

Linee guida

per il recupero ambientale dei siti
interessati dalle attività estrattive
in ambito golenale di Po nel tratto
che interessa le Province di
Piacenza, Parma e Reggio Emilia

Le presenti Linee guida per il recupero ambientale dei siti interessati dalle attività estrattive in ambito fluviale sono state approvate con delibera di Giunta regionale n. 2171 del 27 dicembre 2007.

Le Linee guida sono state redatte dalla Regione, nell'ambito dell'Assessorato Sicurezza territoriale, Difesa del Suolo e della Costa, Protezione Civile, con il supporto scientifico dell'Università di Pavia, Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri, che ha attivato a sua volta un gruppo di lavoro tecnico-scientifico pluridisciplinare, coordinato dal professore G. Rossi, costituito da componenti del Dipartimento stesso, da membri degli Istituti universitari di Parma e di Bologna e opportunamente integrato da esperti esterni, di comprovata esperienza.

Le attività previste dal progetto di lavoro sono state assistite da un gruppo di lavoro composto da tre rappresentanti della Regione e da un rappresentante per ciascuna delle Province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia, con il compito di svolgere funzioni di orientamento dell'attività e di verifica dei risultati, nonché di coordinamento tra i contenuti dello studio e le attività di pianificazione e gestione del settore.

Gruppo di lavoro pluridisciplinare

Università di Pavia
Dipartimento di Ecologia del Territorio *prof. Graziano Rossi*
(responsabile scientifico)
dott.ssa Valeria Dominione

Università di Parma
Dipartimento Scienze Ambientali *prof. Pierluigi Viaroli*
dott.ssa Chiara Spotorno

Università di Bologna
Dipartimento Colture Arboree *prof. Enrico Muzzi*

Art S.r.l – Parma *ing. Ivo Fresia*

Studio Ambiter *dott. Giorgio Neri*

Gruppo di lavoro regionale e provinciale

Regione Emilia-Romagna *dott.ssa Franca Ricciardelli*
(coordinatore)
dott.ssa Annarita Rizzati
geom. Massimo Romagnoli

Provincia di Piacenza *dott. Giuseppe Bongiorno*

Provincia di Parma *dott. Andrea Pelosio*

Provincia di Reggio Emilia *dott.ssa Barbara Casoli*

Presentazione	4
PREMESSA	6
Ambito territoriale di applicazione, ambito pianificatorio e programmatico di riferimento, rapporto tra il Po e la sua regione	
1. OBIETTIVI	11
2. CARATTERIZZAZIONE TERRITORIALE	
2.1 Geomorfologia	15
2.2 Agricoltura	18
2.3 Paesaggio	20
2.4 Vegetazione, fauna, ecosistemi	25
3. INDIRIZZI PER LA COLTIVAZIONE ED IL RECUPERO DEI SITI ESTRATTIVI	35
4. INDICAZIONI PROGETTUALI	41
4.1 La progettazione delle attività estrattive	42
4.2 La progettazione del recupero: la qualità delle acque;	49
la compatibilità idraulica;	59
la progettazione e l'impianto della vegetazione;	66
l'uso dell'ingegneria naturalistica nel consolidamento e nella difesa delle aree golenali rimodellate;	85
indicazioni per favorire la fauna: elementi di interesse e di particolare valore protezionistico;	87
interventi a favore dell'erpetofauna e della batracofauna;	88
interventi a favore dell'ornitofauna;	91
interventi a favore dell'uso didattico e ricreativo	96
5. ALLEGATO 1. SPECIE DA UTILIZZARE PER LA COSTITUZIONE DEL BOSCO PLANIZIALE	99
A) Specie da utilizzare per la costituzione del bosco planiziale tipico.	99
B) Specie il cui inserimento nell'imboschimento è possibile, ma in misura sporadica	100
C) Specie rare in alta pianura ovvero comuni ad alto valore ornamentale, ovvero funzionali ai ripristini: a) Vegetazione idrofita; b) Formazioni elofitiche; c) Prati inondati e prati sfalciati; d) Vegetazione ruderale subxerofila ed igro-nitrofila; e) Cespuglieti e boschi igrofilici; f) Altri: arbusteti, siepi e mantelli boschivi	101
D) Check list delle specie erbacee utilizzabili per l'inerbimento	106
E) Elenco delle specie per la fitodepurazione	108
F) Specie vegetali esotiche da contrastare	108
G) Lista delle specie indesiderabili	110/111
6. ALLEGATO 2. GLOSSARIO	112
7. ALLEGATO 3. BIBLIOGRAFIA	116

Presentazione

Dopo il Manuale per il recupero della Cave edito dalla Regione Emilia-Romagna nel 2003, passaggio fondamentale per una visione integrata del fenomeno, sono lieto di presentare questo ulteriore passo in avanti nella gestione delle cave nelle regioni fluviali.

Motivo aggiuntivo di soddisfazione è la collaborazione con alcune province emiliane (Parma, Piacenza e Reggio) con il supporto scientifico in primo luogo di Pavia, ma anche di Parma e Bologna.

Focus delle Linee guida la regione fluviale del medio Po, estensibile però ad ogni zona della regione caratterizzata da significativi invasi idrici, il tutto in costante riferimento al PAI del Bacino del Po e ai PTCP e ai PIAE provinciali.

In una programmazione territoriale ancora più consapevole e sistemica vi è da recuperare un rapporto vitale tra corsi d'acqua ed il territorio circostante.

Le nostre regioni fluviali costituiscono oggi un carburante "banalizzato" caratterizzato da un irrigidimento del corso d'acqua e da una pesante pressione antropica.

In un simile contesto di progressivo consumo di suolo e di impoverimento del paesaggio non fa respiro strategico la "protezione", quanto una gestione integrata del fiume e del territori, cercando di far coesistere le componenti ecologiche con quelle economiche.

Ecco uno degli obiettivi di queste nuove Linee guida, favorire la trasformazione di una ferita in forme di recupero naturalistico al servizio della conservazione e dello

sviluppo della biodiversità animale e vegetale. L'area di cava recuperata può quindi configurarsi non tanto come un'oasi avulsa dal territorio, quanto come il catalizzatore di un nuovo modo di organizzare il medesimo.

La cava recuperata può e deve coniugare svariate attività e forme di fruizione, divenire formidabile strumento didattico e culturale, esempio vivente di uso del territorio, nonché rappresentare un punto nodale per la creazione di una rete degli ambiti a valenza ambientale e paesaggistica delle fasce fluviali in primo luogo del Po, contribuendo alla creazione di una rete ecologica regionale accompagnata dalla realizzazione di un progetto pilota di recupero (la Lanca dei Francesi in Comune di Roccabianca).

Queste Linee guida si rivolgono in primo luogo agli amministratori, ai pianificatori, agli imprenditori del settore, ma più in generale a tutte le Comunità coinvolte. Si spera con questo di dare un duplice contributo:

- a) declinare in modo concreto quello che troppo spesso è un "mantra" ideologico e cioè lo sviluppo sostenibile;*
- b) ridare ai nostri fiumi una centralità, troppo spesso dimenticata nelle politiche territoriali.*

Buona lettura a tutti.

Marioluigi Bruschini

Assessore alla Sicurezza Territoriale. Difesa del Suolo e della Costa. Protezione Civile

PREMESSA

Ambito territoriale di applicazione

Gli indirizzi della presente direttiva si applicano nella regione fluviale del medio tratto del fiume Po compreso nelle Province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia, continuo e omogeneo per caratteristiche geomorfologiche, paesaggistiche ed idrauliche, che ricomprende gli ambiti golenali e gli argini. Gli indirizzi contenuti nel presente documento costituiscono comunque riferimento per interventi nella regione fluviale del restante reticolo regionale, ferma restando l'applicazione di opportuni adeguamenti.



Carta della rete ecologica lungo il fiume Po, nelle Province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia (tratto da: Poli, 2001, RER)

Ambito pianificatorio e programmatico di riferimento

Le presenti Linee guida costituiscono attuazione dell'Accordo di programma, approvato con deliberazione di Giunta n. 1575 del 28 luglio 2003, sottoscritto tra Regione Emilia-Romagna, Province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia, Comuni rivieraschi, Ferrovie Emilia-Romagna ed ARNI, per l'attuazione del Programma speciale d'area "Po fiume d'Europa", che si inquadra nel contesto tecnico-normativo definito dall'art. 32 "Progetti di tutela, recupero e valorizzazione" del Piano territoriale paesistico regionale (PTPR). Tale Accordo ha come strategia la riorganizzazione spaziale e gestionale delle pertinenze fluviali sotto il profilo paesaggistico, ecologico e socio economico. A tal fine agisce sul paesaggio, sulla qualità ambientale, sulla fruibilità delle zone rivierasche e sul potenziamento della connessione

della regione fluviale con l'entroterra, mediante azioni per la valorizzazione del territorio, per lo sviluppo dell'offerta turistica e della fruizione pubblica, nonché attraverso attività dirette ad ampliare gli effetti virtuosi di tali azioni sul territorio, tra le quali anche la redazione di linee guida per il recupero dei siti interessati dalle attività estrattive.

Gli indirizzi espressi si integrano con le politiche di gestione fissate dal Piano per l'assetto idrogeologico del Fiume Po (PAI) volte ad assicurare la prioritaria salvaguardia dal



Dettaglio di cartografia storica relativa all'area di Roccabianca, località Ragazzola (Pr) - (tratto da: Topografia militare dei Ducati di Parma, Piacenza e Guastalla, sez. 15, vol. VIII, 1820-1821)

dissesto idraulico contestualmente alla ricostituzione di un ambiente fluviale diversificato, applicando adeguate forme di intervento finalizzate alla promozione dell'interconnessione ecologica di aree naturali, nel contesto di un processo di progressivo recupero della complessità e della biodi-

versità della regione fluviale, nonché alla fruizione turistico-ricreativa e didattica, ammettendo il mantenimento delle attività produttive, ma perseguendo l'obiettivo di cercare il giusto equilibrio tra le diverse funzioni.

Le azioni previste rappresentano inoltre attuazione delle politiche territoriali espresse dai Piani territoriali di coordinamento provinciale (PTCP) e sviluppate dai Piani infraregionali delle attività estrattive (PIAE) volte a garantire la coerenza tra le caratteristiche e lo stato del territorio e le destinazioni e gli interventi di trasformazione attuati.



Inondazione nel Ferrarese del mese di Novembre 1703, Biblioteca Ariostea di Ferrara, mappe serie XV-20

Rapporto tra il Po e la sua regione

La regione fluviale del Po ha da sempre attirato l'insediamento di popolazioni grazie all'offerta di risorse importanti: i suoi boschi fornivano legna da ardere, materiale da costruzione e ricetto per la selvaggina, le sue aree perifluviali venivano coltivate o destinate a pascolo, la corrente del fiume forniva energia idraulica, il suo corso rappresentava la principale via di comunicazione e di commercio.

