: le siepi ed i filari hanno la funzione di incrementare la biodiversità vegetale negli ambienti spondali in zone agricole, favorire l'ombreggiamento dei corsi d'acqua per ridurre il riscaldamento estivo delle acque e per limitare lo sviluppo eccessivo della vegetazione acquatica. Creano inoltre un corridoio ecologico lineare che corre parallelo ai corsi d'acqua o lungo gli appezzamenti.

Rappresentano anche una componente paesaggistica che contribuisce a migliorarne la visuale. In questo caso, la connessione con il corso d'acqua è meno importante e la funzionalità ecologica è legata più alle fasce periferuviali che al canale stesso.

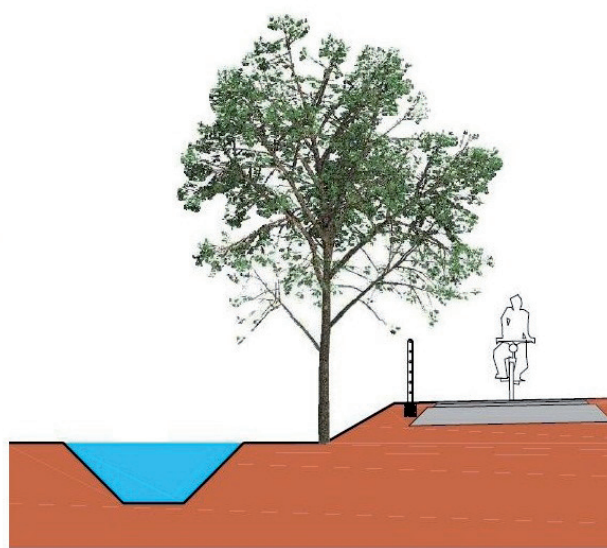
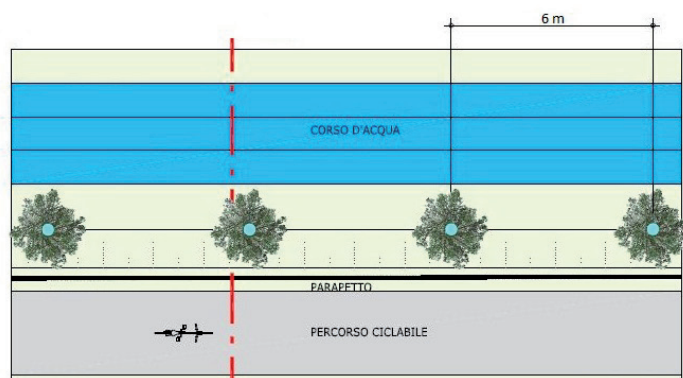


FIG. 6-2 SCHEMA TIPO DI UN FILARE ARBOREO SU SPONDA DI CANALE ARTIFICIALE (PLANIMETRIA E SEZIONE)



Descrizione: considerata la necessità di garantire siepi e fasce boscate lungo i corpi idrici, tra i quali i canali irrigui, può essere necessario asportare la vegetazione "indesiderata" o invasiva. Le specie esotiche ed invasive (*Robinia pseudoacacia* e *Ailanthus altissima*) possono infatti creare problemi sia alla stabilità delle sponde che alla biodiversità (competendo con le specie autoctone). L'intervento deve quindi prevedere l'asportazione selettiva, con mezzi idonei, del materiale vegetale invasivo sopracitato, e di quello "indesiderato" (ramaglia secca e piante adulte pericolanti che potrebbero, dopo eventuale schianto, ostruire la sezione di deflusso). Allo stesso modo deve essere favorita, con interventi di manutenzione, la rinnovazione naturale delle specie autoctone (ontano, pioppo, salice e frassino principalmente).

Dove si applica: lo sfalcio selettivo sulle fasce ripariali si opera essenzialmente nei primi metri a ridosso delle sponde dei canali irrigui, laddove si riscontrino esigenze di prevenzione della formazione di ostacoli al deflusso. Nel caso di fasce riparie poco estese, gli interventi di sfalcio non devono essere così radicali, tali da compromettere la funzionalità ecologica delle formazioni arboreo-arbustive presenti.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: lo sfalcio sulle fasce ripariali dei canali irrigui ha come fine il controllo della vegetazione infestante e al contempo deve garantire lo sviluppo della vegetazione autoctona. Inoltre evita situazioni di ostruzione della sezione idraulica da parte di individui pericolanti. Il controllo delle specie invasive ha effetti positivi sulle biocenosi in quanto garantisce la permanenza di habitat caratterizzati da specie autoctone.



FIG. 6-3 VEGETAZIONE SPONDALE



Descrizione: per mantenere invariata l'efficienza idraulica dei canali artificiali, sono necessari periodici interventi di rimozione della vegetazione spondale. La vegetazione erbacea ripariale, se costituisce un ostacolo alle normali pratiche di manutenzione, può essere sfalciata manualmente (per interventi contenuti) o meccanicamente su superfici più estese. I rilevati arginali sono generalmente sfalciati con decespugliatrici idrauliche montate su trattore; riguardo alle sponde è da evitare però l'eliminazione totale della vegetazione (lasciando macchie di vegetazione erbacea al fine di costituire spazi e rifugi per la fauna), nonché l'utilizzo di mezzi che triturino anche le radici o smuovano il terreno: è infatti sufficiente lo sfalcio a circa 5-10 cm da terra mediante l'applicazione di appositi tamburi distanziatori.

Dove si applica: gli interventi sopra indicati vanno applicati sulle sponde dei corpi idrici irrigui, nei tratti in cui l'ingombro dovuto alla vegetazione pregiudica il deflusso delle portate di cui va garantito il transito. Dove la capacità idraulica dell'alveo lo consente il taglio della vegetazione spondale della rete irrigua deve essere effettuato solo su una delle due sponde, in modo alternato nel tempo e nello spazio, al fine di garantire la permanenza di habitat idonei

per specie vegetali ed animali. Infine è opportuno lasciare intatta almeno una superficie pari ad un terzo dell'habitat gestito.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: pur assicurando il mantenimento dell'efficienza idraulica del corpo idrico, se gli interventi sono effettuati su piccola scala e con modalità tecniche ecologicamente più corrette, le popolazioni faunistiche sopravvivono rifugiandosi in ambienti simili vicini; la funzionalità ecologica è elevata nei riguardi del corso d'acqua, vista la forte connessione con il corpo idrico. Infine la vegetazione sulle sponde può esercitare un importante ruolo tampone sia per le acque di falda sia per le acque del canale, nel caso in cui i terreni agricoli limitrofi drenino direttamente verso il canale.

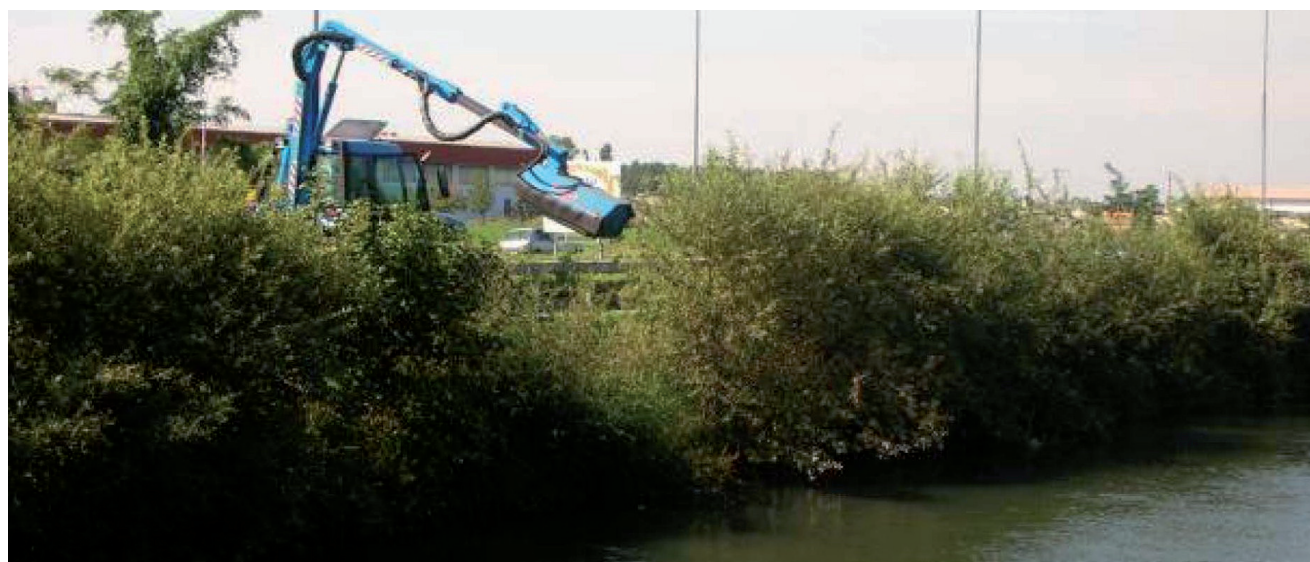


FIG. 6-4 LAVORI DI SFALCIO LUNGO LE SPONDE



Descrizione: l'introduzione di canneti e cariceti avviene con il rimodellamento dell'alveo, creando un gradino a una quota inferiore rispetto al livello medio del corpo d'acqua, per rallentare il deflusso. L'utilizzo di elofite può essere previsto anche per la posa di rulli, costituiti da rotoli di rete metallica, riempiti con terra e rizomi, oltre a materiale lapideo per impedire il galleggiamento. I rulli sono inoltre fissati a terra mediante paletti. Il materiale vegetale può essere raccolto in natura, manualmente o con escavatori, sotto forma di cespi di 20-30 cm di diametro.

Dove si applica: i rulli devono essere disposti longitudinalmente alla direzione di deflusso e possono essere impiegati per delimitare aree laterali a bassa sommersione e velocità limitate o al piede delle sponde, anche in associazione con altre forme di protezione. Fasce di canneto e cariceto possono essere disposte sulle sponde del corpo idrico, in vicinanza anche di appezzamenti agricoli.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: la formazione di canneti e cariceti può aumentare la capacità autodepurativa dei corsi d'acqua, permettendo al contempo il consolidamento della sponda. Rappresenta inoltre un habitat per la sosta e la nidificazione dell'avifauna acquatica. Nel caso di sponde soggette a periodi di sommersione prolungati, è meglio impiegare specie adatte che sopravvivano in condizioni anossiche, come gli ambienti sommersi.



FIG. 6-5 POSA DI RULLI SPONDALE DI CANNETO CON PALI IN CASTAGNO.



FIG. 6-6 CONSOLIDAMENTO SPONDALE CON RULLI DI ELOFITE.



Descrizione: le fascine di salici e le fascine sommerse sono entrambe opere di stabilizzazione lineare per il consolidamento al piede di sponde di qualunque corpo idrico. Le fascine vengono legate in più punti e poi infisse nel terreno con picchetti di legno. Grazie all'impiego di materiale vivo, lo sviluppo radicale contribuisce a migliorare l'effetto di consolidamento, che si rafforza con la crescita.

Dove si applica: le fascine sommerse sono idonee soprattutto alla protezione al piede della scarpata, mentre le fascine vive di salice proteggono scarpate di rive con pendenze ridotte, esposte ad alte sollecitazioni. Vengono solitamente realizzati in corsi d'acqua con portate e livello medio abbastanza costanti, in combinazione con altre opere di difesa spondale e in ambienti in cui la velocità della corrente è ridotta e l'effetto erosivo è dovuto più che altro al moto ondoso, non tanto alla forza della corrente.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: le fascine vengono

utilizzate per ridurre l'erosione spondale e al contempo rappresentano ambienti di rifugio indispensabili per la fauna ittica, soprattutto per le specie di piccola taglia e gli stadi giovanili delle specie di taglia maggiore. Le fascine possono essere anche colonizzate da comunità macrobentoniche e dal periphyton, divenendo ambienti di approvvigionamento.

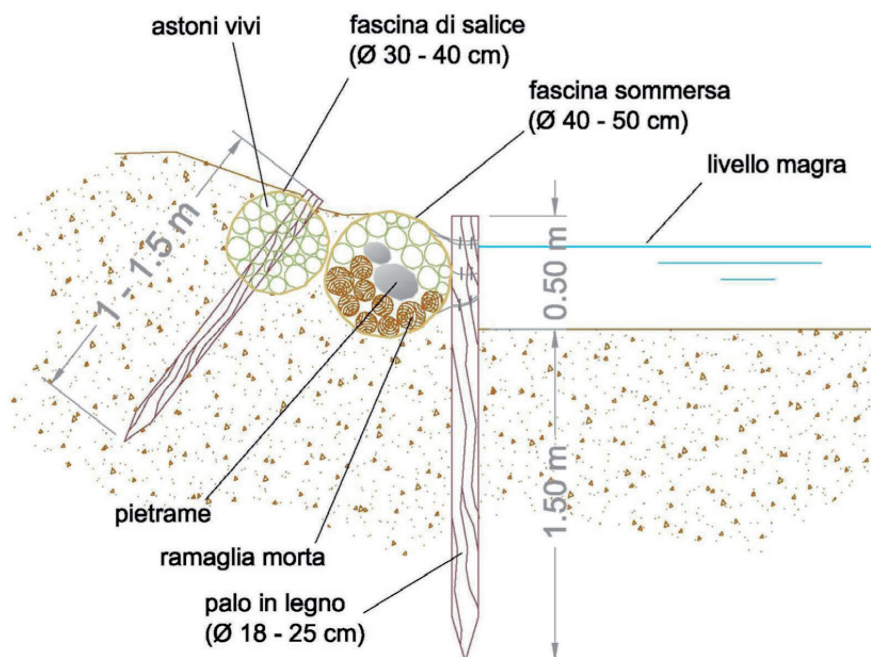


FIG. 6-7 SEZIONE DI UN INTERVENTO TIPO CON FASCINA DI SALICI E FASCINA SOMMERSA

B.4 COPERTURA DIFFUSA CON ASTONI



Descrizione: si tratta di un'opera di difesa spondale di tipo diffuso, che consiste nel rivestimento della sponda da proteggere con degli astoni opportunamente ancorati al terreno e disposti perpendicolarmente alla direzione del deflusso idrico; nell'arco di poco tempo gli astoni vegetano e consolidano in modo omogeneo la sponda, difendendola anche dall'urto della corrente. Il piede dell'opera, che deve essere protetto dall'azione erosiva del corso d'acqua, può essere realizzato mediante diverse soluzioni, quali massi, palificata spondale, fascine sommerse, a seconda del tipo di corso d'acqua.

Dove si applica: è particolarmente efficace nella protezione delle sponde esposte ad alte sollecitazioni idrauliche. È quindi applicabile in corpi idrici a scorrimento veloce. È inoltre particolarmente adatto per aree estese, in quanto favorisce al contempo l'insediamento di vegetazione riparia naturale.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: l'opera rappresenta una protezione per le superfici spondali nei confronti di fenomeni erosivi. L'obiettivo è anche quello di ricostruire la vegetazione riparia e l'ecosistema ad esso collegato; le

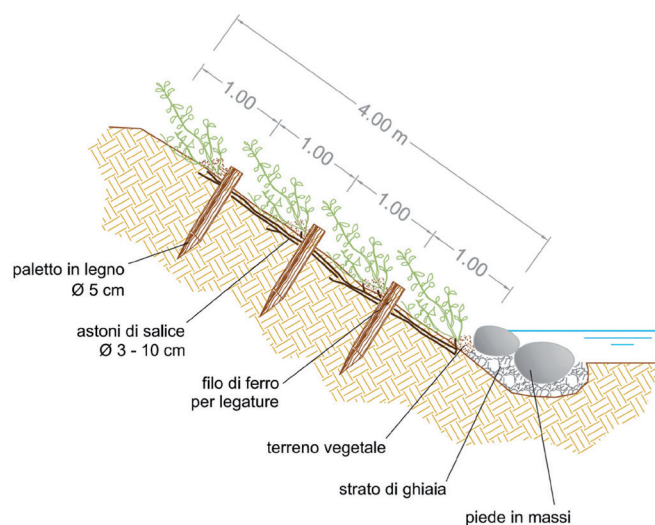


FIG. 6-8 SEZIONE DI UN INTERVENTO TIPO.

radici che si accrescono in prossimità della riva consentono inoltre lo sviluppo del periphyton e fungono da substrato per gli invertebrati acquatici, mentre la schermatura prodotta dalla vegetazione protegge i pesci dalla vista degli ittiofagi.