Per contro le popolazioni insediate hanno avuto sempre bisogno di difendersi dalle periodiche alluvioni, costruendo nel tempo un sistema arginale sempre più esteso e potente. Dal secondo dopoguerra in avanti le diverse forme di consumo del suolo per attività agricole, residenziali, industriali, commerciali, nonché le necessità di energia, di sicurezza e di navigabilità e di infrastrutture in genere hanno impresso

una forte accelerazione alla modificazione della regione fluviale, riducendola ad un ambiente banalizzato, dove il fiume scorre in un alveo irrigidito, non più libero di evolvere. Anche al di fuori della regione fluviale le trasformazioni avvenute hanno portato ad un ambiente relativamente monotono, dominato principalmente dalle colture intensive, in cui le nuove edificazioni, gli agglomerati urbani e industriali, le numerose infrastrutture lineari ed a rete hanno invaso notevoli porzioni di territorio agricolo, spesso senza un disegno organico.

In tale contesto, le aree naturali sono state ridotte a piccoli lembi marginali, quali ad esempio le fasce prossime ai corpi idrici di maggiori dimensioni o associate alle aree umide meno accessibili. In alcune situazioni, grazie a azioni di tutela, si sono conservati alcuni aspetti della componente vegetale padana, in special modo all'interno delle isole e delle lanche che si ritrovano lungo il corso del Po.

A fronte di tutto ciò appare ora necessario incrementare l'organicità territoriale ed ambientale tra regione fluviale di Po e sistema territoriale circostante. Non si tratta di applicare misure di protezione, ma di progettare una gestione integrata del fiume e del suo territorio percepito globalmente, intesi come una realtà unitaria ma multiforme, le cui singole componenti sono collegate paesaggisticamente, ecologicamente ed economicamente.



Queste Linee guida hanno l'obiettivo di definire un insieme di indirizzi per la pianificazione provinciale che permettano di raggiungere buoni livelli di qualità ambientale e paesaggistica nel recupero dei siti oggetto di attività estrattiva, avendo a riferimento gli obiettivi del Programma d'area Po fiume d'Europa circa la fruizione degli ambiti fluviali, nel contesto limitativo posto dallo stato dei luoghi, dagli usi presenti e dalla necessità di assicurare alcune tutele irrinunciabili, secondo una logica multi-obiettivo. Si tratta di concorrere alla gestione integrata della regione fluviale del Po, nella consapevolezza che, nella condizione di scarsa qualità ambientale attuale, il recupero delle aree estrattive può rappresentare una opportunità concreta.

Le Linee guida forniscono indirizzi ed indicazioni metodologiche per la riqualificazione naturalistica ed ecologica degli ambienti perifluviali con l'obiettivo di ripristinare gli equilibri naturali alterati, di favorire la conservazione e lo sviluppo della biodiversità vegetale ed animale e di migliorare le funzioni e le valenze ambientali e paesaggistiche



Ex cava di Magliano, Comune di Forlì (FC). Oggetto di recupero naturalistico e paesaggistico, l'area costituisce oggi l'Oasi di Magliano, lungo il fiume Ronco. Di grande importanza per la fauna ornitica, è costituita in SIC della Rete Natura 2000



Ex cava Isola Giarola, Comune di Villanova sull'Arda (Pc). Esempio di recupero naturalistico, produttivo e ricreativo. Veduta della zona umida semi-naturale

dell'ambito golenale. E' proposto un modello di recupero e di riattivazione delle lanche perifluviali semi-naturali, che sono ormai inattive e/o soggette ad un forte degrado.

Le linee guida proposte in questo documento hanno inoltre l'obiettivo di indirizzare le azioni di recupero verso condizioni di stabilità, individuando anche possibilità di un utilizzo sostenibile.

Il recupero naturalistico così declinato non costituisce una forma di mitigazione o di recupero estetico di una attività fortemente invasiva, quanto piuttosto il migliore risultato ottenibile in termini di recupero di qualità e di prestazioni ambientali in un contesto fortemente antropizzato.

L'area di cava recuperata deve quindi configurarsi non come una enclave territoriale non relazionata con il territorio circostante, costituendo magari un'area naturalistica protetta da divieti e da vincoli, o la mitigazione di un *vulnus* ambientale e paesaggistico da nascondere, quanto piuttosto

sto come il catalizzatore di nuove forme organizzative del territorio ad essa strettamente integrate, tanto da costituire anch'esse elemento di qualificazione e di interesse.

La cava recuperata deve essere inserita nella rete dei percorsi di penetrazione ed attraversamento della golena, segnalata e valorizzata proprio come un esempio di uso necessario di risorse territoriali non rinnovabili, reso sostenibile attraverso il recupero. La cava recuperata deve essere inserita nel normale contesto di uso del territorio di golena, senza escludere aprioristicamente attività apparentemente incompatibili, quali ad esempio la caccia, il cui esercizio può tuttavia coniugarsi utilmente anche a forme di tutela faunistica, e senza escludere soluzioni di recupero non naturalistico (ad esempio agricolo, forestale, a fini produttivi, ittici, ecc.), offrendo anche opportunità di resa economica. Può diventare elemento culturale e didattico, momento di lettura del territorio, della sua storia e del suo uso.

La cava recuperata in forma di zona umida rappresenta inoltre punto nodale per la creazione di una rete di interconnessione degli ambiti a valenza ambientale e paesaggistica della fascia fluviale del Po, la rete ecologica da tante parti invocata e prevista in diversi piani e progetti.

Le Linee guida si rivolgono principalmente alle Province fornendo elementi utili per definire, all'interno del Piano infraregionale delle attività estrattive (PIAE), gli obiettivi e le caratteristiche delle forme di recupero dei siti estrattivi, nonché, attraverso il Piano territoriale di coordinamento provinciale (PTCP), le forme di pianificazione del territorio raccordando e verificando le politiche settoriali.

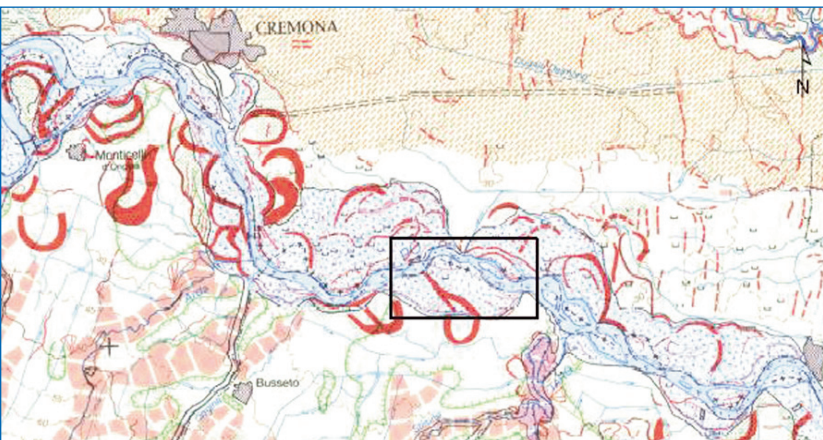
Hanno inoltre lo scopo di offrire agli amministratori, ai tecnici ed agli operatori di settore indirizzi e modelli da applicare e da tenere a guida nell'esercizio delle diverse funzioni ed attività inerenti il settore estrattivo.



2.1 Geomorfologia

Sotto l'aspetto geomorfologico la regione fluviale di riferimento è fortemente condizionata da caratteri di antropizzazione. Si tratta di un sistema idraulico il cui assetto ha una connotazione prevalentemente artificiale ed il cui regime di deflusso è dominato dalle opere di difesa e di sistemazione direttamente realizzate sull'asta, oltre che dalle condizioni idrologiche, geomorfologiche e di sistemazione idraulica degli affluenti.

Il territorio circostante, costituito dalle aree direttamente confinanti con il sistema arginale, alto fino ad 8-9 metri sul piano di campagna, e dai sottobacini idrografici minori della pianura afferenti all'asta fluviale, è interessato da un reti-



Carta geomorfologica della Pianura padana (da Castiglioni et al., 1997)

colo idrografico in gran parte artificiale e a scolo meccanico. Da un punto di vista geomorfologico e idraulico, il tratto in oggetto può essere suddiviso in due macro tronchi omogenei: un segmento fluviale tra la confluenza del fiume Trebbia e lo sbarramento di Isola Serafini; un secondo tratto a valle della traversa, tra Cremona e Guastalla.

Nel primo tronco la tipologia dell'alveo è fortemente influenzata dallo sbarramento di isola Serafini, costruito negli anni '60, che nelle condizioni di deflusso ordinarie rigurgi-



Il Po a Piacenza

ta fin quasi a Piacenza, determinando una generale assenza di processi erosivi e la prevalenza di fenomeni di accumulo e deposito di sedimenti, con conseguente innalzamento del fondo medio. L'alveo assume, quindi, un andamento prevalentemente sinuoso, a ridosso delle arginature maestre in tutti i tratti in curva, con sostanziale stabilità dei meandri ed è caratterizzato da larghezza delle sponde continuamente variabile, oltre che dalla presenza di isole stabili, di dimensioni anche rilevanti. Non sono rilevabili fenomeni di formazione e creazione di lanche e paleoalvei recenti, se non in forma di rami di divagazione dell'alveo. In tale tratto le arginature sono continue e racchiudono ampie aree golenali, sia in destra che in sinistra idraulica, che svolgono una importante funzione di laminazione delle piene.

Nel secondo segmento fluviale, invece, il corso d'acqua è caratterizzato da un fenomeno di abbassamento del fondo alveo, a cui conseguono rilevanti situazioni di criticità relative all'assetto idraulico, morfologico e ambientale.

I marcati abbassamenti del fondo sono riconducibili prevalentemente alla mancanza di apporto solido da monte, a causa della presenza dello sbarramento di Isola Serafini; ulteriori fattori concomitanti sono la realizzazione delle opere di navigazione e le escavazioni effettuate in passato in alveo.

La dinamica di fondo alveo ha determinato la formazione di lanche naturali ed ambienti lentici e palustri in corrispondenza dei rami abbandonati, cui è seguito un rapido processo di interrimento e la definizione di un andamento dell'alveo di tipo monocursale (rettilineo e/o sinuoso), incassato in depositi prevalentemente sabbiosi da fini a molto fini, irrigidito ulteriormente dalla presenza di opere longitudinali di regimazione, realizzate a scopo difensivo e di navigabilità del corso d'acqua.

In alveo si ha una diffusa presenza di isole stabili, che stanno progressivamente collegandosi all'area golenale, in conseguenza dell'interrimento di uno dei due rami, dovuto sia all'abbassamento di fondo sia alla presenza di opere di sponda. In prossimità delle curve di navigazione si hanno zone di attiva sedimentazione, in conseguenza della creazione artificiale di settori d'alveo a bassa energia.

Rispetto al tratto precedente, caratterizzato ancora da una certa dinamica, dunque, qui l'alveo è pressoché stabile, con sezione unica e larghezza regolare. Anche questa porzione del corso d'acqua dispone di ampie aree golenali, in parte chiuse e in parte aperte.

Uno sguardo d'insieme alla regione fluviale dei due tratti mostra alcuni aspetti comuni: il corso d'acqua, pur disponendo di aree di espansione, è di fatto fortemente artificializzato. La presenza di opere trasversali e longitudinali in alveo e di rilevati arginali continui fa sì che il corso d'acqua non sia più libero di divagare, condizionando, inoltre, pesantemente anche le sue dinamiche evolutive che non possono esplicitarsi naturalmente a causa della perturbazione delle componenti che incidono sul bilancio del trasporto solido.