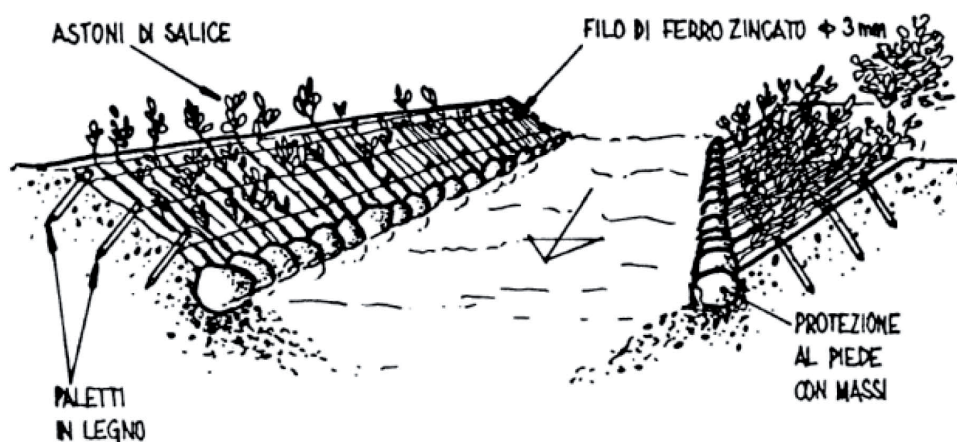


FIG. 6-9 SCHEMA DI POSA DELLA COPERTURA CON ASTONI (FONTE: DGR N. 6-48740, APPROVAZIONE DIRETTIVA "QUADERNO OPERE TIPO DI INGEGNERIA NATURALISTICA").



Descrizione: è un'opera di difesa di tipo diffuso adatta a grandi canalizzazioni irrigue, realizzata con pali di legno posti su diversi livelli tra loro perpendicolari, in modo da creare una struttura a celle. Possono essere a parete singola (una sola serie di pali paralleli alla corrente) o doppia (oltre alla fila di pali esterna, si realizza un secondo strato verso la sponda). Le palificate doppie consentono di raggiungere altezze maggiori e sono in grado di resistere meglio alle spinte del terreno. All'interno delle celle solitamente vengono collocate piante o talee (palificate vive), con le quali stabilizzare l'intera struttura. L'utilizzo di elementi vegetali è fondamentale in quanto, dopo che l'ossatura in legno si degrada, l'apparato radicale delle piante continua a mantenere stabile la sponda. Se la palificata viene realizzata in zona di erosione, è opportuno collocare dei massi irregolari al piede dell'opera.

Dove si applica: la palificata può essere impiegata sia su sponde rettilinee instabili, che su argini dove ci siano già stati fenomeni erosivi e piccole frane. In contesti caratterizzati da fenomeni erosivi in atto o comunque dove la forza della corrente non può essere considerata trascurabile, è preferibile la realizzazione di palificate doppie.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: lo scopo è di difendere e stabilizzare le sponde, creando allo stesso tempo una copertura delle stesse. Rispetto a sistemazioni tradizionali in calcestruzzo, possono costituire dei discreti rifugi per la fauna ittica, grazie alla struttura articolata in celle sovrapposte. Inoltre, i massi posizionati al piede danno vita a importanti zone di rifugio, mentre la presenza di chiome in prossimità del corso d'acqua ombreggia l'alveo e protegge i pesci dai predatori.

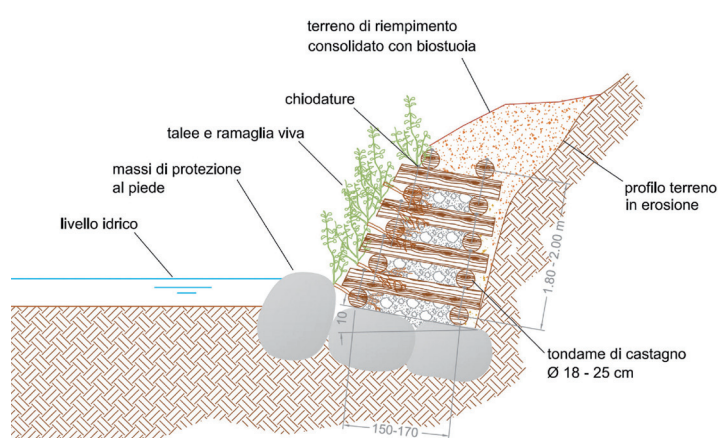


FIG. 6-10 SEZIONE DI UN INTERVENTO TIPO.



FIG. 6-11 INTERVENTO REALIZZATIVO DI PALIFICATA SU ENTRAMBE LE SPONDE.



Descrizione: l'opera, adatta a grandi canalizzazioni irrigue, consiste nel posizionare una schiera di massi ciclopici lungo le rive, conferendo alla sponda una superficie inclinata, a bassa pendenza. Negli spazi tra i massi deve essere collocato un misto di ghiaia e terreno vegetale in cui inserire astoni di salice o di altre specie con analoghe capacità biotecniche che, radicando, contribuiscono alla stabilizzazione dell'opera. Trattasi di un intervento che, se mal realizzato, può avere effetti negativi sia sull'assetto idraulico del corso d'acqua, sia sull'habitat. Per evitare che la forza della corrente in prossimità del piede possa dar luogo a fenomeni erosivi e quindi scalzare alla base la scogliera, è necessario che essa sia dotata di fondazioni profonde e di soglie trasversali inserite nel fondo dell'alveo.

Dove si applica: sono impiegate principalmente in alvei a maggior velocità di corrente, per proteggere le sponde dall'erosione e come difesa al piede in interventi di riprofilatura delle scarpate spondali.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: svolgono la principale funzione di protezione spondale, aumentando la scabrezza delle sponde e risagomando l'alveo. Se realizzato in sostituzione di un'opera in calcestruzzo l'intervento apporta benefici alla fauna ittica, in quanto può rendere nuovamente fruibile l'habitat ripario; inoltre la presenza di vegetazione, i cui apparati radicali si accrescono anche in prossimità della riva, contribuisce ad una diversificazione delle fasce sottosponda, mentre le chiome ombreggiano l'alveo e proteggono i pesci dai predatori

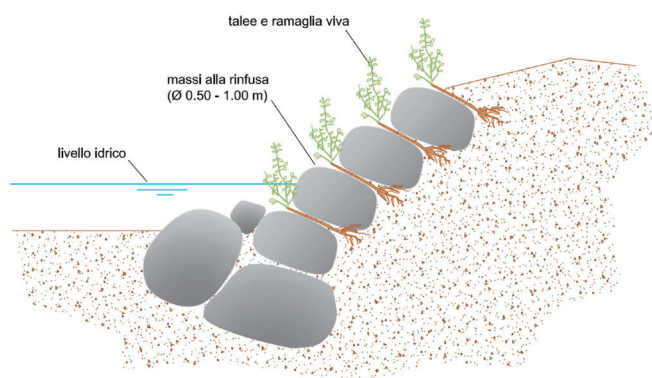


FIG. 6-12 SEZIONE DI UN INTERVENTO TIPO.



FIG. 6-13 ESEMPIO DI SCOGLIERA REALIZZATA A PROTEZIONE DELLA SPONDA FLUVIALE.



Descrizione: si tratta di un intervento che prevede la costruzione di nuovi argini o il ripristino di argini con rischi idraulici e di stabilità. Arginature di golene o sponde lungo canali d'irrigazione possono essere infatti danneggiate a causa della consuetudine delle nutrie a scavare tane ipogee che possono favorire infiltrazioni d'acqua e conseguenti cedimenti dei manufatti arginali. L'intervento anti-nutria consiste nella risagomatura dell'argine, se esistente, o nella costruzione di un nuovo argine. In particolare l'argine dovrà presentare pendenze molto meno accentuate, soprattutto lungo la scarpata verso il piano campagna (Figura 6-15).

Dove si applica: in corrispondenza di argini esposti a pericolo idraulico e di stabilità per la presenza di tane e cunicoli scavati dalle nutrie e da altri grossi mammiferi. È applicabile quindi sulle sponde di quei corpi idrici dove è accertata la presenza della nutria.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: l'opera rappresenta una protezione per le superfici spondali; si tratta di costruire o ripristinare argini per ridurre o eliminare eventuali problemi dovuti all'escavazione di tane o cunicoli da parte di nutrie o altri grossi mammiferi.



FIG. 6-14 BUCCA SCAVATA DA UN NUTRIA SULLA SPONDA DI UN CANALE IRRIGUO.

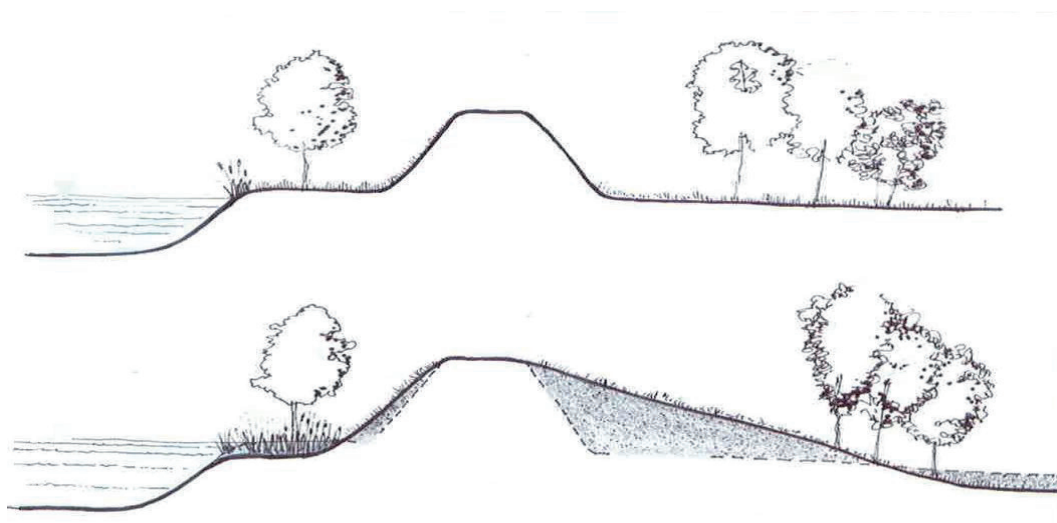
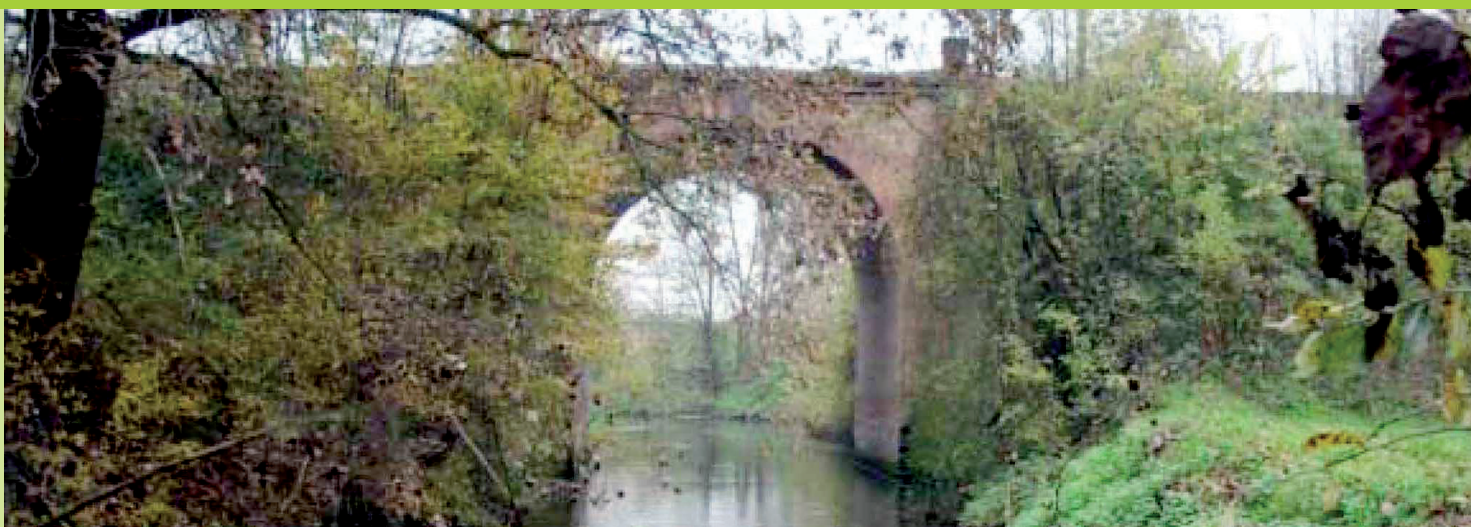


FIG. 6-15 SEZIONE TIPO DI ARGINE ANTI-NUTRIA.

Fonte: LA GESTIONE NATURALISTICA DEL RETICOLO IDRICO DI PIANURA. PUBBLICAZIONE DI WWF ITALIA ONG – ONLUS E CONSORZIO BONIFICA MUZZA BASSA LODIGIANA.



Descrizione: le ripe dei corsi d'acqua sono spesso utilizzate come elementi lungo i quali si allineano i tragitti degli animali terrestri che si spostano per scopi alimentari e riproduttivi o nel corso della dispersione. A maggior ragione, nei punti nei quali le ripe intersecano strade e ferrovie, viene a crearsi un "effetto imbuto", che vede il convogliamento dei percorsi lungo le sponde. Questo è particolarmente evidente quando le infrastrutture costituiscono delle vere e proprie barriere insormontabili, a causa delle recinzioni, oppure pericolose, a causa del rischio di investimento durante l'attraversamento. La creazione o il mantenimento di una fascia ripariale, in qualche caso di percorsi artificiali comunque percorribili dagli animali, consente gli indispensabili processi di spostamento e dispersione. Tale funzione può essere realizzata facendo ricorso a diverse modalità d'intervento, da scegliere in relazione alle condizioni locali; si vedano a questo proposito le immagini incluse in questa scheda.

In questo caso la continuità longitudinale della ripa viene interrotta in corrispondenza del sottopasso di corsi d'acqua (Figura 6-16, Figura 6-17), come anche nella prima immagine rappresentante il sottopasso del Canale Gravellone della ferrovia Milano-Genova.