La strutturazione geomorfologica, quindi, non è realisticamente modificabile nell'immediato, risultando necessario per la sicurezza idraulica, per la tutela ed il mantenimento delle opere di difesa e per le esigenze di navigazione interna che l'assetto artificiale sia mantenuto.

Non è quindi possibile determinare indirizzi ed indicazioni metodologiche che perseguono una ripresa della naturale evoluzione morfologica del fiume. Gli interventi di riqualificazione devono pertanto essere indirizzati nel modo descritto in queste Linee guida.



Il meandro Mortizza (Pc)

2.2 Agricoltura

Il processo di modificazione dell'ambiente naturale del bacino del Po risale all'epoca della colonizzazione di queste terre da parte delle popolazioni di stirpe celtica che qui si insediarono nel primo millennio a.C., quando il territorio era occupato da paludi e foreste che si stendevano quasi ovunque. Successivamente i Romani operarono un'intensa deforestazione che ebbe una temporanea interruzione soltanto durante l'Alto Medioevo. Nei primi secoli dopo il Millennio furono effettuate le grandi bonifiche, che introdussero nuove forme di agricoltura (marcite). Col procedere delle opere di bonifica e di dissodamento di nuove terre si andava realizzando una fitta e complessa rete di canalizzazioni che, oltre al drenaggio dei terreni e all'irrigazione, rappresentava la fonte di energia per il funzionamento dei mulini, oggi in gran parte scomparsi. Si andava così creando anche un nuovo paesaggio secondo un processo che proseguì, con alterne vicende legate soprattutto alle sensibili fluttuazioni demografiche proprie di quel periodo, durante il resto del Medioevo sino al Rinascimento. Da questo periodo in poi la popolazione è aumentata pressoché ininterrottamente, segnando la fine definitiva delle foreste. Ad esse si è sostituita, a partire dal Cinquecento la cosiddetta "pian-



Piantata padana in fase di abbattimento, già privata della vite che sosteneva

tata padana”, paesaggio agrario in cui la regolare geometria dei campi era scandita da alberature che segnavano i confini degli appezzamenti e dove la coltura della vite, allora assai più diffusa di oggi, era associata ad altre essenze arboree come l’olmo e le piante da frutto in genere. Una situazione mantenutasi fino all’ultimo dopoguerra e poi rapidamente trasformatasi in conseguenza della meccanizzazione dell’agricoltura.

L’agricoltura ha dunque esercitato una forte pressione sul sistema perifluviale e sul fiume, attraverso la sottrazione di superficie coltivabile, l’emungimento di acqua per l’irrigazione, lo sfruttamento della sua funzione depurativa per smaltire i rifiuti. Al momento non appare ancor sanabile la conflittualità tra agricoltura e fiume, in quanto non esistono le condizioni per restituire alla regione fluviale gli spazi per divagare, l’irrigazione è ormai pratica irrinunciabile per il mantenimento delle produzioni agricole ed il fiume è ancora ricettore di scarichi, ancorché per lo più depurati..

Sono tuttavia proponibili modelli di agricoltura sostenibile sul sistema fluviale, sia nelle aree esterne all’argine, prive di limitazioni all’uso agricolo per qualità agronomiche eleva-



Piantata emiliana tipica

te e strutturazione aziendale consolidata, sia nelle fasce agricole interne all'ambito fluviale. Nel primo caso lo sviluppo agricolo può essere orientato in funzione dei legami ecologici e funzionali con l'ecosistema fluviale, nel secondo caso deve essere orientato a recuperare e garantire una qualità elevata delle acque applicando tipi e forme di coltivazione che riducano al minimo l'impiego di fitofarmaci e fertilizzanti ed il consumo di acqua. In entrambi i casi vanno incentivate la conservazione e la realizzazione di elementi dell'agro-ecosistema a prevalente funzione ambientale e la costruzione di ordinamenti colturali in grado di fornire all'habitat perifluviale un apporto supplementare di fonti alimentari e nicchie ecologiche.

2.3 Paesaggio

In conseguenza dei mutamenti descritti, a valle di Pavia oggi il Po scorre nella pianura sempre più occupata da insediamenti, infrastrutture, attività agricole intensive.

All'interno degli argini il paesaggio naturale ed il paesaggio umano si intrecciano e si compenetrano. Abitazioni, insediamenti, manufatti, aziende agricole, campi coltivati e opere di ingegneria prevalgono quantitativamente. Ciononostante è possibile rinvenire tracce di vegetazione sponta-

nea, costituite da una nutrita schiera di piante, anche se in buona parte alloctone, che sopravvivono su superfici ridotte o marginali e che comunque introducono una certa varietà nel paesaggio. Contestualmente alla riduzione degli ambienti caratteristici si è verificata infatti l'introduzione di specie estranee alla vegetazione ed alla fauna locali che, spesso in virtù di una maggiore capacità di adattamento, hanno dato origine a popolamenti ed habitat diversi da quelli caratteristici, a ulteriore discapito di questi ultimi, cui possiamo attribuire un maggior pregio.

Caratterizzanti sono i pioppeti, anch'essi risultato di un'azione antropica ma diventati ambienti non privi di un certo interesse, in quanto elementi di diversità.

Nel primo tronco del Po il corso lento e le numerose divagazioni del fiume, ricco di anse e meandri, di isolotti e di ra-



Meandri del Po a Piacenza

mi secondari che si snodano in mezzo alla pianura, consentono localmente una maggior ricchezza e diversità di ambienti, che segnano profondamente il paesaggio ed in cui hanno modo di svilupparsi forme vegetazionali e faunistiche ancora di un certo interesse.

Le condizioni descritte possono costituire un perfetto terreno di applicazione delle nuove politiche in materia di pae-



Ex cava Pedocca, Comune di Concordia sulla Secchia (Mo). Esempio di recupero naturalistico, prima spontaneo, poi guidato, in forma di zona umida

saggio propugnate dalla Convenzione europea del paesaggio e declinate a livello nazionale dal Codice beni culturali e paesaggio di cui al D.Lgs n. 42 del 22 gennaio 2004.

Secondo le importanti innovazioni della Convenzione, infatti:

- ⇨ la dimensione paesaggistica del territorio è importante ovunque;
- ⇨ l'aspetto del paesaggio deriva dalle relazioni tra fattori naturali ed antropici;
- ⇨ non esiste paesaggio se non esiste il contributo delle popolazioni, ovvero sono le popolazioni che percepiscono il paesaggio;
- ⇨ la componente paesaggio va integrata nel governo del territorio.

E' in questo contesto che si verifica il passaggio dall'idea di tutela di pochi paesaggi di valore estetico alla valorizzazione a tutto campo, accompagnando le azioni di tutela con efficaci progetti di sviluppo territoriale, o meglio costruendo i progetti di tutela e valorizzazione del territorio come occasione di sviluppo. Superando con ciò il mero vincolo, ma evitando il degrado e l'abbandono e tenendo il contatto con le dinamiche di cambiamento. Il paesaggio costituisce ricchezza da salvaguardare ed opportunità economica.

La salvaguardia, la gestione e la valorizzazione del paesaggio avvengono dunque attraverso un processo di pianificazione, programmazione e progettazione, che richiede il contributo degli Enti territoriali, secondo il principio della sussidiarietà e la sensibilizzazione delle popolazioni.

La tutela del paesaggio va declinata in forma di livelli di trasformazione sostenibile.

Quindi occorre lavorare non in termini di conservazione ma di gestione delle trasformazioni, percependo il paesaggio come fenomeno complesso e dinamico attraverso un approccio integrato tra diversi saperi e discipline che devono essere in grado di comunicare ed integrarsi.

La gestione paesistica delle trasformazioni delle aree goleanali può essere articolata in tre fasi:

- ◇ valutazione del paesaggio attuale;
- ◇ verifica delle tendenze evolutive;
- ◇ definizione degli scenari futuri desiderati.

Il percorso prevede:

- ◇ la caratterizzazione attraverso la lettura integrata ed interdisciplinare per individuare i punti di forza e di debolezza;
- ◇ l'individuazione delle tendenze evolutive e delle domande di trasformazione,
- ◇ la sintesi interpretativa,
- ◇ la definizione dell'orientamento delle politiche da adottare.

Si dovranno quindi definire:

- ◇ i caratteri naturali e culturali;
- ◇ le fasi della formazione del paesaggio attuale considerando fattori sia socio-economici sia fisici e naturali (esondazioni, riorganizzazione, riutilizzi d'uso, progetti di organizzazione in atto);
- ◇ i caratteri attuali dell'architettura dei luoghi e la funzionalità ecologica (il paesaggio, comunque lo si legga, è uno spazio organizzato);
- ◇ la percezione del paesaggio (grandi scenari, luoghi simbolici, luoghi ancora attivi e fruiti, nuova funzionalità e fruibilità);
- ◇ i punti e le aree forti e deboli dell'architettura dei luoghi e della funzionalità ecologica;
- ◇ i processi governabili e non (convertire le trasformazioni in opportunità per la costruzione di nuove qualità paesaggistiche, percettive, di qualità ecologica ed anche simboliche, non solo come soggiacenza a danni e rincorsa di mitigazioni).

Ai fini della conservazione e della valorizzazione del paesaggio le attività estrattive ed i progetti di recupero dovranno essere realizzati avendo come quadro di riferimento le metodiche descritte.

Le politiche di settore delle attività estrattive, che mirano a collocare la decisione sul tipo di recupero e la sua progettazione nella fase iniziale della definizione del piano di coltivazione, collimano con la necessità di definire l'intervento sul paesaggio già in fase di sviluppo della progettazione e non più come riparo di accidenti intervenuti.

Nei progetti di coltivazione e di recupero si devono individuare e far emergere le opportunità per costruire un paesaggio fluviale, avendo come riferimento non solo riferimenti estetici, ma soprattutto criteri ambientali capaci di valorizzare le componenti ecologiche e le funzioni ecosistemiche.

Tratto di golena attiva, lungo il Ticino, prima dell'immissione nel Po



2.4 Vegetazione, Fauna ed Ecosistemi

Vegetazione

Le caratteristiche distintive delle formazioni vegetali sono raggruppabili in funzione dei tre ambienti principali riscontrabili nel territorio in esame:

- Vegetazione degli ambienti umidi di acqua dolce;
- Formazioni boschive naturali;
- Vegetazione degli ambienti antropici.

a) Vegetazione degli ambienti umidi di acqua dolce

Grazie all'abbondanza ed alla diversità di ambienti legati all'acqua lungo il Po, la flora acquatica conta in questo ambito numerose specie e associazioni vegetali, diversificate a seconda di molteplici fattori determinanti quali l'intensità della corrente, il periodo di sommersione, il livello trofico delle acque, la composizione dei substrati legati alla dina-



Leucojum vernum L.



Convallaria majalis L.



Anemone nemorosa L.



Pulmonaria officinalis L.



Symphytum tuberosum L.



Vinca minor L.



Polygonatum odoratum L.

Alcune specie nemorali del bosco planiziale maturo, utilizzabili in programmi di ricostruzione ambientale

mica fluviale, etc.. Infatti, ad eccezione dei tratti più torbidi e veloci del Po e dei corsi d'acqua maggiori, sono presenti associazioni vegetali adattate alle diverse tipologie ambientali riscontrabili e raggruppabili in vegetazione d'acqua corrente, vegetazione delle acque ferme, vegetazione palustre di bordura.

b. Formazioni boschive naturali

Pur non rimanendo traccia delle originarie foreste planizia-

li, lungo il corso del Po e dei suoi affluenti si possono ancora rintracciare unità più o meno estese e discontinue caratterizzate da una discreta copertura vegetale e riconducibili a tre tipologie principali di bosco: il bosco igrofilo e ripariale, il bosco mesofilo e le boscaglie arboreo-arbustive. A queste formazioni si dovrà fare quindi riferimento nella



Il fiume Reno a Passo Segni di Baricella (Bo). Fasce di vegetazione igrofila continua presenti su entrambe le sponde

ricostruzione della componente arboreo-arbustiva delle aree golenali e perifluviali.

Lungo le rive dei corsi d'acqua le frequenti inondazioni hanno favorito la crescita spontanea di una copertura vegetale costituita da specie arboree ed arbustive tipiche del bosco igrofilo ripariale, fitocenosi relativamente povere ma molto importanti ecologicamente. Le piante che le compongono, grazie alla spiccata igrofilia e alla grande facilità di riproduzione e moltiplicazione, possono sopravvivere a condizioni ambientali estreme, quali i lunghi periodi di sommersione ed i periodi di secca. La vegetazione si presen-

ta molto rada e costituita da cespuglieti poco evoluti, spesso ridotti ad esemplari isolati; frequentemente vi si trovano anche specie avventizie di recente introduzione, che spesso risultano estremamente invadenti.

In altre situazioni, solitamente caratterizzate da scarsa corrente o in zone acquitrinose di retroguardia quali lanche, stagni e fontanili, una tipologia più evoluta di bosco igrofilo è rappresentata dall'ontaneto, associato a specie erbacee ed arbustive palustri. Dove l'azione del fiume è costante (zone prossime all'alveo) quest'ultimo tipo di vegetazione è pressoché perenne, in quanto il disturbo non permette l'insediamento di vegetazione più evoluta.

Su terreni via via più asciutti e maturi e più lontano dall'alveo, dall'evoluzione delle diverse forme di bosco igrofilo si sviluppano (in rarissimi casi e soprattutto a monte dell'area di interesse) aree boscate assimilabili al tipico bosco mesofilo planiziale: il quercu-carpineto, in terreni affrancati dall'acqua, ed il quercu-ulmeto, meso-igrofilo, in prossimità del corso d'acqua.

La diversificazione vegetazionale è dovuta alle caratteristiche di struttura e tessitura del terreno che determinano anche la profondità della falda freatica. Da situazioni igrofile dove si insediano boschi azonali in cui dominano i salici, attraverso il quercu-ulmeto si arriva a situazioni climatiche mesofile, tipiche del quercu-carpineto del bosco planiziale padano ed infine, in condizioni più aride e lontane dal fiume, a popolamenti in cui sono presenti specie termofile come la roverella, anche se la loro presenza è attualmente assai sporadica ed occasionale.

c. Vegetazione degli ambienti antropici

I terreni golenali sono attualmente occupati da vari tipi di colture agrarie e forestali, favorendo in tal modo comunità sinantropiche legate all'agricoltura in cui possono tuttavia trovarsi specie più rare, tipiche del recente passato.

A margine delle aree coltivate, delle strade e dei canali, è possibile osservare in molti casi la presenza di filari di vegetazione arborea ed arbustiva.

Le superfici boscate spontanee o naturali sono ormai confinate in prossimità di canali ed argini ed assumono importanza del tutto marginale.

Fauna

Parallelemente al degrado dell'ambiente e delle aree naturali nella pianura padana, la componente faunistica ha subito una notevole riduzione in termini sia di densità di popolamento sia di ricchezza e numero di specie presenti. Infatti, benchè fino ad un recente passato la Valpadana rap-



Pelobate fosco

presentasse un'area di elevata biodiversità, la progressiva scomparsa di habitat favorevoli e l'eccessivo disturbo antropico hanno portato all'estinzione di diverse specie, in particolare fra i mammiferi.

Ciononostante, a testimonianza della ricchezza faunistica della regione, considerando il solo ambito di riferimento lungo il Po, sono tuttora presenti, seppure in modo spesso frammentario, circa quaranta specie di mammiferi e di pesci, almeno ventisei tra rettili e anfibi e quasi duecento specie di uccelli, di cui oltre centocinquanta nidificanti.

Un tale patrimonio è riconducibile fondamentalmente alla presenza di una grande varietà di ambienti legati all'acqua, elemento che ovunque rappresenta un notevole interesse per le comunità animali. In particolare, due sono gli aspetti che caratterizzano il bacino del Po, ossia la presenza di stagni, paludi, residui di boschi planiziali ed altre aree umide naturali e l'importantissima funzione di corridoio ecologico e faunistico esercitata dal fiume e dai suoi affluenti

maggiori non solo nei confronti delle specie più mobili, come uccelli e pesci, ma anche per parecchie specie di invertebrati e di anfibi.

Nelle golene la fauna dovrebbe rappresentare quanto di più vario si possa trovare in ambito planiziale. Infatti, anche gli uccelli migratori, che trovano nel corso del Po un costante



Rana di Lataste

riferimento per le loro rotte, possono trovare favorevoli punti di sosta durante la migrazione.

Il bacino del Po presenta una fauna ittica decisamente ricca sia per il numero di specie presenti sia per la varietà di condizioni e quindi di comunità riscontrabili. Infatti, nella sola zona di pianura del Po e dei numerosi corsi d'acqua ad esso associati si possono contare oltre cinquanta specie di pesci, suddivisi in base alla grande diversità di habitat presenti non solo lungo il corso principale del fiume ma anche nei sistemi umidi e nei corsi d'acqua laterali.

Un dato che evidenzia la grande importanza di questo bacino riguarda l'elevato numero di endemismi presenti, almeno undici, dovuto con ogni probabilità all'isolamento biogeografico dell'intera regione che risulta delimitata nettamente dalla catena delle Alpi e degli Appennini ed ha lasciato come unico sbocco il mare, verso est.

Gli interventi e le trasformazioni verificatisi negli ultimi decenni hanno gravemente minacciato la sopravvivenza stes-

sa di alcuni gruppi di pesci: oltre all'inquinamento organico, agricolo e industriale derivante dal crescente sviluppo delle attività umane, notevole risulta l'impatto degli sbarramenti che limitano fortemente i movimenti riproduttivi specie verso monte.

Oggi la comunità risulta molto lontana dalle condizioni di origine a causa principalmente delle immissioni di specie alloctone e di elementi di frammentazione che hanno ridotto, a volte eliminato, la presenza di alcune specie in settori anche importanti della rete idrografica.

Anche la Batracofauna ha subito, a seguito della progressiva antropizzazione del territorio, una drastica riduzione delle specie, nel numero e nella frequenza. Benché nessuna specie si sia estinta nel corso dell'ultimo secolo, si è verificato un declino generalizzato, soprattutto a partire dal dopoguerra, causato da due motivi principali. In primo luogo, hanno avuto notevole ripercussione sull'ecologia riproduttiva di molte specie di Anfibi i danni agli ecosistemi acquatici dovuti all'inquinamento chimico per l'abuso di diserbanti, insetticidi e prodotti fitosanitari. In secondo luogo, la riduzione e la frammentazione delle aree umide, in relazione soprattutto alle abitudini riproduttive, e, in misura minore, delle aree boscate naturali ha contratto fortemente gli spazi vitali per le specie.

Per la classe dei Rettili non sono al momento disponibili esaurienti studi, anche se si deve sottolineare la rarefazione di habitat essenziali per la loro conservazione, quali i querceti planiziali ed i boschi di golena.

Tra i Vertebrati presenti nelle zone umide della bassa Pianura padana, la classe degli Uccelli è senz'altro la più ricca di specie, anche se certamente più rarefatta nei confronti delle zone umide del delta del Po. Gli ambienti fluviali del Po e dei suoi affluenti rimangono per molte specie un importantissimo corridoio di migrazione e nidificazione. Buona parte degli uccelli europei è legata agli ecosistemi acquatici, per qualsiasi attività vitale, ma soprattutto per la fase riproduttiva.

Le specie maggiormente penalizzate attualmente sono quelle legate alle aree boscate ed alle colture agricole tradizionali. Infatti, da un lato alla banalizzazione degli ambienti agricoli dominati dalle monoculture estese consegue una riduzione delle risorse trofiche e un aumento dei danni do-

vuti agli interventi antropici; dall'altro, la riduzione di aree boschive naturali determina la rarefazione di specie arboree che necessitano di tali ambienti per la riproduzione. Nell'ambito dell'area interessata la classe dei Mammiferi nel corso degli ultimi decenni ha senz'altro subito i danni più gravi. Infatti, oltre a registrare l'estinzione delle specie di maggiori dimensioni, occorre sottolineare come in molti casi questa classe risulti più esposta alla pressione antropica a causa degli interessi economici suscitati e alla riduzione di aree boschive di dimensioni adeguate alla sua sopravvivenza.



Ex cava della Fornace Violani, Comune di Alfonsine (Ra), ora riserva naturale. Esempio di recupero naturalistico, prima spontaneo, poi guidato

Ecosistemi

Quanto agli ecosistemi e alle unità ambientali significative per l'area, nella fascia golenale del Fiume Po le principali emergenze naturalistiche e paesaggistiche sono rappresentate dai sistemi lanchivi, dalle acque stagnanti, dalle isole fluviali e dai sistemi delle confluenze dei principali corsi d'acqua.

Di particolare pregio sono le lanche attive che generalmente suddividono isole fluviali, di dimensioni rilevanti, in fase evolutiva di ricollegamento alle sponde incise. La grande varietà di specie vegetali presenti, in modo particolare quelle

palustri ed acquatiche, svolgono un'importante funzione di fito-depurazione dell'acqua, operando un filtraggio meccanico e chimico dei composti inquinanti di natura organica ed inorganica, rilasciati dagli scarichi civili ed industriali.

Anche le lanche relitte, in relazione alla presenza di zone umide e di vegetazione boschiva, palustre ed acquatica, concentrata in spazi ristretti, costituiscono nicchie di elevato pregio ecologico.

Le isole fluviali rappresentano un tipico ecosistema del Po nel tratto di riferimento; sono caratterizzate da ampie distese sabbiose sulle quali, nelle zone topograficamente più elevate, cresce una fitta vegetazione arborea ed arbustiva. Queste caratteristiche forme fluviali, essendo separate dalla terra ferma dalle ramificazioni del corso d'acqua, sono meno interessate dall'antropizzazione, per cui costituiscono aree a relativa naturalità.

Le confluenze rappresentano punti particolarmente rilevanti in quanto luogo di snodo dei corridoi fluviali che scendono dall'appennino attraverso la pianura e il corridoio del fiume Po. Particolarmente significativi risultano le confluenze dei principali affluenti come il fiume Trebbia, il torrente Parma, il fiume Taro, il torrente Enza, ma certamente rilevanza viene assunta anche dalle confluenze degli affluenti minori, specialmente se associate a unità vegetazionali di un certo rilievo.

Tutti gli ambienti elencati, proprio perché inseriti in un contesto fortemente banalizzato, rappresentano un forte richiamo per numerose specie faunistiche, grazie alla possibilità di reperire facilmente notevoli quantità di cibo e rifugio per la riproduzione, la nidificazione e lo svezzamento della prole.