Dove si applica: il mantenimento/ripristino della continuità longitudinale della fascia riparia dovrebbe essere applicato ovunque i corsi d'acqua sottopassino le infrastrutture lineari. In particolare, nella porzione meridionale della ZPS "Boschi del Ticino", relativamente alla presenza di strutture viarie che possano svolgere un ruolo importante nella



FIG. 6-17 SOTTOPASSO DELL'AUTOSTRADA A7 MILANO/GENOVA.

frammentazione ambientale e costituire una barriera ai movimenti spontanei della fauna terrestre, esistono quattro criticità: Autostrada A7 Milano-Genova; tangenziale ovest di Pavia; tratte ferroviarie "FS Genova-Milano" e "FS Alessandria-Pavia-Vercelli". Il tratto autostradale interessa la ZPS ed attraversa i comuni di Bereguardo e Zerbolo e per l'intera lunghezza del tracciato lungo la base del terrapieno e le scarpate artificiali si estende una recinzione in rete metallica.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: le vie di comunicazione ad elevato volume di traffico risultano spesso protette da recinzioni in rete metallica che assolvono in maniera efficiente la loro funzione di evitare il pericolo di investimenti di animali di media e grande mole, ma allo stesso tempo rinforzano l'effetto barriera rappresentato dall'infrastruttura viaria. Mantenere o ricreare la fascia ripariale lungo le sponde dei corsi d'acqua che intersecano e sottopassano le infrastrutture viarie può rappresentare l'unica via percorribile dalle popolazioni animali locali per spostarsi da una parte all'altra, consentendo il mantenimento dei processi di meta popolazione ed evitando che l'effetto

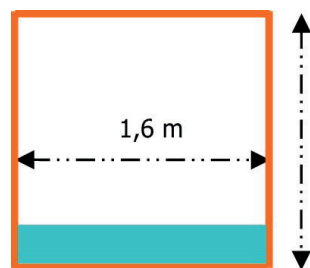


FIG. 6-16 SOTTOPASSO DELL'AUTOSTRADA A7 MILANO/GENOVA. SCHEMA GRAFICO

barriera si manifesti o, quantomeno, attenuandone la portata. Dall'intervento beneficiano in modo particolare mammiferi terrestri, anfibi, rettili.

Le immagini seguenti riportano alcuni esempi realizzativi (Figura 6-18, Figura 6-19, Figura 6-20).



FIG. 6-18 SOTTOPASSO DEL CANALE GRAVELLONE DELLA TANGENZIALE EST DI PAVIA E SCHEMA GRAFICO. LA CONTINUITÀ LONGITUDINALE DELLA RIPA È MANTENUTA

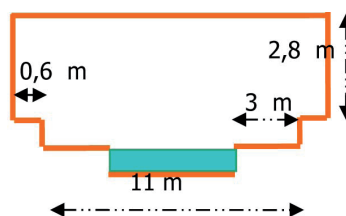


FIG. 6-19 SOTTOPASSO DELL'AUTOSTRADA A7 MILANO-GENOVA E SCHEMA GRAFICO. LA CONTINUITÀ È REALIZZATA MEDIANTE RISAGOMATURA DELLE SPONDE

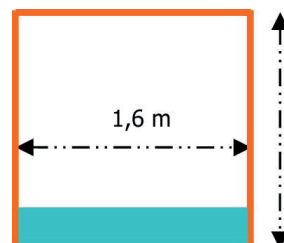
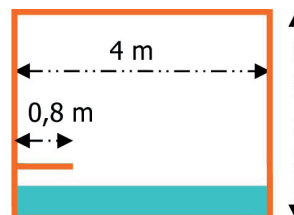
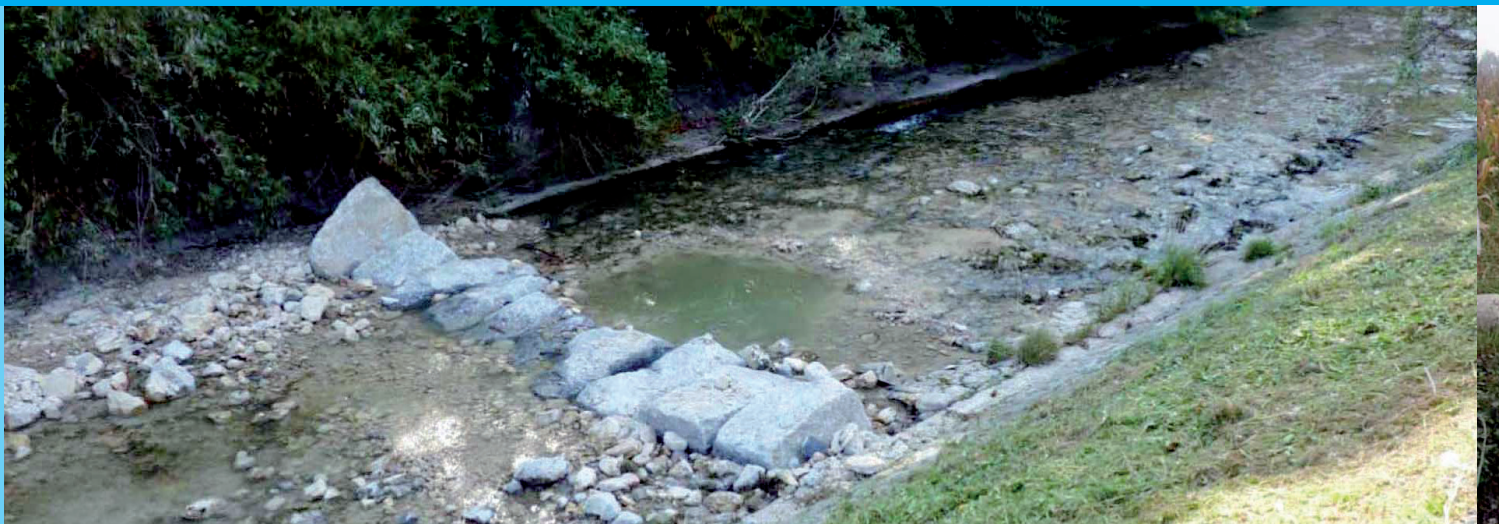


FIG. 6-20 SOTTOPASSO DELL'AUTOSTRADA A7 MILANO-GENOVA E SCHEMA GRAFICO. LA CONTINUITÀ È REALIZZATA MEDIANTE LA CREAZIONE DI UNA MENSOLA LATERALE.



C.1 REALIZZAZIONE DI BUCHE ARTIFICIALI



Descrizione: la realizzazione di buche artificiali permette di diversificare l'ambiente acquatico dei canali artificiali con fondo naturale, attraverso la creazione di zone più profonde che vanno a costituire dei punti di calma maggiormente protetti, a favore della fauna ittica. Le buche devono avere una profondità di 1-1,5 m ed un'estensione dell'ordine di 5-10 m². L'estensione può essere minore nel caso in cui vengano scavate dove è già stato realizzato un alveo di magra. Per renderle impermeabili può essere fatto uso di teli in PVC, in modo da evitare cedimenti del terreno. Inoltre una corretta pianificazione degli interventi deve prevedere che le buche siano distribuite uniformemente lungo i canali.

Dove si applica: la creazione di buche artificiali può essere prevista laddove non venga compromessa la stabilità delle sponde e delle opere di protezione spondale. Le buche possono essere realizzate inizialmente dove già ora vi è la tendenza a scavare (a valle delle conche, di soglie).

Finalità ed effetti sulle biocenosi: questo intervento ha lo scopo di diversificare l'ambiente acquatico dei canali irrigui, attraverso la creazione di zone più profonde. Tali buche hanno inoltre un ruolo notevole nei regimi di asciutta parziale, ma anche effetti positivi rilevanti con il normale livello d'acqua, in quanto costituiranno dei punti di calma e maggiormente protetti.

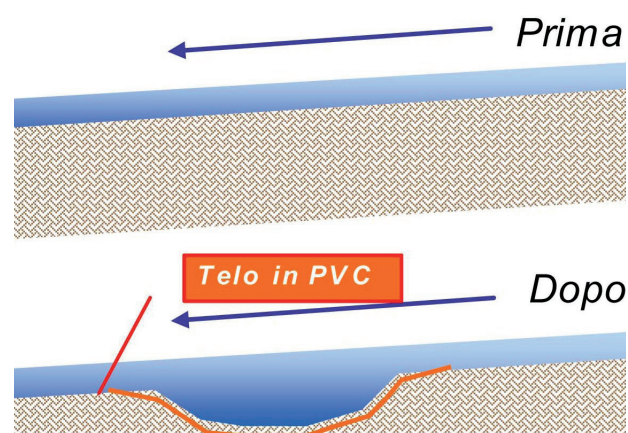


FIG. 6-21 SEZIONE DI UN INTERVENTO TIPO.



FIG. 6-22 SCAVO SI UNA BUCA IN UN CANALE IRRIGUO



Descrizione: i massi introdotti in alveo possono essere disposti in vario modo in base alle caratteristiche del corso d'acqua e ai risultati che si desidera ottenere. Devono essere utilizzati massi di diametro compreso tra 0.6 e 1.5 m, aventi preferibilmente una forma irregolare e costituiti da roccia dura. Per ottenere una maggior stabilità dei massi è possibile incassarli nel fondo dell'alveo. La collocazione dei massi nel corso d'acqua deve essere valutata attentamente, tenendo presente i possibili fenomeni di erosione delle rive indotti nel caso in cui i massi siano posti vicino alle sponde e, più in generale, considerare gli effetti che possono manifestarsi con le correnti generate dalla loro presenza. Relativamente alla disposizione dei massi, essi possono essere disposti a triangolo, alla rinfusa sull'intera sezione dell'alveo o a nuclei di forma diversa.

Dove si applica: questa tipologia d'intervento è particolarmente adatta in canali utilizzati a fini irrigui.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: tale intervento assume importanza perché finalizzato alla diversificazione dell'habitat nei canali irrigui: sono interventi di diversificazione che possono essere puntuali o coprire un tratto del canale. Svolgono anche funzione di rifugio e di "zona di calma" anche in regime irriguo. I massi sono in grado di spezzare la corrente, creando zone di turbolenza e zone più calme.

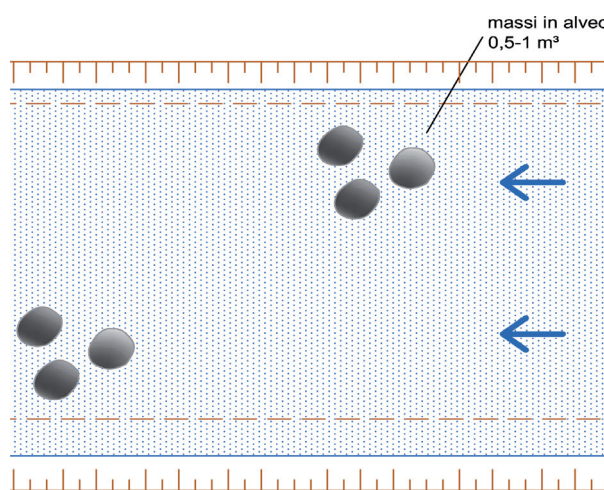


FIG. 6-23 MASSI DISPOSTI A TRIANGOLO.

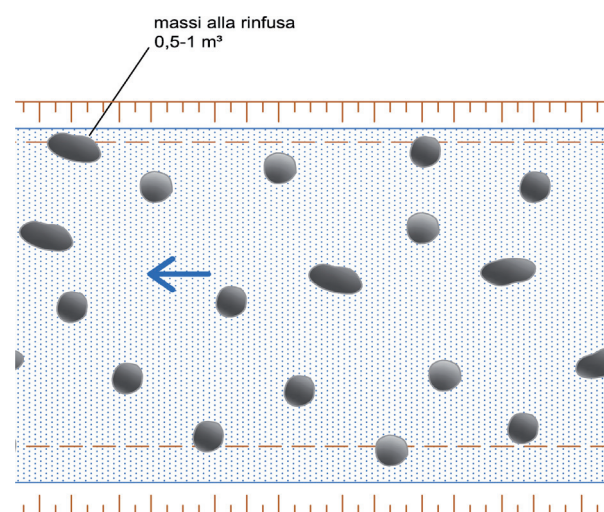


FIG. 6-24 MASSI DISPOSTI ALLA RINFUSA.



Descrizione: i pennelli sono opere che inducono una deviazione del flusso della corrente solo in modo puntiforme, limitando l'erosione spondale e creando delle zone di calma a valle delle strutture ad elevato valore ecologico. Possono essere impiegate diverse tipologie di pennelli a seconda della loro inclinazione e della tipologia costruttiva. Solitamente non viene impiegato un unico pennello, ma dei campi di pennelli che, in alcuni casi, possono essere realizzati anche su entrambe le sponde. Lo scavo di fondazione deve essere profondo almeno 30 cm. Possono essere realizzati in legno, mediante ancoraggio al fondo con tondini di ferro o utilizzando massi di dimensione appropriate.

Dove si applica: i pennelli possono essere disposti sulle sponde; l'ingombro trasversale deve essere pari a circa il 50% della larghezza utile del canale. Inoltre possono essere realizzati sia su canali con fondo omogeneo, sia all'interno dell'alveo di magra.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: l'intervento assume importanza in un'ottica di diversificazione dell'habitat acquatico presente nei canali artificiali. Svolgono funzione di rifugio e di "zona di calma" anche in regime irriguo

nello specifico, a valle, nei tratti compresi tra i pennelli realizzati in serie lungo la sponda, si depositano solidi in sospensione, materiale galleggiante e materiale di fondo, dando vita a piccoli ambienti lentici lungo il corso d'acqua, habitat preziosi per la fauna ittica. Anche se realizzati con finalità di difesa spondale, i pennelli presentano anche un valore ecologico. Il materiale che si deposita tra i pennelli dà origine a zone di acque ferme e viene utilizzato quale habitat di frega. Se poi i pennelli sono disposti in ordine alterno, si crea un alveo di magra sinuoso in corsi d'acqua rettificati a fini irrigui.

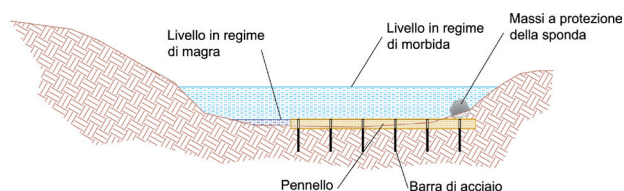


FIG. 6-25 SEZIONE DI UN INTERVENTO

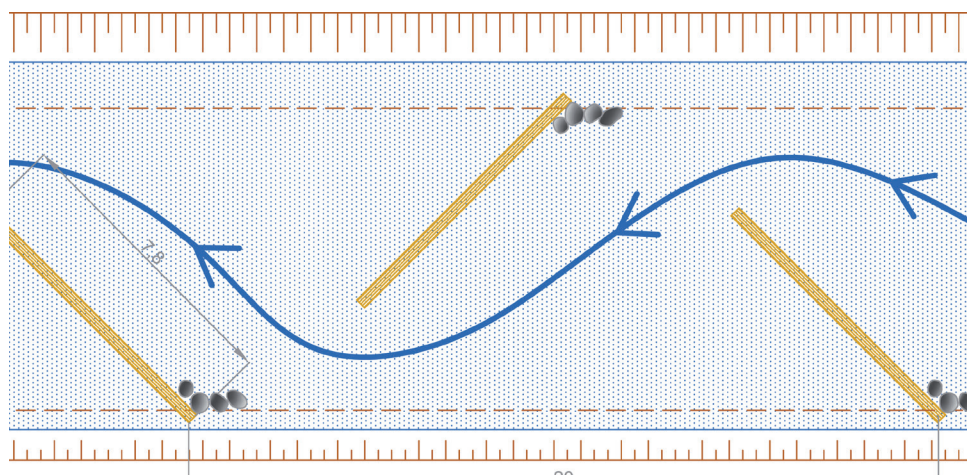


FIG. 6-26 SCHEMA PLANIMETRICO DI UN INTERVENTO TIPO



Descrizione: per la realizzazione dei semi-tronchi sono necessari tronchi di legno di dimensione adeguate, tondini di ferro per l'ancoraggio (lunghi 1,5 - 2 m) e legname per spessorare il tronco. Deve essere preliminarmente individuato un luogo idoneo per la collocazione della struttura e successivamente vengono piantati i tondini nel fondo dell'alveo. La distanza tra la base del tronco ed il fondo dell'alveo dovrebbe essere di circa 20 cm; inoltre i tronchi è preferibile che restino completamente sommersi. In tale tipologia di opera può essere necessario controllare periodicamente che non si depositi del materiale sotto il tronco e che questo mantenga la sua funzionalità.