Le emergenze naturali e paesaggistiche delle aree esterne agli argini di Po sono riconducibili solamente ai corsi d'acqua naturali e alle loro zone rivierasche, generalmente insediate da vegetazione boschiva.

La rilevanza di alcune aree è stata riconosciuta attraverso la loro classificazione come Siti della Rete Natura 2000.

L'importanza biologica dei fiumi e delle aree riparie ad essi collegate supera quindi di gran lunga la loro incidenza in termini di superficie sul contesto territoriale.

Non solo la variazione progressiva di numerosi parametri ecologici da monte a valle impone una successione di co-



Incile del Po di Tolle

munità vegetali ed animali, ma anche l'azione del fiume, modificando continuamente questi ambienti, ne aumenta la diversità e limita le interferenze dovute alle attività antropiche.

Inoltre, in qualità di “ecotoni” tra ambienti acquatici e terrestri, gli ambienti ripari, a confronto di quelli adiacenti, ospitano comunità vegetali tipicamente composte da specie distinte e spesso sostengono comunità faunistiche caratterizzate da elevate densità e notevole diversità biologica.

Per queste ragioni la conservazione delle risorse naturali della fascia fluviale del Po è fondamentale ai fini di un uso razionale e sostenibile del territorio. Pertanto l'analisi naturalistica sottesa al processo di pianificazione territoriale privilegia l'individuazione e la caratterizzazione vegetazionale e faunistica di tutti quegli elementi che costituiscono nell'insieme il “mosaico ecologico” indispensabile alla conservazione della biodiversità propria dell'ecosistema fluviale, senza trascurare quelli seminaturali e quelli potenziali, che possono però influire sulla ricchezza e sulla diffusione degli organismi viventi.

INDIRIZZI PER LA COLTIVAZIONE ED IL RECUPERO DEI SITI ESTRATTIVI

3

L'ambiente fluviale ed in particolare la vegetazione ripariale non possono essere ricostruiti nella forma e nella consistenza che li hanno contraddistinti in epoche passate, a motivo della evoluzione continua delle forme fluviali e degli ambienti, nonché della pressione antropica svolta soprattutto nel secondo dopoguerra. Non è dunque possibile identificare condizioni né tanto meno individuare sistemi stabili da usare a riferimento e sulla base dei quali ripristinare le componenti e le forme del paesaggio fluviale originario. Di conseguenza nemmeno il paesaggio fluviale potrà essere ripristinato nelle forme che possedeva prima che il fiume assumesse i caratteri attuali.



Cava Sette Polesini, Comune di Bondeno (Fe). Parte ancora in corso di coltivazione

Tuttavia, tra gli elementi caratterizzanti la regione fluviale, la vegetazione ed il paesaggio sono quelli che oggi hanno le migliori possibilità di essere riproposti, sia pure con caratteristiche diverse da quelle di natura, ma purtuttavia con un non trascurabile valore ambientale ed ecologico, mediante il recupero delle aree estrattive.



Veduta aerea di cava di pianura con escavazione in falda

L'attività estrattiva infatti, pur costituendo una attività di forte impatto nelle aree fluviali, presenta anche requisiti idonei per il recupero di ambienti acquatici marginali, che contribuiscono a migliorare le caratteristiche paesaggistiche ed ambientali delle golene fluviali.

Due sono le motivazioni che rendono possibile questa opportunità.

La prima è di ordine normativo. L'esigenza del recupero delle attività estrattive è infatti stata sancita definitivamente ed organicamente dalla L.R. n. 17 del 18 luglio 1991, che ha disposto che i criteri e le modalità del recupero vengano definiti già nell'ambito del Piano infraregionale delle attività estrattive (PIAE) e poi articolati più compiutamente nel Piano comunale attività estrattive (PAE). Questo meccanismo consolidato ha affermato una pratica di caratterizzazione del recupero integrata nelle fasi di progettazione della coltivazione della cava.

La seconda è di ordine fisico. Le alterazioni prodotte dall'attività estrattiva sono tali da consentire grande libertà nella previsione della forma di recupero, una volta individuati gli obiettivi, ed offrono, quindi, diverse vie e possibilità progettuali per conseguire un recupero anche naturalistico.

Risulta chiaro che nessun intervento può portare alla ricostruzione di paesaggi e di ambienti preesistenti. Pur tuttavia tecniche operative opportune e fondate su criteri limnologici consentono la costruzione di ambienti inizialmente del tutto artificiali, che evolvono spontaneamente verso condizioni di progressiva naturalità, svolgendo funzioni analoghe a quelle di lanche e rami fluviali morti o delle fasce vegetazionali contermini, posti in collegamento attivo con l'alveo del fiume.

Complessivamente, la ricostruzione di elementi biologici, ecologici e del paesaggio naturale non potrà che favorire il ripristino di porzioni significative di paesaggio fluviale padano, la costruzione ed il miglioramento di habitat golena-li e perifluviali ed in particolare degli ambienti di transizione, la realizzazione di corridoi ecologici, la diversificazione dell'agroecosistema.

Questa pratica del recupero costituisce la miglior forma possibile o, più precisamente, il miglior compromesso possibile per dare attuazione agli obiettivi di ricostruzione di paesaggio e di recupero di qualità ambientale del Programma d'area.

Rappresenta quindi attuazione dell'obiettivo del Programma d'area volto al riorentamento all'interno di un quadro unitario interprovinciale di forme e modalità di sistemazione ambientale conseguenti alle attività estrattive.

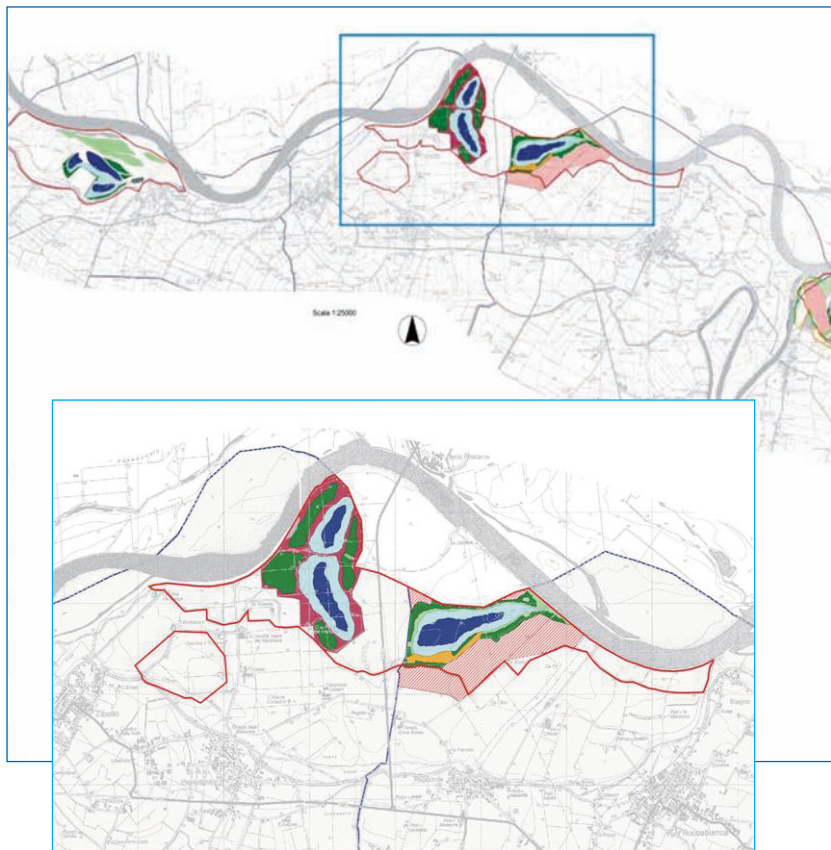
Si integra inoltre significativamente negli obiettivi relativi alle attività socio-economiche e di valorizzazione dell'entroterra, in quanto sostiene anche il miglioramento della funzione turistica, ricreativa e didattica dell'area.

In fase di predisposizione del PIAE, le Province devono quindi:

- ◇ definire le caratteristiche ecologiche, naturalistiche e paesaggistiche di pregio esistenti e di riferimento, che possono anche essere desunte attraverso la consultazione di fonti storiche, dell'area di golena in cui si collocano le attività estrattive e dell'area più vasta, interna ed esterna alla golena, con la quale sono individuabili o ipotizzabili legami;
- ◇ individuare le emergenze naturali dell'area;
- ◇ definire le forme e le modalità del recupero in funzione della conservazione, della valorizzazione e della costruzione di tali caratteristiche ed emergenze, individuando

le soluzioni funzionali a raggiungere tale obiettivo, nel contesto attuale fortemente condizionato.

In ambito più ampio devono essere definite forme di pianificazione del territorio raccordando e verificando le politiche settoriali in relazione alle forme del recupero, al fine di assicurare le necessarie sinergie tra l'area golenale ripristinata ed il sistema territoriale più vasto, in modo da recuperare al fiume il rapporto con il suo territorio.



Sovrapponendo alla matrice del quadro delle attività estrattive in esercizio o in previsione il quadro delle forme di recupero ottimali dal punto di vista paesaggistico ed ambientale e quello delle potenzialità e delle aspettative del territorio sotto il profilo economico e sociale, risulteranno le visioni di riferimento che serviranno da guida nella formazione degli

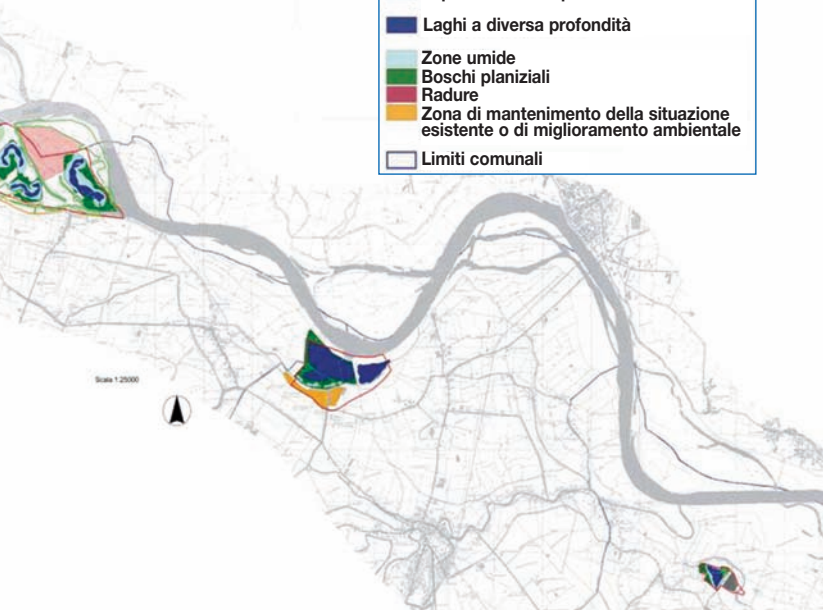
strumenti di pianificazione e nella redazione dei progetti di intervento.

Per garantire il migliore mantenimento nel tempo dei recuperi attuati risulta strategico il coinvolgimento nelle scelte progettuali e nella gestione degli assetti ricostruiti delle

PROGETTO PIAE

LEGENDA

-  Ambiti comunali
-  Aree agricole private
Ambienti naturali e paranaturali
-  Aree agricole demaniali
-  Ambienti naturali e naturiformi
-  Interventi di rinaturazione P.A.E.
-  Pontile
-  Vasche per la conv. in biomassa microbica
-  Aree arbustate e boschi ripariali
-  Impianto di fitodepurazione
-  Laghi a diversa profondità
-  Zone umide
-  Boschi planiziali
-  Radure
-  Zona di mantenimento della situazione esistente o di miglioramento ambientale
-  Limiti comunali



Ipotesi di recupero di aree di cava lungo il fiume Po (Pr)

amministrazioni e delle categorie socio economiche: questa modalità operativa, che può essere sancita anche da diverse forme di accordi, rappresenta inoltre la miglior forma di sviluppo sostenibile, in quanto consente di valorizzare le risorse e le opportunità che ancora sono presenti nell'ambiente fluviale.

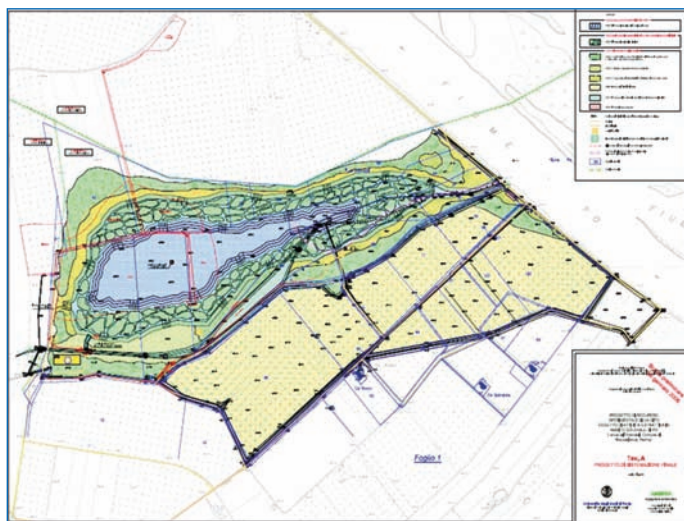


Di seguito vengono fornite le indicazioni tecniche per la progettazione del recupero degli ambienti golenali in cui sono svolte attività estrattive.

Per gli aspetti tecnici generali della progettazione si rimanda al Manuale per il recupero e la riqualificazione ambientale delle cave in Emilia-Romagna edito dalla Regione Emilia-Romagna nel 2003.



Cava Lanca dei Francesi, Comune di Roccabianca (Pr). Veduta aerea (sopra) e progetto pilota di recupero (sotto)



4.1 La progettazione delle attività estrattive

La progettazione delle attività estrattive nella golena del fiume Po può contribuire a ricostruire l'ecosistema di transizione del paesaggio fluviale, assicurando contemporaneamente gli obiettivi essenziali di:

- ⇨ garantire la salvaguardia delle opere idrauliche e del territorio;
- ⇨ ricostruire forme morfologiche tipiche del tratto fluviale oggetto dell'intervento;
- ⇨ modellare le scarpate di scavo secondo criteri di sicurezza;
- ⇨ garantire condizioni di sicurezza per i possibili fruitori;
- ⇨ garantire il rispetto della risorsa idrica sotterranea.

Il progetto di attività estrattiva deve innanzitutto garantire la sicurezza delle opere di difesa idraulica; vanno quindi previste adeguate distanze di rispetto dagli argini, al fine di evitare erosioni localizzate o franamenti.

La distanza minima dell'intervento estrattivo dagli argini maestri deve essere definita in sede di progettazione, tenendo a riferimento l'art. 41 delle Norme del PAI Po ed eseguendo eventuali ulteriori verifiche.

La scelta della forma, con la quale sagomare l'invaso lacustre, va effettuata con attenzione per non determinare deviazioni della corrente fluviale con componenti di flusso e accelerazioni della stessa in condizioni di piena verso gli argini maestri e golenali. La massima profondità dei bacini deve essere definita con attenzione alla minima quota del talweg (minima quota dell'alveo inciso) del tratto di fiume di riferimento; a tale proposito l'Autorità di bacino indica come opportuno il mantenimento di almeno 1 m di franco. Il progetto deve inoltre verificare l'assenza di direzioni preferenziali delle acque sotterranee al di sotto degli argini maestri in grado di generare sottoescavazioni e fontanazzi. Devono quindi essere individuati ed evitati eventuali paleoalvei trasversali alle arginature.

Attenzione deve essere posta anche agli argini golenali, prevedendo analoghe verifiche e distanze di rispetto. L'ubicazione dei laghi di cava deve avvenire in modo tale da non generare effetti erosivi, la cui evoluzione possa interessare opere idrauliche.

L'effetto 'stramazzo' delle acque di piena che interessano il piano golenale, nel momento in cui invadono da monte i bacini di cava, può infatti generare effetti erosivi significa-

tivi con arretramento delle scarpate a danno di eventuali opere idrauliche troppo vicine. Il progetto deve quindi valutare tale fenomeno, prevedendo opportuni interventi mirati a rallentare la corrente (alti morfologici e piantumazioni), idonee pendenze delle scarpate e collegamenti all'alveo attivo. In particolare il collegamento con l'alveo permette il riempimento dei bacini contemporaneamente all'innalzamento dei livelli idrometrici; così le acque di piena provenienti da monte, trovando i bacini colmi, non determinano condizioni erosive. Attenzione deve essere posta anche ai bacini di cava localizzati nella vicinanza di pennelli di navigazione, dai quali vanno previste opportune distanze di rispetto. Tali distanze minime vanno decise sulla base di opportune verifiche idrauliche simulate nelle condizioni più gravose, con attenzione anche alla direzione della corrente in condizione di piena. Il problema dell'erosione indotta dall'escavazione deve essere considerato anche in presenza di opere di attraversamento, pile o rilevati di ponti. Anche in questo caso devono essere valutate le distanze di rispetto con riguardo all'erosione regressiva.

Il progetto deve quindi individuare le modifiche che l'intervento proposto può causare sulla evoluzione dei processi geodinamici. Le analisi concernenti il suolo e il sottosuolo devono pertanto essere effettuate attraverso:

- ◇ la caratterizzazione geolitologica e geostrutturale del territorio;
- ◇ la definizione della sismicità dell'area;
- ◇ la caratterizzazione geomorfologica e l'individuazione dei processi di modellamento in atto o possibili, con particolare riguardo ai fenomeni di erosione e di sedimentazione e ai movimenti in massa;
- ◇ la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni.

Ogni fenomeno geomorfologico va esaminato come effetto della dinamiche naturali e delle attività umane e quindi come prodotto di una serie di trasformazioni il cui risultato è rilevabile al momento dell'osservazione ed è prevedibile per il futuro, sia in assenza che in presenza dell'opera progettata. Anche nei casi in cui il progetto non sia finalizzato a ricostruire la morfologia tipica del tratto fluviale oggetto dell'intervento, ai bacini vanno date forme non regolari riconducibili a quelle generate dalle dinamiche fluviali. In tal

senso in via prioritaria potrebbero essere riattivati i corpi idrici superficiali esistenti, parzialmente interrati o sepolti. In alternativa possono essere creati bacini che ricalchino le forme fluviali tipiche del tratto del fiume, quali meandri, paleoalvei, lanche relitte o lanche terminali, caratterizzati da geometrie irregolari ed allungate, con andamento arcuato. La forma con la quale sagomare il nuovo invaso lacustre potrà essere ricercata nella ricostruzione storica (cartografie e fotogrammetrie) dei paleoalvei, ripercorrendo in fase di progetto le forme degli antichi tracciati fluviali.

A tal fine il progetto può essere utilmente corredato da:

- a) rilievi geologici di dettaglio per la determinazione della geometria e della tessitura delle unità litostratigrafiche affioranti;
- b) rappresentazione plano-altimetrica adeguata con individuazione dei terrazzi fluviali, delle lanche fluviali e delle tracce di paleoalveo;
- c) classificazione delle lanche relitte, attive o terminali e valutazione dello stato trofico ed ambientale;
- d) analisi della cartografia storica e sovrapposizione con le cartografie più recenti al fine di documentare le variazioni e l'evoluzione del fiume;



Ex cava Tuna, Comune di Gazzola (Pc). Esempio di recupero a uso ricreativo

e) censimento delle forme morfologiche residuali nel tratto fluviale di interesse.

Per garantire la migliore funzionalità naturalistica delle aree interessate dall'attività estrattiva deve essere prevista innanzitutto una notevole diversificazione morfologica. La diversificazione delle sponde e della profondità dei bacini può essere realizzata sia in avanzamento di scavo sia con riporto di materiali limo-argillosi meno interessanti dal punto di vista commerciale. Nel secondo caso il materiale deve essere reperito nella golena e non deve essere importato dall'esterno, al fine di garantirne la qualità.

La morfologia dei bacini e delle isole deve essere volta a riprodurre la geometria sinuosa tipica delle forme naturali. A tale proposito il perimetro dei bacini e delle isole deve presentare un indice di sinuosità $\geq 1,5$ (intendendo l'indice come rapporto tra il perimetro bagnato effettivo e la circonferenza che racchiude una superficie equivalente). Per favorire l'insediamento di fitocenosi elofitiche (canneto e tifeto), estremamente utili per la fauna e per il mantenimento di buoni livelli di qualità delle acque attraverso la fitodepurazione, la parte alta delle sponde dei bacini dovrà presentare pendenze molto ridotte ($5-10^\circ$), possibilmente interrotte da berme intermedie con esteso sviluppo delle pedate. La diversificazione della profondità delle zone umide, sempre con attenzione allo sviluppo delle fitocenosi elofitiche, può infatti essere realizzata con piani di scavo a quote differenziate, collegati con scarpate a ridotta inclinazione. Ogni piano può essere ulteriormente diversificato con la creazione di canali irregolari per forma e dimensione. Tali canali devono presentare una elevata sinuosità e profondità variabili tra 0,5 e 2 m dal piano di riferimento e larghezze variabili tra 2 e 10 m.

Le zone umide devono essere connesse, per quanto possibile, con l'alveo inciso per favorire il ricambio idrico, al fine di limitare i fenomeni di anossia.

Infine, nel sagomare la superficie dell'area, risulta utile creare anche bassure, sempre di ridotta profondità, da alternare a modesti rilievi, al fine di movimentare il piano di campagna. In tal modo si verranno a creare, per effetto del ristagno idrico (piogge, residui di allagamenti del fiume in piena), zone umide temporanee, che arricchiranno la diversità ambientale generale del sito, in quanto molto utili per flora e fauna (in particolare per la batracofauna).

Il progetto deve prevedere il modellamento delle scarpate secondo criteri di sicurezza in tutte le fasi realizzative e di utilizzo finale. I fronti di scavo e le scarpate finali dei laghi, delle zone umide, delle isole e dei canali non dovrebbero mai presentare inclinazioni superiori a 20° , in quanto pendenze superiori non risulterebbero stabili a lungo termine. Adeguate verifiche di stabilità vanno effettuate considerando le condizioni più gravose: sollecitazioni sismiche, sovraccarichi, presenza di mezzi d'opera, eventuale rapido svasso. In particolare le verifiche devono considerare l'azione dei mezzi meccanici, la percorrenza lungo la viabilità di cantiere, gli accumuli di terreni (anche temporanei), altri carichi interagenti con le scarpate. Nelle verifiche vanno utilizzati parametri geotecnici rappresentativi dei vari livelli interessabili dalle possibili rotture. Per la determinazione dei parametri geotecnici vanno eseguite indagini in sito e prove di laboratorio. Le pendenze delle sponde degli eventuali canali di accesso e dei bacini vanno decise considerando anche la capacità erosiva delle turbolenze indotte dai natanti, utilizzati sia per il trasporto del materiale estratto sia per la fruizione dei bacini residuali.