Dove si applica: questa tipologia d'intervento si inserisce bene in alvei con substrato stabile e con poco trasporto solido, onde evitare che i tronchi vengano assorbiti dal fondo dell'alveo in breve tempo e perdano quindi la loro funzione originaria. È inoltre particolarmente indicato laddove vi siano problemi legati alla predazione dei pesci da parte degli uccelli.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: l'inserimento di semi-tronchi in alveo è finalizzato a realizzare strutture che forniscano rifugio alla fauna ittica; al di sotto del tronco i pesci trovano infatti protezione da eventuali predatori; per questo si tratta di un'opera particolarmente indicata in caso di predazione dei pesci da parte dell'avifauna. Si tratta di un intervento finalizzato alla sola creazione di rifugi artificiali per i pesci.



FIG. 6-27 SEMI-TRONCHI IN ALVEO. FONTI HUNT 1993.

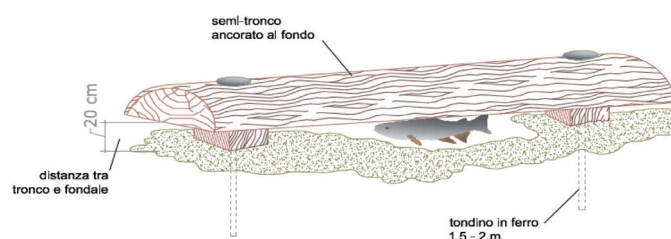
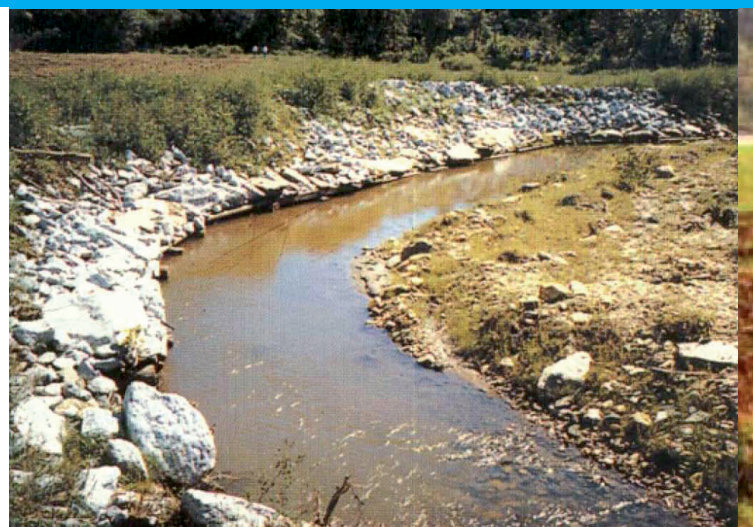
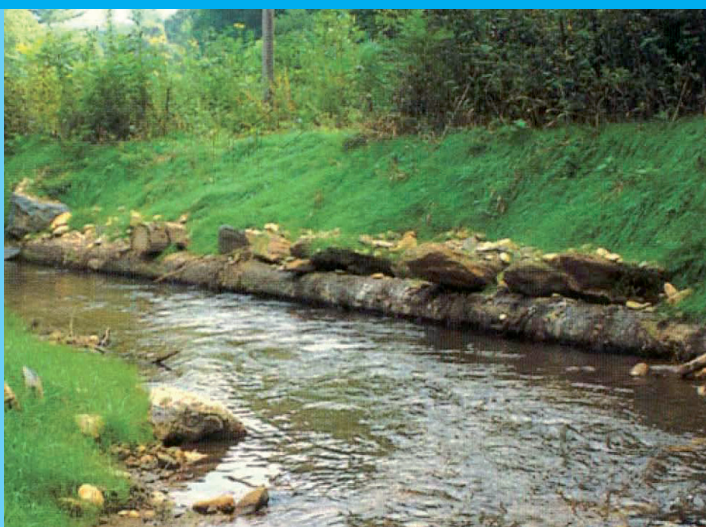


FIG. 6-28 SEMI-TRONCHI. RAPPRESENTAZIONE GRAFICA.



Descrizione: dal punto di vista realizzativo è prevista la posa di una pensilina, eventualmente sostenuta da pali in legno o massi, a ridosso della sponda. Si procede innanzitutto con la posa, in corrispondenza della sponda, di pali di sostegno e dopo aver sistemato la paleria (in alveo o sulla sponda) deve essere collocato il materiale di riempimento del rifugio (massi o ramaglia). La pensilina deve essere a livello dell'acqua e deve essere ricoperta con terra e ciottolame, in modo da favorire lo sviluppo della vegetazione. Deve essere inoltre realizzata con assi in legno o piccoli tronchi posti a distanza ravvicinata. Se il rifugio artificiale creato con l'intervento è sufficientemente grande o c'è l'esigenza di proteggere la sponda a tergo, è opportuno posizionare dei massi o della ramaglia al suo interno. I ricoveri sottospoda possono essere inoltre applicati anche ad altre tipologie di opere, in base allo specifico obiettivo che si intende realizzare.

Dove si applica: i ricoveri per la fauna ittica sono da disporre sulle sponde dei corpi idrici, utilizzati a fini irrigui, che presentano una carenza di rifugi per la fauna ittica.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: il principale obiettivo dei ricoveri sottospoda è quello di creare o incrementare il numero di rifugi per la fauna ittica in tratti di corpi idrici che presentano scarsità di questi elementi. I ricoveri sottospoda inoltre contribuiscono anche a proteggere la sponda dall'erosione, sottolineando la multifunzionalità di questi elementi. Tali strutture contribuiscono inoltre ad incrementare l'eterogeneità dell'alveo fluviale, diversificando gli habitat colonizzabili dalle specie ittiche: i ricoveri sono infatti zone protette ed ombreggiate e caratterizzate da velocità di corrente ridotta in cui i pesci possono trovare riposo e protezione dall'eventuale attacco di predatori. Nel caso ci sia la disponibilità di materiale e/o problemi di erosione spondale, è preferibile intervenire realizzando opere che oltre a creare nuovi rifugi, siano in grado di proteggere anche le rive dall'erosione.

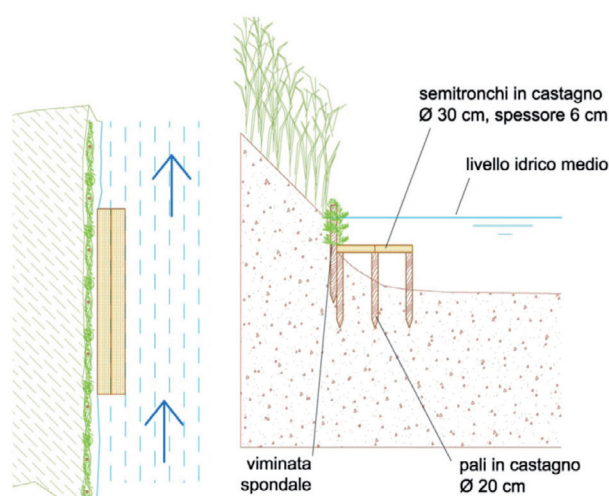


FIG. 6-29 SEZIONE DI UN INTERVENTO



Descrizione: sono opere che inducono una modifica della sezione di deflusso dell'acqua e creano una zona in cui la corrente è costretta a scorrere in una sezione ridotta, con conseguente aumento della velocità e del battente idrico e possono concentrare la corrente in una determinata zona dell'alveo. La scelta del luogo in cui localizzarli è molto importante. Le strutture devono essere ben ancorate per 1 m entro le sponde. Possono essere deflettori singoli, che deviano la corrente verso una sponda e ne incrementano la velocità, in modo da avviare un andamento meandriforme, ma per evitare l'erosione della sponda opposta, è opportuno prevedere anche interventi di protezione della stessa (ad esempio con tronchi o ramaglia); deflettori doppi, rappresentati da due deflettori singoli posti in modo simmetrico all'interno del corso d'acqua, ma a differenza dei primi non facilitano l'erosione spondale; deflettori a V, costituiti da cunei posti al centro dell'alveo che, al contrario dei deflettori doppi, favoriscono l'erosione delle sponde; infine i costrittori sono analoghi ai deflettori doppi, ma con la zona centrale a corrente veloce distribuita su una lunghezza maggiore. Si utilizzano in genere materiali già disponibili in loco, disponendo tronchi di lunghezza adeguata (larice o castagno) con cui creare la struttura principale, mentre il riempimento può essere effettuato con massi, ghiaia o in legno; è inoltre possibile utilizzare esclusivamente il pietrame, proteggendo il perimetro esterno con massi di dimensione adeguate.

Dove si applica: i deflettori ed i costrittori vengono generalmente realizzati in corsi d'acqua minori, ma in tratti di alvei con sezioni più larghe, che presentano tiranti idrici ridotti, deboli pendenze e scarsa presenza di buche. Sono particolarmente indicati dove risultano carenti buche e rifugi per i pesci.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: deflettori e costrittori presentano delle affinità strutturali con la tipologia dei pennelli, ma con diverso campo di impiego. Questo tipo di interventi è finalizzato essenzialmente alla diversificazione dell'habitat. In particolare, in base alle esigenze specifiche, alle caratteristiche del corso d'acqua e alle caratteristiche dei deflettori che si realizzano, è possibile: restringere e approfondire l'alveo, creare buche e barre, indirizzare la corrente in punti di particolare valore faunistico, come rifugi, innescare la formazione di meandri, mantenere pulito il fondo dell'alveo dal fango favorendo la colonizzazione di invertebrati e la deposizione delle uova da parte dei pesci. Dal punto di vista ecologico, il loro utilizzo può creare un andamento meandriforme, diversificando l'habitat e creando buche e rifugi per i pesci.

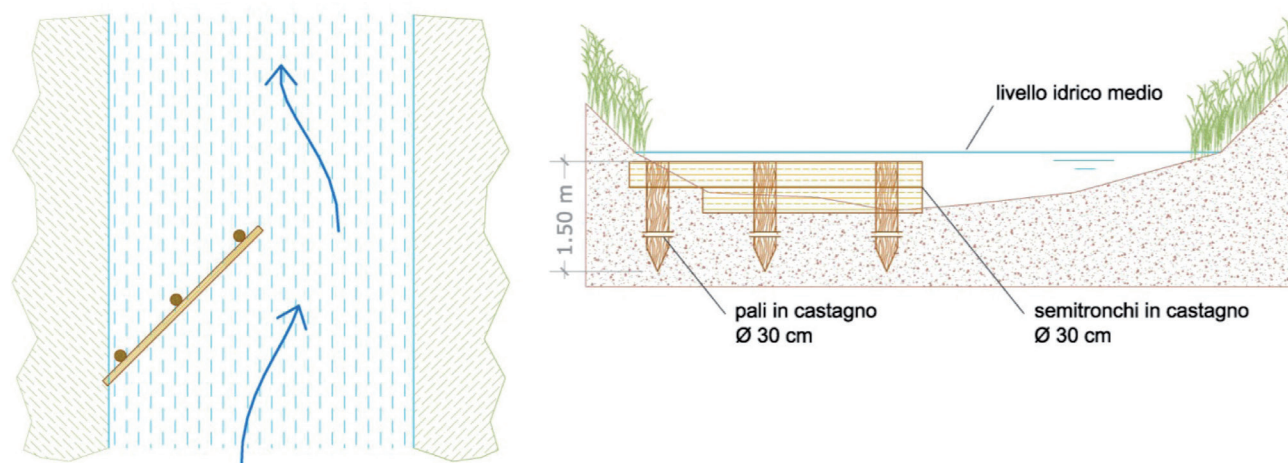


FIG. 6-30 DEFLETTORE SINGOLO - INTERVENTO TIPO. PLANIMETRIA E SEZIONI

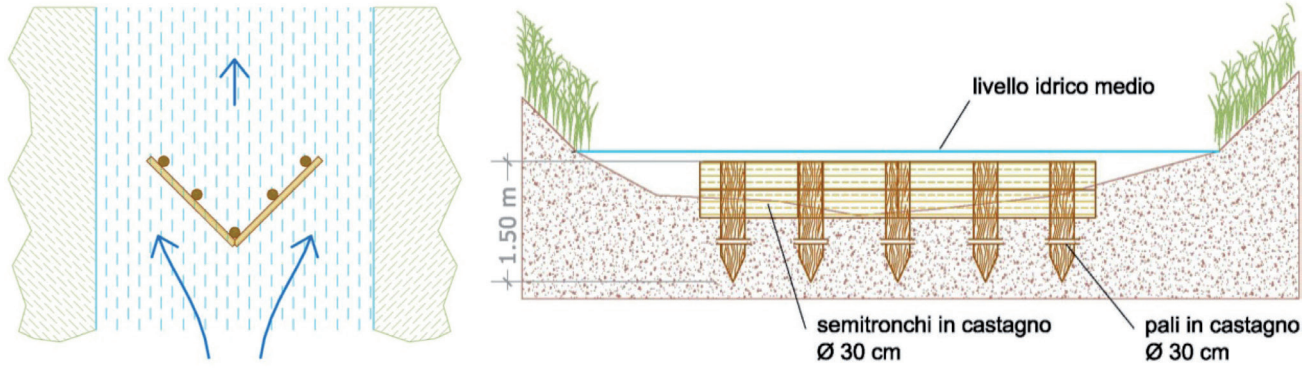


FIG. 6-31 DEFLETTORE A V - INTERVENTO TIPO. PLANIMETRIA E SEZIONI.

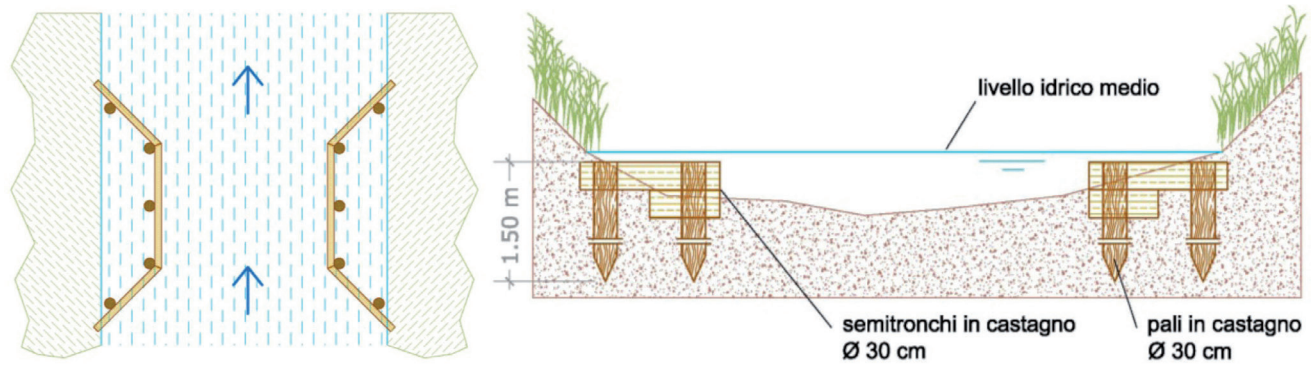
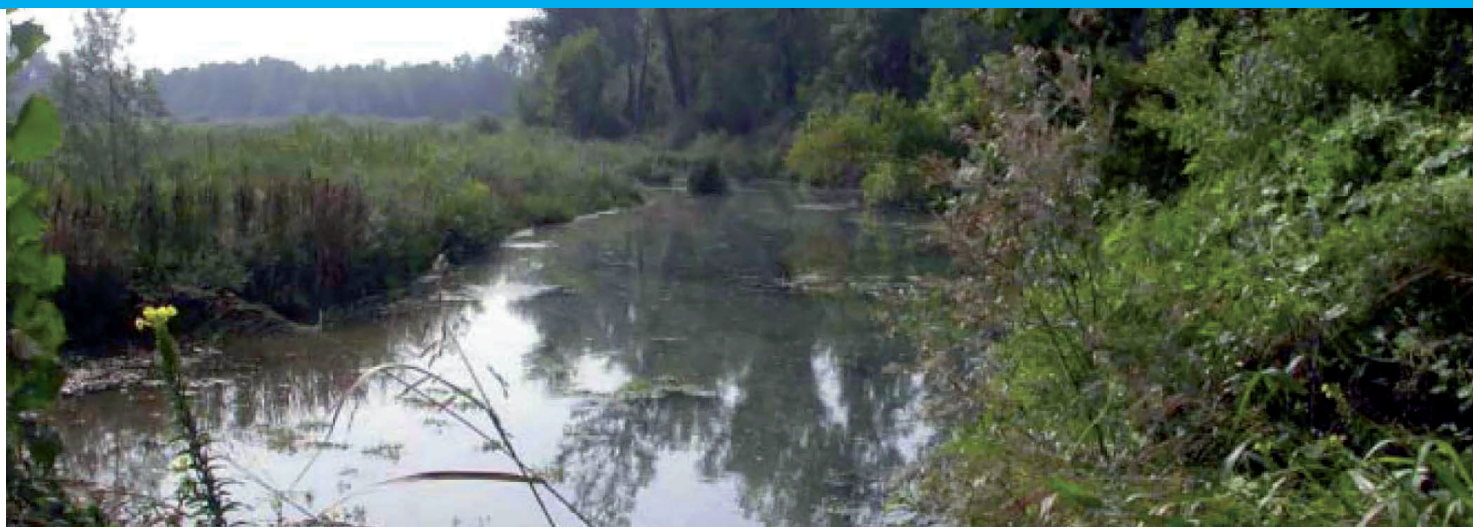


FIG. 6-32 COSTRITTORI - INTERVENTO TIPO. PLANIMETRIA E SEZIONI.