L'intervento deve garantire condizioni di sicurezza per i possibili fruitori. Le sponde, nei tratti attrezzati per la fruizione pubblica, vanno modellate a gradoni al fine di evitare cadute accidentali nei bacini. Nella fascia di oscillazione del livello all'interno del bacino i gradoni dovrebbero presentare pedate in contropendenza e alzate di altezza massima di 1,5 m e inclinazione non superiore a 15° . Le pedate devono essere dotate di larghezza non inferiore a 2,5 m. In questo modo in caso di caduta in acqua sarà presente un battente non superiore a 1,5 m.

Per la fruizione dei bacini può essere prevista la realizzazione di canali di collegamento con l'alveo attivo, previa condivisione con l'Agenzia interregionale per il fiume Po (AIPO) della loro localizzazione.

Infine l'intervento deve garantire il rispetto delle risorse idriche sotterranee ed in particolare la loro qualità. Devono quindi essere messe in atto adeguate precauzioni sia durante la fase di coltivazione che in quella di gestione. Impatti sulle acque di falda possono essere connessi a immissioni di acque di lavaggio, a rotture dei mezzi d'opera, a versamenti accidentali, a ritombamento con materiali non

idonei. Devono essere previsti interventi di mitigazione consistenti nella realizzazione di recinzioni, barriere vegetali, rilevati arginali, canali per lo smaltimento delle acque dilavanti, limitazioni d'uso. Un ulteriore elemento di mitigazione potrà essere introdotto con un'accurata progettazione degli interventi di sistemazione, dando priorità assoluta ai progetti che prevedono il recupero naturalistico con realizzazione di zone umide diversificate. In tal modo infatti si potranno evitare gli effetti negativi legati a eventuali ritombamenti inidonei e alla ripresa in ambito perifluviale di attività agricole altamente impattanti. D'altra parte la realizzazione di zone umide ed ecotoni di nuova formazione permetterebbe di riattivare importanti funzioni biologiche di filtro e tampone a protezione delle acque di falda e degli ambienti acquatici superficiali, abbattendo sensibilmente i carichi inquinanti provenienti dal bacino scolante. Per quanto riguarda la fase estrattiva va anche posta particolare attenzione alle operazioni di rifornimento dei mezzi d'opera che deve avvenire tramite l'utilizzo di cisterne a doppia tenuta collocate su mezzi mobili. La manutenzione dei mezzi d'opera deve essere vietata nelle aree di cava. L'irregolarità delle sponde e la sagomatura delle isole e dei canali potrà essere ottenuta anche mediante operazioni di rinterro. Tali interventi devono comunque essere limitati arealmente per evitare fenomeni di deviazione delle falde sotterranee e soprattutto l'impermeabilizzazione delle sponde con conseguenti fenomeni di sbarramento del deflusso idrico sotterraneo e quindi l'aumento dei fenomeni di anossia e di impaludamento dei bacini. Le analisi concernenti i corpi idrici sotterranei vanno finalizzate alla descrizione dell'assetto strutturale degli acquiferi superficiali e profondi, alla caratterizzazione idraulica delle falde idriche (tipologia, portata, direzione e velocità di scorrimento, gradiente idraulico, minima soggiacenza), alla definizione dei rapporti con i corsi d'acqua superficiali e all'individuazione delle zone di alimentazione. Va inoltre valutata la vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento, con e senza attività estrattiva, attraverso le caratteristiche dei suoli, della profondità dei serbatoi idrici e del regime idraulico delle falde idriche. Vanno individuati i pozzi ad uso idropotabile che interessano l'acquifero (tipologia dell'opera, profondità, acquifero intercettato, sistema di emungimento). La rico-

struzione degli acquiferi va effettuata compatibilmente alla suddivisione proposta dalla Regione Emilia-Romagna ed esplicitata in “Riserve Idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna” (Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP - 1998). Prendendo come riferimento la terminologia utilizzata nel suddetto lavoro vanno individuati la stratigrafia del complesso acquifero A0, i sistemi acquiferi e le barriere di permeabilità, l’assetto del complesso acquifero A1, intercettato peraltro dalla maggior parte dei pozzi ad uso idropotabile, industriale ed agricolo, ed i rapporti con il complesso A0. Il progetto deve valutare le interazioni delle attività estrattive e di sistemazione finale con l’assetto idrogeologico attraverso l’utilizzo di modelli previsionali, definendo:

- a) i rapporti esistenti tra il Fiume Po e gli acquiferi superficiali e profondi;
- b) la vulnerabilità con riferimento al complesso acquifero A1;
- c) le interazioni della cava con la struttura degli acquiferi e con l’andamento del flusso idrico sotterraneo;
- d) gli abbassamenti e gli innalzamenti indotti dai bacini di cava ed i conseguenti effetti su pozzi ad uso idropotabile e sulle attività agricole.



Ex cava di Alfonsine (Ra). I livelli idrici dei bacini di cava in pianura sono di difficile controllo e quindi va prevista un’ampia variabilità. Ciò comporta limiti nella rivegetazione

4.2 La progettazione del recupero

4.2.1 La qualità delle acque

La progettazione ambientale delle cave lungo il corso del Po deve porsi come obiettivo il raggiungimento di elevati livelli di qualità delle acque, conformemente alle indicazioni del Piano di tutela delle acque (PTA) e delle relative varianti PTCP, nonché delle Direttive comunitarie in materia, in funzione degli usi plurimi che si intende assegnare al sito dopo il recupero (pesca, sport acquatici non natatori, turismo fluviale, allevamento ittico, didattica ambientale, etc.).

In particolare vanno considerati i seguenti aspetti:

- progettazione di opere di vivificazione idraulica (quali ad esempio canali di comunicazione con il fiume) in relazione alla profondità massima di escavazione prevista per la cava per mantenere livelli adeguati di ossigenazione della massa d'acqua di fondo;
- modellamento del corpo della cava in funzione della geometria della cuvetta lacustre che ottimizza il rapporto tra masse d'acqua superficiali ossigenate e acque di fondo asfittiche;
- costruzione di moduli di fitodepurazione che intercettano le acque superficiali sui canali che convogliano acque inquinate al sistema lacustre;
- riequilibrio ecologico dei corpi d'acqua e delle zone umide marginali come complemento delle opere di recupero ambientale che devono essere restituite alla fine dei lavori;
- individuazione delle attività ambientalmente sostenibili (non compromissione dell'ambiente acquatico), mediante l'analisi della tendenza evolutiva della qualità delle acque in relazione a diverse tipologie d'uso e di pressione antropica.

Prima di introdurre i criteri guida alla progettazione di un bacino di cava dal punto di vista ecologico, è necessario premettere alcuni aspetti riguardanti i processi che influenzano la qualità dell'acqua in questi ambienti, vincolati in particolar modo alla profondità e alla termica delle masse d'acqua, alle condizioni idrodinamiche, alla struttura della comunità vegetale e all'apporto di nutrienti in ingresso.

Durante la stagione invernale le acque di un lago della regione temperata presentano temperatura costante di circa 5-6 °C lungo l'intera colonna. In primavera, con l'avanzare



Cassa di espansione del fiume Secchia, Comune di Campogalliano (Mo). L'area - semiallagata - costituisce anche una zona umida di valore naturalistico. Attualmente è organizzata in Riserva Naturale

della stagione calda si verifica la stratificazione dell'acqua del lago, per cui le acque superficiali, più calde e meno dense, tendono a galleggiare sulle acque sottostanti, più fredde e quindi più dense. In tal modo tra superficie e fondo s'instaura un gradiente di densità che impedisce ogni possibile rimescolamento per tutta la durata dell'estate. In autunno le acque superficiali si raffreddano diventando più dense, tendono perciò a sprofondare inducendo il rimescolamento con le acque di fondo. Questa dinamica determina un ritorno alla isotermità e ad una parziale omogeneità delle condizioni chimiche.

Per un bacino lacustre, quindi, il periodo critico è sicuramente quello estivo, durante il quale nell'epilimnio si ha fotosintesi algale con prevalenza della produzione di ossigeno sui processi respiratori che lo consumano. L'aumento della densità del fitoplancton (alghe), correlata alla disponibilità di nutrienti, incrementa la torbidità e impedisce alla radiazione luminosa di penetrare lungo la colonna d'acqua. Nelle acque profonde non può quindi avvenire la fotosintesi e gli unici processi attivi sono quelli che consuma-

no ossigeno, quali respirazione e decomposizione di sostanza organica. Il perdurare nel tempo della stratificazione termica del lago può generare condizioni di ipossia o di anossia sul fondo.

In fase di progetto si deve considerare che la stratificazione termica è in larga misura correlata alla profondità del lago: più il lago è profondo, maggiore è la stabilità del gradiente termico estivo. Al crescere della profondità aumenta il rischio che la deossigenazione delle acque profonde possa diventare permanente. Evidenze sperimentali indicano che la profondità funzionale ad ostacolare la stratificazione e a conservare l'efficienza dell'ecosistema lacustre non deve superare i 10-12 m.

La stratificazione termica può essere interrotta dall'ingresso di acqua da canali o tubi collegati al fiume; l'acqua in ingresso, essendo più fredda di quella del lago, determina il ricircolo e la risalita delle masse d'acqua ipolimniche (le acque correnti sono generalmente più fredde di quelle stagnanti). E' quindi auspicabile un collegamento tra l'asta fluviale e il bacino di cava, una volta che sia verificata la sicurezza idraulica. L'ossigenazione delle acque può essere ottenuta dimensionando il volume di fondo in relazione alla quota del canale di carico/scarico dei laghi. Se si abbassa il fondo del canale si può scavare a profondità maggiori senza compromettere la qualità dell'acqua del bacino. La quantità di acqua in ingresso con le piccole piene è proporzionale all'area della superficie del lago relativa alle quote batimetriche comprese tra 0 e -2 m di profondità. Più è estesa la superficie, maggiore sarà la quantità di acqua che entra nel lago e penetra sul fondo garantendo il ricircolo e l'ossigenazione. Parallelamente potrà essere più grande anche il volume del fondo.

La quota di fondo incile, determinata secondo criteri ecologici, deve essere però tale da non intercettare le acque del corso d'acqua principale durante il periodo di magra estiva, evitando così che il canale di collegamento idraulico diventi un ramo secondario del fiume sempre attivo nell'arco dell'anno. Tale requisito si pone come imprescindibile per diversi motivi.

Il temporaneo isolamento del lago impedisce che il ricambio delle acque nel bacino sia continuo nel tempo. In questo modo è garantito un periodo di permanenza della massa

idrica durante il quale non si verificano i fenomeni di disturbo indotti dal ricambio delle acque. Questa condizione è necessaria affinché si possa instaurare nel lago una comunità stabile che garantisca la funzionalità dell'ecosistema.