Descrizione: questo tipo di intervento prevede la realizzazione di ambienti acquatici para-naturali. Possono essere esterni ai corsi d'acqua e connessi alla rete irrigua mediante la creazione di canali, prevedendo anche la possibilità di alimentarli in caso di asciutta totale, garantendo anche un apporto idrico alternativo a quello della rete irrigua (falda, rogge, fontanili). Il collegamento idraulico deve essere tale da garantire oltre all'alimentazione idrica anche il passaggio dei pesci. I laghetti devono preferibilmente avere sia zone profonde che a bassa profondità ed essere dotati di rifugi per i pesci. Le sponde devono essere vegetate ed è auspicabile che una parte dei bacini (circa il 20% della superficie) venga piantumata a canneto. Tali ambienti possono essere realizzati anche sfruttando laghetti o depressioni esistenti. L'alternativa può invece essere rappresentata da un allargamento del canale irriguo stesso, mediante la realizzazione di lanche artificiali o bacini laterali direttamente connessi al canale, con la funzione anche di piccole casse d'espansione. Le lanche artificiali possono essere realizzate nei canali rurali mediante la formazione di piccoli canali paralleli, che derivano da quello principale con una portata minima, in grado di mantenere allagata un'area delimitata da arginature, all'interno della quale si forma una zona umida: l'intervento consiste in movimenti terra e sagomatura dell'area, in modo da creare il canale by-pass.



FIG. 6-33 FOTO DI UNA LANCA

Dove si applica: questa tipologia d'intervento non interessa direttamente la rete irrigua, ma aree esterne ad essa idraulicamente connesse nel primo caso; nel secondo caso si tratta invece di allargamenti del canale irriguo, realizzati laddove vi sia la disponibilità di una certa superficie a lato del canale.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: tali interventi permettono di garantire un habitat aggiuntivo per la fauna ittica e le biocenosi della rete irrigua, mantenendo la continuità ecologica ed idraulica tra i due ambienti. Inoltre, nei bacini laterali e nei laghetti, può essere favorito il miglioramento della capacità autodepurante dei corsi d'acqua, mediante la creazione di piccole zone umide. Tali interventi rappresentano anche una riserva idrica ed una protezione nel caso delle piene; inoltre svolgono la funzione di serbatoio ecologico ed elemento di pregio paesaggistico: la creazione di aree umide rappresenta quindi un'opera che incrementa le caratteristiche funzionali del sistema irriguo. Rappresentano inoltre dei nodi ecologici in un ambito ambientale generalmente molto banalizzato.

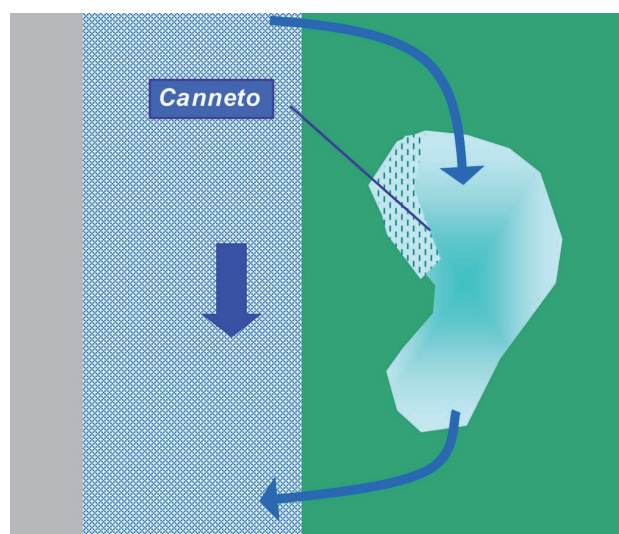


FIG. 6-34 SCHEMA GRAFICO DI CREAZIONE DI BACINO LATERALE



Descrizione: nella gestione e nella manutenzione del reticolo idrico artificiale, spesso molti canali irrigui sono abbandonati e chiusi. Dopo l'individuazione dei canali che potrebbero essere facilmente recuperati e alimentati attraverso sfioratori o collegamento ex novo alla rete irrigua esistente, possono essere necessari o semplici interventi di pulizia e rimodellamento morfologico con attivazione di collegamenti diretti per l'alimentazione idrica, o vere e proprie rivitalizzazioni con lo scavo dell'intero o di parte dell'antico canale. Potrebbe anche solo essere necessario mantenere un apporto idrico costante, con la creazione di qualche buca lungo il percorso per garantire acqua nei periodi di magra. Il rimodellamento va fatto considerando la necessaria diversificazione di sponde e di percorso. Connesse al reticolo idrografico sono anche le lanche che, spesso, se non soggette a periodica manutenzione possono interrarsi.

Dove si applica: questa tipologia d'intervento può essere applicata in presenza di vecchi tracciati, canali interrati o in disuso che potrebbero essere facilmente recuperati e alimentati. Si applica inoltre in caso di lanche soggette ad interrimento, che necessitano di essere rivitalizzate.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: rivitalizzazione di canali irrigui abbandonati o in disuso e la rivitalizzazione delle lanche favorisce il ripristino di biocenosi naturali ed il recupero di elementi naturali per la costituzione di una rete ecologica, se si considera il canale irriguo come elemento lineare di connessione. Possono fungere anche da habitat per la riproduzione di anfibi.



FIG. 6-35 ESEMPIO DI LANCA IN FASE DI INTERRAMENTO

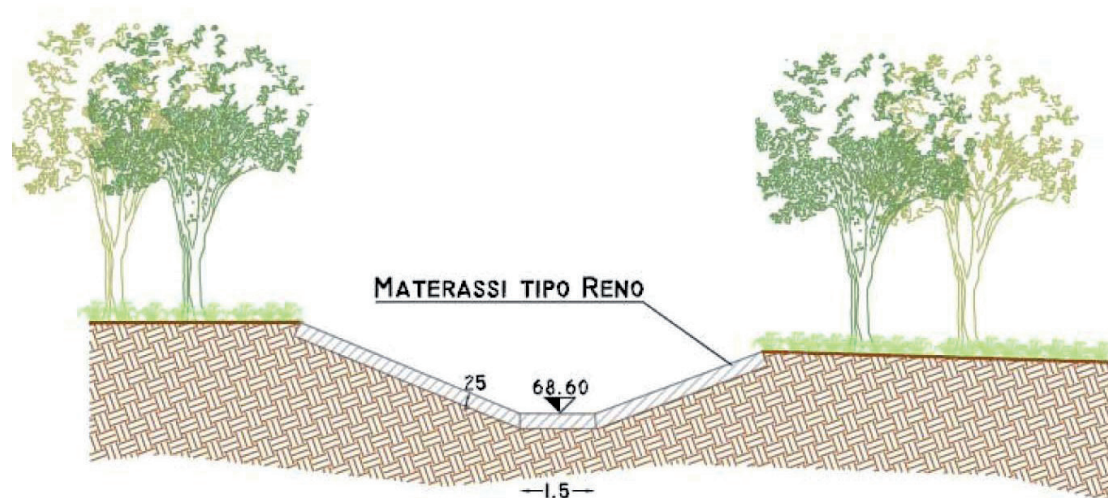


FIG. 6-36 REALIZZAZIONE ESEMPLIFICATIVA. SEZIONE DI UN INTERVENTO DI RIVITALIZZAZIONE DI UN CANALE IN DISUSO.



Descrizione: i fontanili sono antichissime opere di bonifica realizzate dall'uomo, che per il loro tramite ha favorito la localizzazione (nelle teste o occhi) di fenomeni diffusi di risorgenza delle acque (caratteristici tra l'alta e la bassa pianura) e il loro allontanamento per mezzo di alvei (aste drenanti) particolarmente incisi sul piano campagna. In seguito i fontanili hanno assunto anche un importante ruolo per l'irrigazione (specialmente per le marcite, dato il loro particolare regime termico), concorrendo con le acque di derivazione superficiale al soddisfacimento dei fabbisogni agricoli. Oggi, oltre a rappresentare testimonianze di tipo culturale, costituiscono ambienti acquatici dalle elevatissime potenzialità naturalistiche e che spesso permettono la presenza di organismi frigidostenotermi anche in territori della bassa pianura irrigua. La manutenzione dei fontanili è mirata a contrastare fenomeni di interrimento sia della testa sia dell'asta garantendo così sia il mantenimento dell'alimentazione idrica sia il corretto deflusso dell'acqua proveniente dalla risorgenza. All'origine, l'operazione di pulizia deve essere effettuata mediante asportazione del materiale di accumulo sia dal fondo che dai tubi di alimentazione (quando presenti), di norma con periodicità pluriennale. Lungo l'asta, oltre alla gestione dei sedimenti, la manutenzione può consistere nel contenimento della vegetazione acquatica e spondale. Lo spurgo dei tubi infissi nell'occhio, quando di piccolo diametro, può essere effettuato con aria compressa, per la rimozione del materiale in eccesso, mentre la pulizia del fondo può essere effettuata con l'uso di piccoli escavatori, connessi al trattore o mediante l'utilizzo di ragni.

Dove si applica: gli interventi di ripristino dei fontanili sono da effettuare presso le risorgenze o le aste drenanti con deficit di funzionalità idraulica e, di conseguenza, ecologica. Gli interventi di manutenzione presso le risorgenze o le aste drenanti sono da effettuarsi prioritariamente nei fontanili marcatamente asserviti alla rete irrigua del contesto agricolo mentre, nei casi in cui il ripristino risponda alla sola finalità naturalistica di conservazione dell'ambiente tipico, si ritiene che la relativa progettazione debba essere preceduta dalle valutazioni ecologiche preliminari.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: questo intervento ha lo scopo di recuperare la funzionalità idraulica dei fontanili, e quindi di permetterne sia la conservazione come elementi sia il possesso dei tipici caratteri particolari dell'ambiente.

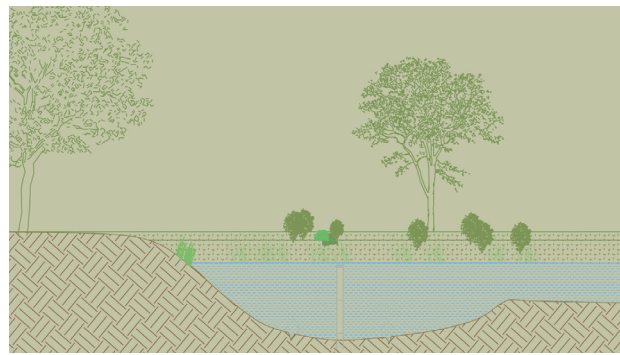
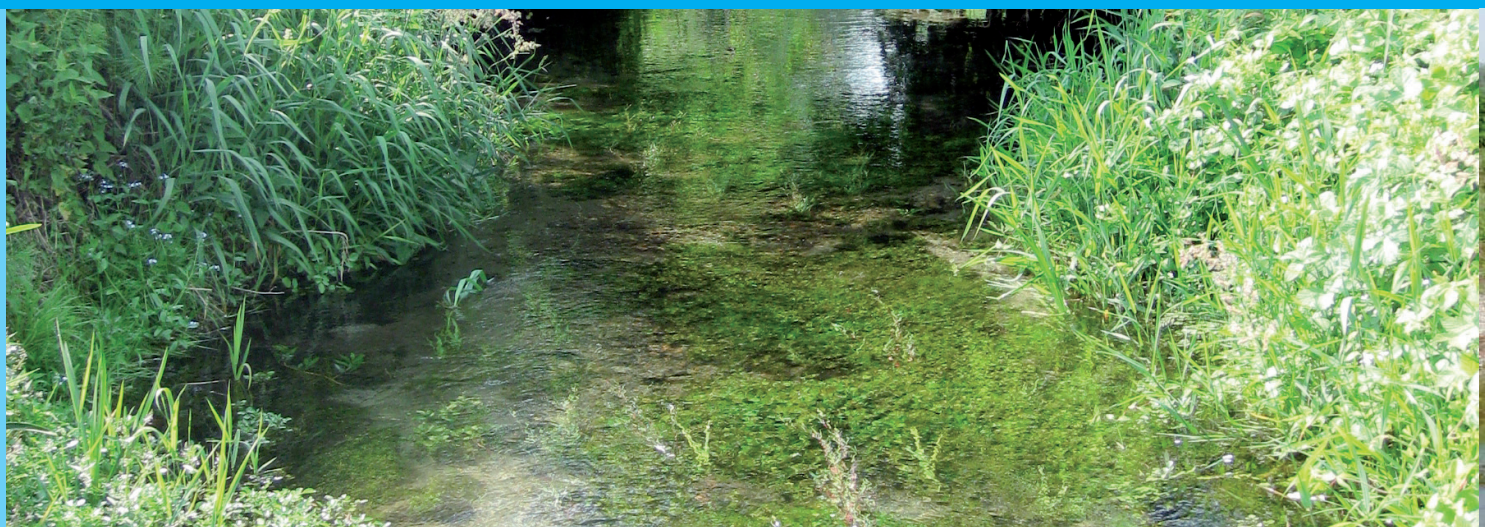


FIG. 6-37 PLANIMETRIA DI UN INTERVENTO TIPO. RIQUALIFICAZIONE DI UNA TESTA DI FONTANILE.



FIG. 6-38 PLANIMETRIA DI UN INTERVENTO TIPO. RIQUALIFICAZIONE DI UNA TESTA DI FONTANILE.



Descrizione: a differenza dei corsi d'acqua naturali, i canali artificiali, sottoposti ad una pluralità di interventi di origine antropica, non sono in grado di autoregolarsi dal punto di vista ecologico, pertanto è necessario intervenire per garantire condizioni complessive ottimali, favorendo così la molteplicità ecosistemica e la ricchezza delle biocenosi. Uno di questi interventi consiste nello sfalcio della vegetazione acquatica in alveo (che quasi sempre si sviluppa in modo squilibrato per l'assenza di ombreggiamento e il tenore in nutrienti) attraverso un diserbo meccanico tradizionale, limitato dal punto di vista quantitativo, ma effettuato ad intervalli regolari (mantenendo così costante la vegetazione da un anno all'altro), oppure operando lo sfalcio a rotazione su diversi tratti, che consente di mantenere in uno stesso canale biocenosi sufficientemente diversificate. Per le modalità di intervento e gli strumenti utilizzati si rimanda al relativo approfondimento tematico.

Dove si applica: l'esecuzione degli interventi dovrebbe comunque assicurare la permanenza di circa il 20-30% della copertura vegetale, in particolare nei pressi delle sponde, intervenendo quindi nella parte centrale nel caso di alvei a fondo sostanzialmente piatto e a sezione trapezia, o in alternativa nel cosiddetto "canale di corrente" (corrispondente al punto più depresso degli alvei a sezione asimmetrica - Figura 6-39). Lo sfalcio della sezione centrale per la costruzione di un canale di corrente di larghezza pari a un terzo della larghezza totale del corso d'acqua,

permette un notevole miglioramento della funzionalità idraulica e il conseguente mantenimento della vegetazione nelle porzioni marginali avrebbe significativa importanza dal punto di vista ecologico.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: lo sfalcio in alveo ha come fine il miglioramento della capacità di deflusso e al contempo il rispetto delle biocenosi che vivono e dei loro habitat nella vegetazione acquatica.

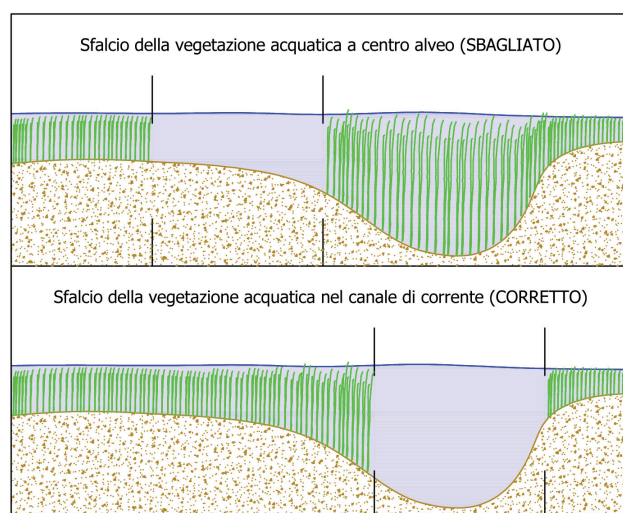


FIG. 6-39 SEZIONE DI UN INTERVENTO TIPO

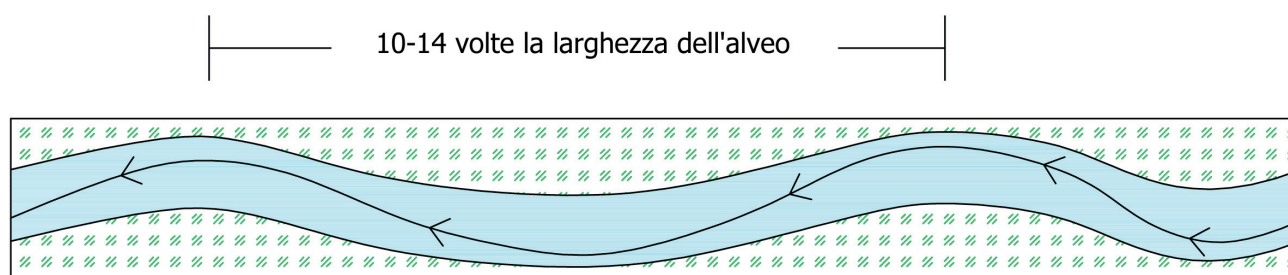


FIG. 6-40 SCHEMA DI CANALE DI CORRENTE ALL'INTERNO DELL'ALVEO DEL CORSO D'ACQUA.



Descrizione: una valida alternativa alla messa in asciutta dei canali artificiali, che limita la potenzialità ecologica di tali corpi idrici, consiste nell'effettuare delle "asciutte parziali", definendo un battente idrico minimo sufficientemente alto da consentire la vita dei pesci e, al tempo stesso, sufficientemente ridotto da consentire la realizzazione degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria degli alvei. La definizione del tirante idraulico minimo avviene sulla base della fauna ittica presente e delle caratteristiche idrauliche e morfometriche dei canali. Tale modifica implica la necessità di adottare dispositivi che consentano di effettuare in sicurezza gli interventi di manutenzione in presenza di acqua. In secondo luogo, andrebbe perseguito l'obiettivo di concentrare gli interventi di manutenzione in un'unica asciutta (parziale), della quale potrebbe essere eventualmente prolungata la durata. In pratica, gli interventi di manutenzione vengono similmente concentrati in un'asciutta; la seconda asciutta, invece, potrà essere utilizzata solo per effettuare sopralluoghi e per progettare gli interventi da realizzare in seguito e caratterizzata da un livello medio dell'acqua decisamente maggiore (circa 1 metro). Per la rete secondaria, laddove le opere di presa dei canali sono ad una quota compatibile (non più di 40 cm dal fondo), si ritiene opportuno deviare una portata minima anche verso i canali secondari. Anche se non è possibile fornire indicazioni specifiche in merito, in linea di massima si ritiene che la portata di sopravvivenza possa essere dell'ordine di qualche l/s per i canali più piccoli e di qualche decina di l/s per quelli di dimensioni maggiori. Di seguito, vengono riportate alcune soluzioni adottabili per l'esecuzione dei lavori nei canali.

Interventi di pulizia, dragaggio e ricalibratura del fondo. Si può intervenire anche in presenza di acqua e, considerando che l'asciutta parziale deve prevedere un tirante idraulico minimo dell'ordine di 30 cm (sulla base di curve di preferenza del barbo comune), un escavatore può muoversi e lavorare senza particolari problemi; procedendo da valle verso monte, si evita anche di distribuire lungo l'intera asta la torbidità generata dal movimento del

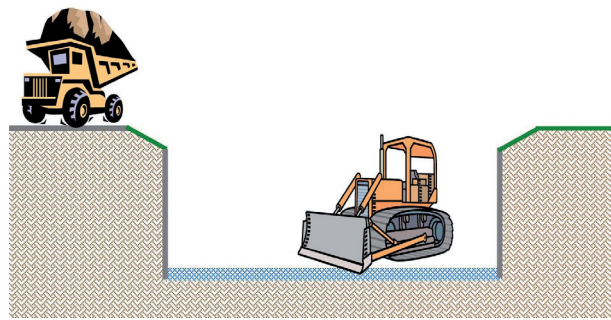


FIG. 6-41 SCHEMA GRAFICO PER INTERVENTI TIPO DA ESEGUIRE IN ALVEO.

sedimento. In tali condizioni, è possibile sia rimuovere materiali quali rifiuti, inerti e resti vegetali, sia dragare e rimodellare il fondo del canale. Meno agevole risulta, invece, l'utilizzo di autocarri: in funzione del numero di assi, delle caratteristiche del fondo e del battente idrico, l'utilizzo di autocarri all'interno dei canali può risultare più difficoltoso. Nella maggior parte dei casi, comunque, i lavori possono essere effettuati lasciando l'autocarro sulle alzaie e l'escavatore in alveo.

Interventi che non interessano il perimetro bagnato. In tale categoria sono incluse tutte quelle tipologie d'intervento che non coinvolgono né il fondo dei canali, né direttamente le sponde. Ad esempio, rientrano in questa categoria gli interventi di manutenzione e riqualificazione delle alzaie, di recupero di strutture quali lavatoi, edifici. In questi casi, la presenza d'acqua non interferisce direttamente con le lavorazioni, ma potrebbe solo avere delle controindicazioni in termini di sicurezza. Si ritiene, pertanto, che questo tipo di interventi possano essere svolti tranquillamente in presenza d'acqua, adottando, nei casi in cui lo si ritenga necessario, precauzioni quali l'installazione di parapetti, reti e l'utilizzo di segnaletica di cantiere per motivi di sicurezza.

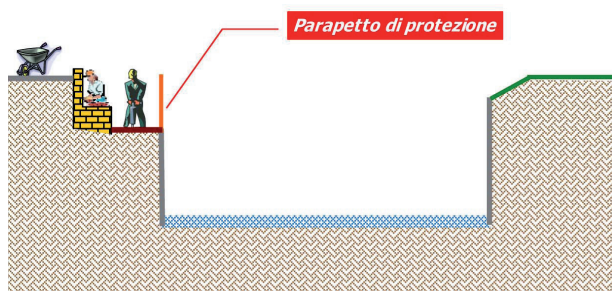


FIG. 6-42 SCHEMA GRAFICO PER INTERVENTI TIPO CHE NON INTERESSANO IL PERIMETRO BAGNATO.

Interventi sulla parte media e sommitale delle opere spondali. In regime di asciutta parziale, la maggior parte della sponda dei canali risulta al di sopra del pelo libero dell'acqua. Nei casi in cui gli interventi di manutenzione riguardino esclusivamente questa parte della sponda, non è necessario realizzare opere provvisorie di regimazione idraulica, ma è sufficiente installare delle strutture provvisorie, per poter lavorare in presenza di acqua. In particolare, in funzione della tipologia di lavoro da eseguire e della lunghezza del tratto di sponda interessata dall'intervento, è possibile o installare un ponteggio provvisorio, o noleggiare un trabattello mobile. In entrambi i casi, le strutture provvisorie devono essere dotate di parapetti, fermapièdi. In alcuni casi, può essere opportuno che il livello più basso abbia una superficie maggiore.

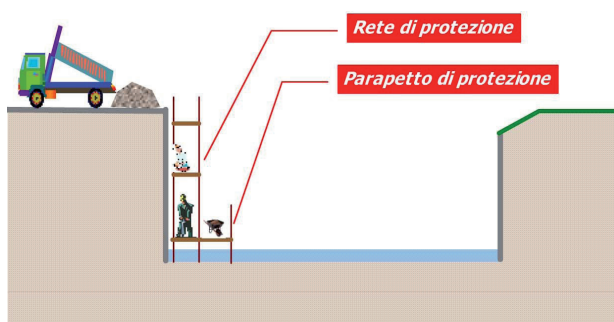


FIG. 6-43 SCHEMA GRAFICO PER INTERVENTI TIPO SULLA PARTE MEDIA E SOMMITALE DELLE OPERE SPONDALI.

Interventi sulle fondazioni delle opere spondali. Per poter realizzare gli interventi, è necessario mettere in asciutta il tratto di sponda su cui si prevede di lavorare. Quest'operazione, in funzione della larghezza dell'alveo e della lunghezza del tratto di intervento, può essere svolta in diversi modi: realizzando una tura in terra, utilizzando moduli prefabbricati del tipo New Jersey, utilizzando sacchi di sabbia e, per tutti i casi, ponendo in aggiunta un telo impermeabile in PVC. Nei casi in cui sia possibile scavare il fondo dei canali, senza ridurne la permeabilità e senza compromettere la stabilità delle opere di difesa spondale, si ritiene che una valida soluzione consista nello scavare una sorta di alveo di magra temporaneo, in cui far defluire tutta o parte della portata corrispondente all'asciutta parziale. In questo modo, le dimensioni del diaframma, che separa l'area bagnata dall'area di cantiere, potrà avere dimensioni minori.

Interventi sotto il fondo del canale. In quest'ultimo caso, l'unico modo, per poter realizzare il lavoro in presenza di acqua, è quello di frazionare l'attraversamento in due o più fasi ed adottare le soluzioni previste al punto precedente. In alternativa, nei casi in cui siano previsti scavi anche all'esterno del canale (ad esempio per la realizzazione di sottopassaggi), è possibile fare uso di spingitubo.

Dove si applica: gli interventi di asciutta parziale riguardano la rete principale dei canali irrigui. L'intervento di deviazione di una portata minima riguarda invece alla rete secondaria, che costituisce la maggior parte della rete irrigua di riferimento.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: tale intervento assume importanza nell'ottica di una gestione ittiocompatibile del reticolo idrografico artificiale, per la salvaguardia dei pesci e più in generale dell'eventuale fauna acquatica insediata. L'obiettivo è infatti quello di creare le condizioni ambientali affinché nella rete artificiale si instauri una comunità ittica stabile e diversificata, composta da popolazioni in grado di autosostenersi e affinché tali ambienti possano sostenere anche le biocenosi acquatiche connesse.

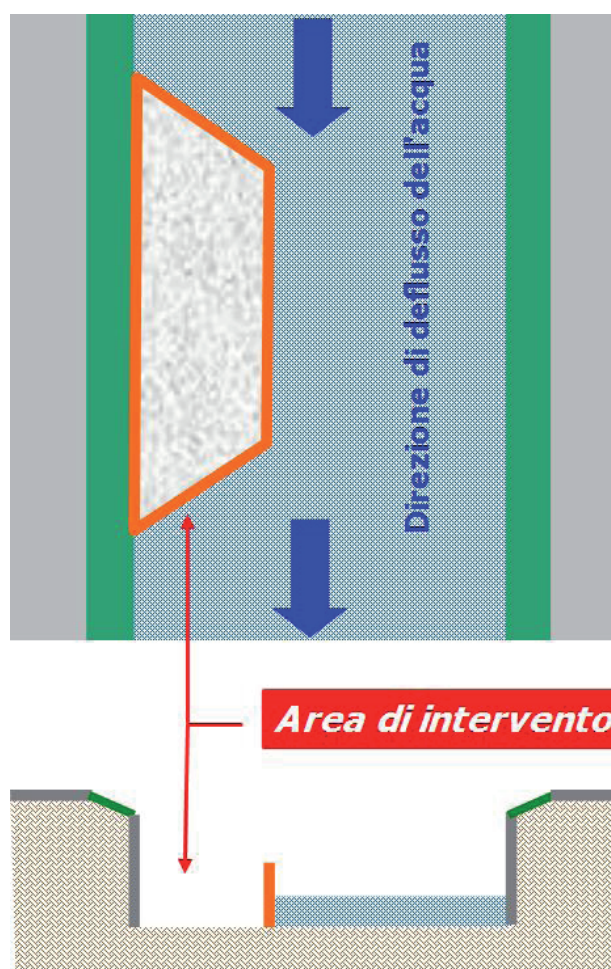


FIG. 6-44 SCHEMA GRAFICO PER INTERVENTI TIPO SULLE FONDAZIONI.



Descrizione: Nei casi in cui la tipologia dei lavori previsti richieda, per motivi tecnici, l'asciutta totale e che quindi non possano essere adottate le soluzioni proposte relative all'esecuzione dei lavori in presenza di acqua, si propone di adottare altre soluzioni di seguito illustrate. In questi casi, per non mettere in asciutta totale l'intero sviluppo del canale, le uniche soluzioni adottabili consistono o nella realizzazione di un by-pass o nel deviare altrove l'acqua a monte del tratto di intervento ed eventualmente reintegrarla a valle con acqua proveniente da altre fonti.

Bypass. Il by-pass, in funzione della lunghezza dell'area di intervento, della tipologia di intervento e delle caratteristiche delle aree esterne al canale, può essere o realizzato convogliando l'acqua in un tubo, o sfruttando corsi d'acqua esistenti che consentano poi di reimmettere l'acqua nel canale. La prima soluzione prevede di convogliare il flusso dell'acqua in tubi in PVC da porsi all'esterno dell'alveo. In questo caso sarà necessario dotarsi di pompe in grado di inviare la portata del canale nel tubo, superando il salto dovuto alla sponda. In alternativa si propone di sfruttare corpi idrici superficiali quali rogge, fontanili o canali per deviare temporaneamente l'acqua e reimmetterla nel canale principale a valle del tratto di intervento. Deve essere inoltre considerata l'ipotesi di modificare una o più opere idrauliche per poter consentire il corretto funzionamento del by-pass.

Scarico delle acque in altri corpi idrici. In questo caso la soluzione proposta consiste nello sfruttare altri corpi idrici connessi con il canale, per scaricarci le acque a monte del tratto di intervento. A differenza dei by-pass, in questo caso non è possibile recuperare l'acqua più a valle. Questa operazione può essere messa in pratica sfruttando corsi d'acqua naturali che sifonano il canale, scolmatori esistenti, scaricatori di fondo o la rete di distribuzione irrigua.

Immissione di acqua da corpi idrici non appartenenti alla rete irrigua. Questa opzione prevede di sfruttare corpi idrici esterni (fontanili e rogge) per alimentare i canali irrigui. Una simile soluzione può rendersi necessaria o per ripristinare il flusso idrico a valle di un tratto oggetto di asciutta totale, o per incrementare la portata in regime di asciutta parziale in tratti dove a causa delle perdite in falda è necessario reintegrare il deflusso minimo. Nella maggior parte dei casi, per poter realizzare sistemi di questo tipo è necessario prevedere la realizzazione di una stazione di sollevamento, nel caso il canale si trovi ad una quota più alta rispetto agli altri corsi d'acqua. Vale la pena di realizzare strutture di questo tipo se la portata disponibile è di almeno 100 l/s.

Dove si applica: *tali tipi di interventi riguardano esclusivamente la rete principale dei canali irrigui.* Nel caso specifico del bypass è necessario che ce ne siano le condizioni, ossia che il sistema dei corpi idrici superficiali sia tale da consentire un'operazione di questo tipo. In particolare è necessario sia che i tracciati, le pendenze e le connessioni tra i corpi idrici lo consentano, sia che la sezione idraulica degli stessi sia in grado di ospitare la portata aggiuntiva dovuta al by-pass temporaneo.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: Nel caso invece dello scarico di acque in altri corpi idrici, qualora si adottasse tale soluzione, è opportuno verificare che il corpo idrico in cui si intende scaricare le acque sia in grado di accogliere la portata in eccesso, valutando anche il comportamento idraulico in caso di piena. Opzioni di questo tipo devono essere valutate in base alla disponibilità idrica nei singoli siti e alla portata minima che deve essere immessa nel canale. Nel caso si pensasse di utilizzare altri corpi idrici non irrigui, deve essere indagata l'eventuale presenza di rogge e fontanili.



Descrizione: nel sistema idrico secondario, a cui la rete irrigua appartiene, andrebbe valutata l'opportunità della costruzione di trappole per fango, in quanto evitano la necessità di periodici dragaggi su lunghi tratti in alveo e di conseguenza i connessi sconvolgimenti ambientali. Le trappole per sedimenti sono costituite da piccoli bacini ad acque profonde ricavati direttamente in alveo mediante allargamento di sezione e di scavo del fondo. Tali aree necessitano di zone di accesso per i mezzi dedicati allo spurgo dei sedimenti e devono essere dimensionate in funzione delle particelle solide che si intende far sedimentare.

Dove si applica: questa tipologia d'intervento deve essere applicata in presenza di canali che presentano un elevato trasporto solido e/o che necessitano di periodici interventi di dragaggio del fondo.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: la creazione di trappole per sedimenti ha la funzione di creare delle zone di calma per le acque e favorire conseguentemente la sedimentazione. Le trappole permettono infatti di concentrare in zone specifiche l'accumulo di sedimenti presenti nelle acque, così da diminuire la torbidità e la sedimentazione distribuita lungo l'intera asta, con l'ulteriore vantaggio di facilitare le operazioni di estrazione dei sedimenti (spurghi) accumulatisi e diminuire quindi l'impatto sull'ecosistema del canale. Inoltre, abbattendo la quota di sedimenti in sospensione, riducono il carico di questi inquinanti che i canali possono trasferire al reticolo naturale in cui confluiscono. I lavori vengono concentrati in un unico punto.

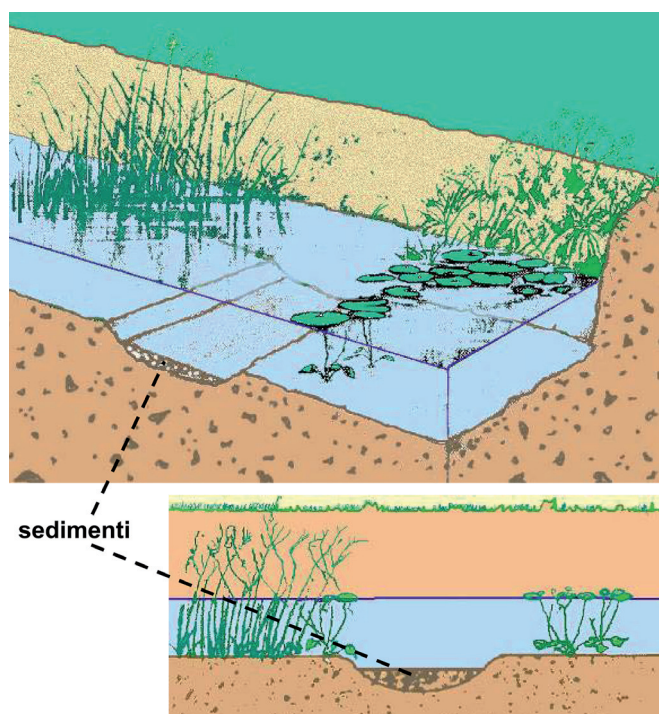


FIG. 6-45 REALIZZAZIONE ESEMPLIFICATIVA. SEZIONE DI UN INTERVENTO DI UNA TRAPPOLA PER FANGO. FONTE: NEWBOLD ET AL. 1989



Descrizione: l'intervento consiste nel ricavare sul fondo del canale un alveo di dimensioni ridotte in cui far defluire la portata rilasciata durante le asciutte parziali. L'alveo di magra può essere realizzato o scavando il fondo esistente o riempiendo ai lati; tale scelta deve essere eseguita in funzione delle caratteristiche specifiche del tratto di canale su cui si interviene (granulometria e permeabilità del fondo, sezione idraulica, scabrezza). Approssimativamente la sezione dell'alveo di magra deve essere dell'ordine dei 2-3 m², con un battente idrico pari a 0,5-1 m. L'alveo di magra non deve essere omogeneo e deve essere caratterizzato dall'alternanza di zone più o meno profonde, dalla presenza di rifugi per pesci con velocità di corrente estremamente ridotte che consentano ai pesci di "riposare" e di proteggersi dai predatori. Tale risultato può essere ottenuto realizzando all'interno dell'alveo di magra gli interventi di diversificazione dell'habitat proposti precedentemente.

Dove si applica: questa tipologia d'intervento deve essere applicata in presenza canali ad alveo trapezoidale soggetti periodicamente all'asciutta e per i quali può essere prevista l'asciutta parziale presentata precedentemente.

Finalità ed effetti sulle biocenosi: La creazione di un alveo di magra al centro del canale permette, a parità di deflusso minimo presente nel periodo di asciutta parziale del canale, una funzionalità ecologica molto maggiore. Con questo accorgimento tale portata può infatti sostenere la comunità ittica e le biocenosi acquatiche presenti nelle condizioni ordinarie.

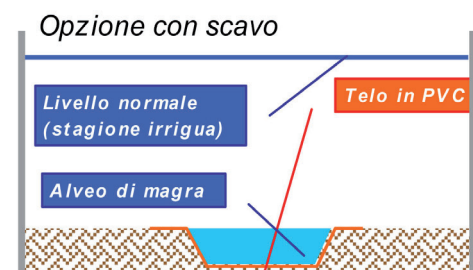
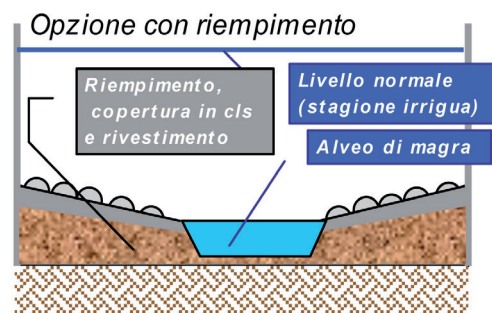
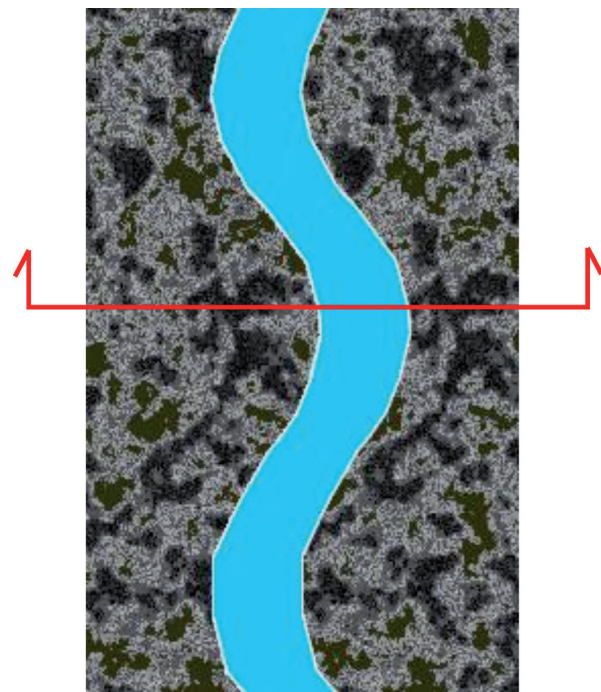


FIG. 6-46 REALIZZAZIONE ESEMPLIFICATIVA. SEZIONI DI CREAZIONE DI UN ALVEO DI MAGRA AL CENTRO DEL CANALE CON RIEMPIMENTO E CON SCAVO.

7 - LO SFALCIO DELLA VEGETAZIONE

Al fine di mantenere l'efficienza idraulica del sistema irriguo sono comunemente previste attività di manutenzione che consistono nella periodica rimozione della vegetazione acquatica. Tali operazioni, attuate nella maggior parte dei casi senza tener conto dell'ecologia e delle esigenze della fauna ittica (tagli della vegetazione acquatica con modalità non idonee e nei periodi in cui i pesci si riproducono; sfalcio delle erbe di ripa con abbandono in acqua dei residui di potatura, che avviano processi di putrefazione ed eutrofizzazione; ecc.) possono avere una incidenza negativa su tutte le comunità acquatiche.

È possibile però attuare interventi di contenimento della vegetazione acquatica a "ridotto impatto ambientale" e adottare tempistiche che tengano conto sia delle esigenze irrigue che dei cicli biologici della fauna ittica e della fauna acquatica in generale. Vengono qui presentati alcuni approfondimenti in merito allo sfalcio della vegetazione. Questi approfondimenti tengono in considerazione anche le indicazioni fornite dal Parco del Ticino in merito alla manutenzione ordinaria dei colatori consortili precedentemente citata, in virtù del decreto ministeriale n.184/2007 e delle DGR n.6648/2008, n.7884/2008 e n.9275/2009 (in cui sono state individuate le misure di conservazione relative alle ZPS ed alle Zone Speciali di Conservazione ZSC) e della L.R. 10/2008.

La **tempistica di rimozione della vegetazione acquatica** contribuisce a determinare l'entità degli impatti indotti dagli sfalci. La tempistica di rimozione proposta per questa tipologia di interventi tiene quindi conto della normativa sopra citata e delle indicazioni fornite dal Parco del Ticino. Se i tagli avvengono durante il periodo riproduttivo i danni a carico delle specie ittiche e della fauna acquatica possono essere rilevanti. Viceversa se le operazioni vengono condotte fuori da tale periodo i danni a carico dei pesci possono essere ridotti. L'impostazione del calendario degli sfalci deve tener conto delle esigenze riproduttive della fauna ittica e della fauna acquatica in generale, al fine di minimizzare i danni sulle uova o sulle larve, per questo motivo *gli sfalci sono da eseguirsi solo se strettamente necessari ed effettuati prima del 20 marzo e dopo il 15 settembre*. Inoltre nelle aree umide e nei canneti sono vietate le attività di tagli e i lavori di ordinaria gestione nel periodo dal 1 marzo al 10 agosto, secondo la normativa sopra citata.

Inoltre deve essere considerato che secondo l'art. 5 della LR 10/2008, gli interventi di contenimento del canneto e della vegetazione e delle erbe palustri sono ammessi se eseguiti con tecniche che non arrechino disturbo alla nidificazione, riproduzione e svezzamento della fauna selvatica e *se eseguiti parzialmente, ossia lasciando intatta almeno una superficie pari ad un terzo dell'habitat gestito*. Lo scopo è di contenere l'eutrofizzazione e l'eccessivo sviluppo della vegetazione che compromette la biodiversità dei luoghi, procedendo solo per settori alterni, anziché sulla totalità dell'habitat presente.

Si ricorda inoltre che *gli eventuali interventi di contenimento non possono configurarsi quali pratiche abituali*, come riportato anche dal Piano Ittico della Provincia di Pavia.

Anche gli **strumenti di sfalcio** rappresentano un aspetto importante nella gestione della vegetazione. Il contenimento della vegetazione acquatica viene solitamente effettuato con attrezzi invasivi quali gli **erpici rotanti**, che risultano economicamente vantaggiosi, ma che sono estremamente dannosi per tutte le forme di vita acquatica in quanto uccidono o mutilano parte degli animali presenti e determinano modificazioni meccaniche a livello dei substrati, con conseguente distruzione delle eventuali uova deposte. Viceversa risulterebbe a minore impatto per l'ittiofauna l'utilizzo di **erpici a barra falciante**, che per struttura e modalità operativa lavorano relativamente sollevati dal fondo. Nella valutazione della tipologia di attrezzatura a minore impatto occorre considerare che il taglio con barre falcianti ha efficacia minore sulla vegetazione rispetto a quello con fresa. La ricrescita delle piante acquatiche è più rapida, per cui si devono prevedere interventi in numero maggiore. L'aumento del numero di interventi (con alcuni collocati in periodo riproduttivo) andrebbe attentamente valutato, in quanto, come sopra accennato, l'azione della barra falciante non coinvolge direttamente il substrato ma rimane leggermente rialzata da esso, evitando così di danneggiare eventuali uova deposte. Tuttavia la turbolenza dovuta al movimento dei mezzi in acqua potrebbe creare problemi. Occorre inoltre considerare che un aumento del numero di interventi determinerebbe un aggravio dei costi di manutenzione.

In casi specifici, può essere considerata anche la gestione **manuale della vegetazione**.

Anche la benna falciante lascia passare l'acqua, trattenendo la vegetazione sfalciata, ma tale strumento può determinare un'azione di risezionamento del fondo dei canali, movimentando sostanze organiche, interagendo con eventuali nicchie ecologiche presenti ed aumentando il trasporto solido. È quindi necessario, in questo caso, non approfondire troppo il taglio della vegetazione di fondo, concentrando tale intervento lungo il canale di corrente: da

prediligere quindi il taglio incompleto della vegetazione sul fondo, che mantiene alta la funzionalità ecologica del canale. Per maggiori dettagli, si faccia riferimento alla scheda relativa alla creazione del canale di corrente.

Per quanto concerne lo sfalcio della vegetazione sulle sponde, esso può essere mirato anche al mantenimento di una fascia di vegetazione palustre al piede della sponda, che potenzia la valenza ecologica del canale. Relativamente alle macchine impiegate, il trincia-sarmenti permette di operare fino al piede della sponda, e può essere montato su braccio articolato portato da trattore o da altro mezzo semovente o, in alternativa, essere montato posteriormente o lateralmente al trattore, in base alle caratteristiche del sistema irriguo. Tale metodologia non favorisce però la formazione di un cotico erboso stabile, ma i fenomeni di umificazione che si instaurano permettono l'insediamento di specie erbacee ad alto accrescimento, per l'aumento di fertilità che si verifica. Esistono inoltre una serie di mezzi di nuova introduzione specifici per la gestione dei canali, tra cui la barca dotata di barra falciante, i semoventi idrostatici, i mezzi anfibi (utili in caso di canali scarsamente accessibili) e il ragno.

Relativamente invece alle **modalità di sfalcio**, è da valutare la possibilità di sostituire allo sfalcio completo della vegetazione acquatica la costruzione di un canale di corrente. Inoltre, come sancito anche dalla L.R. 10/2008 in presenza di canneto o altra vegetazione palustre il taglio della vegetazione spondale delle rete irrigua deve essere effettuato solo su una delle due sponde in modo alternato nel tempo e nello spazio: questo evidenzia come la distribuzione spaziale degli interventi di sfalcio rivesta un ruolo importante. L'esecuzione degli interventi dovrebbe comunque assicurare la permanenza nel corpo idrico di una significativa percentuale di ricopertura vegetale (20-30%), in particolare lungo le sponde, intervenendo quindi nella parte centrale del corso d'acqua.

Lo sfalcio della vegetazione lungo le sponde deve essere attentamente valutato ed effettuato solo se strettamente necessario. In subordine, occorre evitare di abbandonare i residui di potatura nei pressi delle sponde o, peggio, all'interno del corso d'acqua in quanto essi potrebbero contribuire ad un aumento dei processi di eutrofizzazione e putrefazione, con conseguente alterazione qualitativa delle acque.

Inoltre una corretta gestione della vegetazione alveale e ripariale deve soddisfare l'esigenza di mantenere una vegetazione in buona salute e allo stesso tempo l'esigenza di rimuovere degli elementi pericolosi per la stabilità del corso d'acqua. Per la manutenzione delle rive vegetate devono infatti essere previsti tagli non indiscriminati ma selettivi, connessi ai soli casi di reale necessità per il contenimento del rischio idraulico, tagliando gli individui morti in piedi, deperienti e senescenti o poco stabili. Inoltre a ridosso delle sponde, per motivi idraulici, la vegetazione può essere mantenuta a portamento arbustivo per una fascia di profondità di 4 m, in quanto, flettendosi al passaggio della piena, ne consente il regolare deflusso: si tratta in questo caso di canali irrigui di una certa dimensione e che, per questioni spaziali, permettono l'insediamento di una fascia ripariale più estesa.

L'asportazione della vegetazione "a tessere" favorisce inoltre la diversità ecologica, sia perché incrementa l'effetto margine dato dallo sviluppo delle aree di ecotono tra la tessera sfalciata e quella indisturbata sia perché determina un continuo avvicinarsi di specie vegetali diverse. **Se gli interventi vengono effettuati su piccola scala e modalità tecniche ecologicamente più corrette**, le popolazioni faunistiche sopravvivono, creando anche un mosaico di microhabitat, utilizzati da specie diverse. Se invece gli **interventi di manutenzione sono realizzati su ampia scala, su tutto il canale**, le popolazioni faunistiche sono periodicamente distrutte e **si creano biotopi omogenei, che portano ad una diminuzione della diversità ecologica**.

Sulla base di quanto presentato, la **gestione della vegetazione e degli sfalci** dovrebbe essere effettuata:

- considerando una **corretta distribuzione spaziale e temporale dei lavori di manutenzione** che consenta di ridurre i danni all'ecosistema e promuovere la diversità ecologica. Anche la distribuzione temporale dei lavori di manutenzione riveste un ruolo importante: deve essere determinato il periodo ottimale per la manutenzione del sistema irriguo, in funzione delle esigenze ecosistemiche dello stesso e dei periodi riproduttivi della fauna che è solita frequentare questi ambienti;
- **evitando la rimozione completa della vegetazione**, sulla base delle modalità sopra esposte (creazione di canali di corrente);
- **utilizzando macchinari non invasivi e a basso impatto ecologico** (erpici a barra falciante) o in alternativa ricorrendo anche alla gestione manuale;
- valutando attentamente l'**effettiva necessità dell'intervento**.

8 - UN CASO CONCRETO: LA CHIAVICA DEL GRAVELLONE

Nell'ambito del progetto cofinanziato dalla Fondazione Cariplo, questo intervento si è inserito fra le attività dell'Azione 5 "Realizzazione di Azioni pilota di deframmentazione e di incremento degli habitat della "fauna minore", ed è stato selezionato dopo varie ipotesi esaminate dagli enti coinvolti, ovvero Parco del Ticino, Università di Pavia, Provincia di Pavia e Consorzio di bonifica Valle del Ticino.

Il criterio-guida, riferendosi ad un'azione di deframmentazione, è stato quello di partire dal corso d'acqua principale, il Ticino, dal quale iniziare il ripristino della connettività della sua vastissima rete idrica laterale, che trova nel sistema del Gravello uno degli ambiti di maggior importanza, ma al contempo di maggiore compromissione.



FIG. 8-1: LOCALIZZAZIONE INTERVENTO A VALLE DELLA CHIAVICA

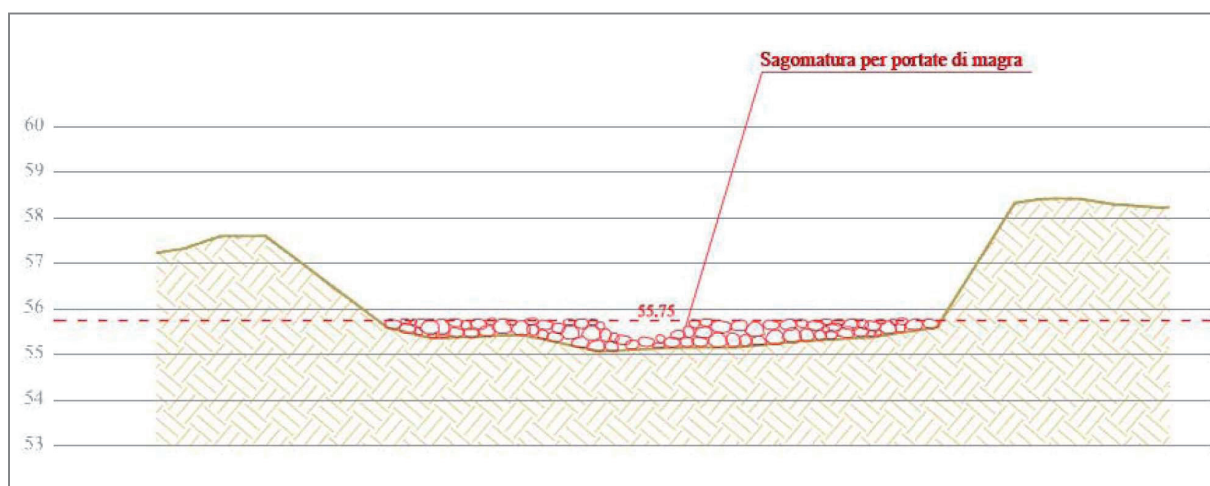


FIG. 8-2: SEZIONE DELL'INTERVENTO A VALLE DELLA CHIAVICA

Gli interventi di deframmentazione realizzati nell'ambito di questo progetto:

- hanno permesso il ripristino della continuità ecologica all'altezza della chiavica, mediante la realizzazione di una soglia semisommersa in ciottoloni a valle della chiavica (Figura 8-3);
- hanno ripristinato l'accessibilità da parte della fauna ittica nel tratto terminale del Gravello, prima della sua confluenza nel Fiume Ticino, mediante la realizzazione di una rampa, intervento privilegiato poiché ha un effetto sinergico con l'intervento sulla chiavica, ossia quello finalizzato al ripristino della continuità ecologica nel tratto terminale del Gravello. L'elevata pendenza di questo tratto, anomala per un corso d'acqua di pianura come il Gravello, è da ricondursi agli interventi di diversione del tratto terminale del canale, il cui corso è stato deviato per connettersi con il Fiume Ticino percorrendo il minor tragitto possibile e andando quindi ad aumentare la pendenza del corso d'acqua con conseguenti problemi di percorribilità dal punto di vista ittico.



FIG. 8-3: INTERVENTO A VALLE DELLA CHIAVICA: ANTE OPERAM (SOPRA) E POST OPERAM (SOTTO).

Nel corso del progetto, oltre alla indagini e ai rilievi necessari per la progettazione della soglia in corrispondenza della chiavica, è stata effettuata un'indagine finalizzata alla caratterizzazione del tratto di canale compreso tra la chiavica e la confluenza in Ticino. Lo scopo di tale indagine era quello di verificare l'opportunità e la necessità di effettuare interventi di riqualificazione e diversificazione ecosistemica in questo tratto di canale, lungo complessivamente circa 1.300 m.

Nel corso dei rilievi, il tratto di interesse è stato suddiviso in cinque tratti distinti, omogenei per caratteristiche idrauliche ed ecologiche e sono stati individuati i possibili interventi previsti per ciascuno di essi, ripartiti nella tabella seguente.

TABELLA 8-1 DESCRIZIONE DEI TRATTI INTERESSATI DAL PROGETTO E DEI RELATIVI INTERVENTI.

Tratto	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Profondità [m]	Descrizione sintetica	Possibili interventi migliorativi
1	120	10	0,4 → 1,0	Tratto immediatamente a valle della chiavica. Corrente a tratti vivace grazie alla pendenza significativa e alla presenza di qualche masso che spezza la corrente. Sponde ben vegetate e buona ombreggiatura.	1) Cluster di massi alla rinfusa, con lo scopo di spezzare la corrente e creare rifugi in alveo.
2	720	10	0,4 → 1,2	Tratto a corrente lenta e poco diversificato. Sponde inerbite, ma prive di vegetazione arborea e arbustiva.	1) Rifugi sottosponda in legname, completati a monte con una protezione in massi. 2) Formazione di aree a canneto lungo le sponde, mediante la posa di rulli spondali o la formazione di aree poco profonde protette dalla corrente. 3) Posa di ceppaie ancorate al fondo dell'alveo. 4) Piantumazione delle sponde con alberi e arbusti.
3	140	7	0,3 → 0,8	Simile al tratto precedente, l'habitat continua ad essere banale e omogeneo, ma la velocità media della corrente è sensibilmente più alta. Le sponde sono in parte	1) Rifugi sottosponda in legname, completati a monte con una protezione in massi. 2) Posa di ceppaie ancorate al fondo dell'alveo. 3) Posa di ulteriori massi alla
				vegetate e in alcuni tratti vi sono dei ciottoloni al piede delle stesse che costituiscono dei buoni rifugi per la fauna ittica.	rinfusa al piede delle sponde con lo scopo di incrementare il numero di rifugi.
4	230	7	0,3 → 0,6	Grazie all'aumento della pendenza media, la corrente diventa decisamente più veloce, la profondità media si riduce e l'habitat diventa in generale più diversificato. La sponda destra è ben vegetata con alberi e arbusti, mentre la sponda sinistra è priva di piante. Continuano ad esserci i ciottoloni al piede delle sponde.	1) Formazione di deflettori a "V" a centro alveo e contestuale protezione delle sponde a valle dei deflettori con massi. 2) Cluster di massi alla rinfusa, con lo scopo di spezzare la corrente e creare rifugi in alveo. 3) Piantumazione delle sponde, in particolare quella sinistra, con alberi e arbusti.
5	90	6	0,2 → 0,5	La pendenza del fondo cresce ulteriormente fino a diventare un fattore limitante per la risalita della fauna ittica. Le sponde sono poco vegetate e i ciottoloni sono ampiamente presenti sulle due sponde.	1) Cluster di massi alla rinfusa, con lo scopo di spezzare la corrente, formare piccole pool e trasformare l'ultimo tratto di canale in una sorta di rampa in pietrame.

Le immagini seguenti mostrano alcuni esempi degli interventi realizzati.



FIG. 8-4: POSA DI MASSI SOMMERSI PRIMA DELL'IMMISSIONE NEL FIUME TICINO: ANTE OPERAM (SOPRA) E POST OPERAM (SOTTO).



FIG. 8-5: INTERVENTI DI DIVERSIFICAZIONE SPONDALE SUL COLATORE GRAVELLONE (CON RAMAGLIA)



FIG. 8-6: ALTRI INTERVENTI DI DIVERSIFICAZIONE SPONDALE SUL COLATORE GRAVELLONE CON RAMAGLIA – POST OPERAM

9 - CONCLUSIONI

La fitta rete di canali costituisce uno degli elementi fondanti del territorio lombardo di pianura, esercitando numerose e diversificate funzioni, che però al contempo la rendono un sistema fragile, poiché deve rispondere a richieste di servizi talvolta anche molto contrastanti. Una moderna e coerente gestione di questa rete deve porsi come obiettivo strategico l'equilibrio complessivo tra tutte le esigenze, in particolare quelle produttive, ambientali, ecologiche e paesaggistiche.

Il presente manuale ha l'obiettivo di rappresentare modalità di gestione e di manutenzione di elementi del reticolo idrografico idonee ad una maggior salvaguardia della fauna ittica, dell'ecosistema acquatico e degli habitat, con riguardo anche al comparto vegetale terrestre.

Sono state inoltre sottolineate le potenzialità ecologiche del sistema irriguo distribuito, sia nel territorio interessato dalla presenza dei SIC "Boschi di Vaccarizza" e "Boschi di Siro Negri e Moriano" e della ZPS meridionale "Boschi del Ticino", sia nella parte restante del Parco del Ticino.

Alla luce delle soluzioni prospettate e delle relative finalità, le Amministrazioni che intervengono a vario titolo nell'iter amministrativo (Parchi, Province, Autorità Idraulica, Consorzi di Gestione) possono promuovere dei protocolli d'intesa con le Associazioni di categoria, per la predisposizione di programmi di gestione della rete irrigua artificiale, in attuazione delle buone pratiche del presente manuale. Ciò anche al fine di valutare organicamente gli interventi sul territorio nella direzione di una semplificazione amministrativa dell'iter procedurale autorizzativo.



10 - BIBLIOGRAFIA

Bischetti et al. 2008. La riqualificazione dei canali agricoli. Linee Guida per la Lombardia. *Quaderno della Ricerca n.92*.

Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana, 2006. *La gestione naturalistica del reticolo idrico di pianura*. 121 pp. Dicembre 2006.

DGR n.6-48740 del 29/02/2000 "*Quaderno delle opere di ingegneria naturalistica*".

Hunt R.L., 1993. *Trout stream therapy*. The University of Wisconsin Press, Madison, 84 pp.

GRAIA, 2006. *Studio per mitigazione degli impatti sull'ittiofauna*. Rapporto tecnico alla Provincia di Milano, 92 pp.

GRAIA, 2008. Interventi idraulici ittocompatibili: Linee Guida. *Quaderno della Ricerca n.125*.

Newman R.M. & Waters T.F., 1989. Differences in brown trout (*Salmo trutta*) production among contiguous section of an entire stream. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 203-213.

Regione Emilia Romagna, 2012. *Linee Guida per la riqualificazione ambientale dei canali di bonifica in Emilia Romagna*, 153 pp.

Regione Veneto, 2009. *Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua a supporto dei consorzi di bonifica*, 144 pp.



La certificazione FSC, Forest Stewardship Council, è il principale meccanismo di garanzia sull'origine della carta. Si tratta di un sistema di certificazione internazionale che garantisce che la materia prima usata per realizzare un prodotto in carta proviene da foreste dove sono rispettati dei rigorosi standard ambientali, sociali ed economici



MAB UNESCO
Parco  Ticino



www.parcoticino.it