L'ingresso dell'acqua del fiume nel lago, se avviene in modo massiccio e continuato nel tempo, può avere delle conseguenze negative sul corpo d'acqua poiché le acque del fiume possono presentare un forte grado di contaminazione da metalli pesanti e microinquinanti organici, cui si deve aggiungere un forte carico organico, soprattutto a valle dei centri abitati di maggiori dimensioni. Ovviamente le concentrazioni sono tanto maggiori quanto più bassa è la portata di magra. Isolare il lago dal fiume durante il periodo di magra estiva significa isolarlo anche durante la magra invernale, in quanto le quote idrometriche registrate nel fiume tra fine dicembre ed inizio febbraio sono abbastanza simili a quelle registrate in estate. Ciò protegge il lago da un contatto ininterrotto con le acque inquinate del Po, senza per questo impedire un certo ricambio del volume di fondo che è periodicamente necessario. Esiste una analogia di comportamento tra i laghi di cava e gli ambienti acquatici perifluviali situati nelle zone golenali, quali ad esempio le lanche. Tali ambienti sono infatti normalmente isolati dal fiume nel periodo estivo, e perciò possiedono buoni livelli di qualità ambientale, cosa che rappresenta una chiara indicazione per orientare l'intervento estrattivo verso il recupero delle funzioni e delle caratteristiche tipiche dei corpi d'acqua naturali presenti in golena.

Il rimescolamento delle masse d'acqua è favorito in laghi che hanno superfici ampie, sulle quali è più efficace l'azione del vento (che contrasta la stratificazione termica). La necessità di garantire un giusto equilibrio tra la stratificazione e la circolazione delle masse d'acqua rappresenta un criterio per la progettazione quanto al numero ed alle dimensioni dei laghi. A parità di volume, un sistema composto da più laghi di piccole dimensioni non collegati con il fiume può essere sfavorito rispetto ad un grande lago unico collegato con il fiume, in quanto nel primo caso:

- ↳ la geometria (rapporto superficie/volume) non favorisce l'azione del vento e le ridotte dimensioni favoriscono il riscaldamento delle masse d'acqua;
- ↳ i laghi situati nelle aree più lontane dal fiume sono con-



Roccabianca (Pr). Lanca relitta

finati e isolati, tendono a perdere acqua d'estate, ad accumulare sedimenti, sono tendenzialmente ipertrofici e si trasformano rapidamente in palude;

⇨ in tutti i bacini di questo tipo la qualità dell'acqua dipende soprattutto dagli apporti terrigeni dal bacino circostante mentre sono meno importanti i processi interni.

Per cui, verificata la sicurezza idraulica, a parità di volume, da un punto di vista eco-idrologico è meglio avere un unico lago grande piuttosto che molti laghi piccoli.

Teoricamente lo stesso obiettivo può essere raggiunto mediante la realizzazione di laghi distinti di opportune dimensioni; il rischio di anossia dei volumi di fondo può essere limitato mettendo in connessione con il fiume almeno uno dei laghi e collegando poi quest'ultimo agli altri bacini con canali secondari. In tal caso vanno particolarmente curati la progettazione ed il dimensionamento della rete idrica di interconnessione, in modo che la spinta delle acque fluviali in ingresso non risulti attenuata dal percorso imposto all'acqua, causando così ristagno.

Ai fini di favorire l'ossigenazione della massa d'acqua si deve inoltre privilegiare lo sviluppo delle zone litoranee di basso fondale, che sono favorevoli alla crescita di vegeta-

zione sommersa. Nel suo complesso, la fascia litoranea ha inoltre una notevole valenza per la colonizzazione da parte di flora e fauna diversificate e tipiche dell'ambiente marginale fluviale.

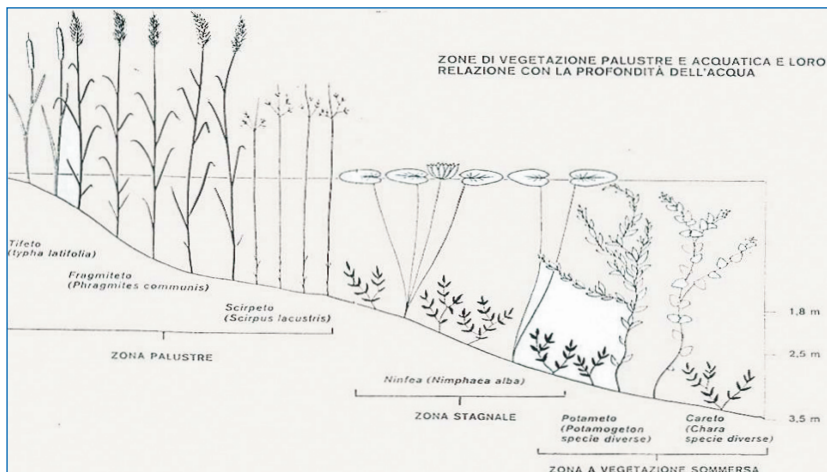
La frammentazione della geometria lacustre può essere ottenuta dal modellamento delle aree di basso fondale e con la costruzione di isole. La presenza di isole e rilevati laterali potrà inoltre aumentare la scabrezza della piana alluvionale nelle aree oggetto di escavazione. La realizzazione di isole può costituire inoltre un importante elemento di valorizzazione del sistema ripristinato, in special modo per la possibilità di fornire siti di riproduzione e di alimentazione alla fauna che può colonizzare questi ambienti, oltre che di rifugio durante le piene. Può essere presa in considerazione la possibilità di riutilizzare per questi scopi il cappellaccio superficiale asportato dall'area di cava. Come noto lo strato di suolo fertile deve essere stoccato e reimpiegato negli interventi di recupero, in particolare per la piantumazione di essenze vegetali. Il materiale argilloso può invece essere reimpiegato per la realizzazione dell'isola o delle isole. Eventuali lenti limoso-argillose trovate durante la coltivazione della cava possono essere lasciate in posto ed utilizzate come base sulla quale depositare il materiale di riporto, riducendo i quantitativi di materiali richiesti per realizzare l'intervento. L'altezza massima dei rilevati rispetto al pelo libero dell'acqua a regime non dovrà comunque superare i 35-40 cm ed il profilo dovrà essere il più possibile irregolare con anse e lagune interne. Tra l'isola (o le isole) e una sponda del lago può essere realizzata una fascia a profondità minore (sempre utilizzando il cappellaccio eventualmente ancora disponibile), che non deve superare il valore indicativo di 5 metri. In questo modo nella parte del bacino compresa tra la sponda scelta e l'isola di nuova formazione si riduce il rischio di insorgenza di anossia sul fondo. Lungo tutto il perimetro bagnato l'acqua deve degradare molto dolcemente, in modo da favorire la colonizzazione (o l'introduzione) della vegetazione naturale a idrofite ed elofite. E' consigliata una forma lenticolare allungata in senso subparallelo alla corrente di un eventuale canale di collegamento al fiume, in modo da costituire un "invito" all'acqua fluviale in ingresso durante le fasi di piena. L'acqua entrante in rigurgito nel bacino tende in tal modo ad



Ex cava di sabbia in pianura, a contatto con la falda freatica: formazione di un bacino permanente. Nei pressi del fiume Po (Pc)

infilarsi nel corridoio di acque basse tra l'isola e la sponda, entrando prima a contatto con queste acque qualitativamente migliori e sovrassature di ossigeno per poi favorire in misura più marcata la riossigenazione della parte restante del lago, dovuta al rimescolamento idrico e alla rottura della stratificazione termica. Grazie a questo accorgimento progettuale convergono almeno quattro obiettivi differenti: la creazione di un corridoio preferenziale per il ricambio ed il rinnovamento idrico del bacino, la minimizzazione del disturbo fluviale grazie alla funzione di miglioramento e di attenuazione svolta sulla piena e sulle acque in ingresso dal corridoio stesso, la limitazione del volume anossico e la creazione di un ambiente dotato di condizioni diversificate, idoneo per l'alimentazione e la riproduzione indisturbata degli uccelli che costruiscono il nido a terra.

In fase di progettazione possono sorgere problemi di natura tecnica dovuti ai grandi volumi di materiale richiesti per la realizzazione dell'isola e del corridoio di acque basse ed alle caratteristiche delle argille da impiegare. Infatti, data la pendenza di declivio, vi è il rischio che il materiale riportato nel lago, anziché formare rilevati emergenti ed assestati,



Esempio di tipica zonizzazione della vegetazione palustre lungo le sponde delle zone umide padane (da Giacomini, La Flora, TCI 1958)

tenda ad appiattirsi ed a disperdersi, determinando, più che la formazione di un'isola, un effetto (negativo) di impermeabilizzazione delle sponde e dei fondali.

Un altro fattore che caratterizza e controlla lo stato trofico dell'ecosistema lacustre è la struttura della comunità vegetale. La funzione di filtro naturale operata dalle macrofite nel contenimento dei nutrienti inorganici disciolti, può essere utilizzata per l'abbattimento dei carichi in ingresso al bacino di cava, tramite la realizzazione di impianti di fitodepurazione lungo i canali di alimentazione. I processi fondamentali coinvolti nel trattamento delle acque sono:

- a) sedimentazione dei solidi sospesi;
- b) decomposizione aerobica della materia organica;
- c) prelievo biologico dell'azoto da parte della vegetazione;
- d) nitrificazione/denitrificazione;
- e) prelievo biologico del fosforo;
- f) precipitazione del fosforo in funzione della concentrazione di calcio e carbonati.

Nel caso di specifico interesse, considerata la realtà territoriale interessata e valutate le caratteristiche ambientali e climatiche che caratterizzano l'area, si ritiene che le essenze vegetali più adatte per la realizzazione dell'impianto di fitodepurazione siano *Phragmites australis* (Cannuccia di palude) e *Typha latifolia* (Tifa o Mazza sorda). Per conferire una mag-

gior valenza, anche paesaggistica, all'intervento, si potrà inoltre integrare la costituzione del canneto con l'inserimento di alcuni esemplari di *Iris pseudoacorus* (Iris giallo). Lungo il ciglio dei canali di fitodepurazione è consigliata la messa a dimora di un cordone vegetale a *Carex elata* (Carice spondicola). Grazie al fitto apparato radicale le carici possono svolgere un'utile funzione di consolidamento e stabilizzazione delle sponde dei canali, utile anche in fase di manutenzione dell'impianto.

Dimensionamento e geometrie degli impianti dovranno essere definiti tenendo conto del carico organico in ingresso (BOD5), del carico idraulico medio afferente e del tempo di ritenzione necessario alla vegetazione elofitica per l'assimilazione dei nutrienti.

Oltre agli interventi già menzionati (limiti di profondità, inserimento di impianti di fitodepurazione lungo i canali adduttori) per il contenimento delle concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti può essere vantaggiosa la realizzazione, almeno in alcuni settori del bacino, di una configurazione spondale che preveda la presenza di una zona poco profonda (sono sufficienti 30-40 cm) e soggetta a periodiche inondazioni (ad esempio nel periodo estivo, fase critica per il sistema lacustre) che separi la sponda colonizzata da canneto/cariceto dalla parte profonda del bacino. La discontinuità e l'alternanza di fasi di sommersione e di asciutta permette la riossidazione dei sedimenti e la rigenerazione dei buffer biochimici, con il conseguente contenimento della rigenerazione dei nutrienti dal sedimento e delle fioriture algali.

Oltre alla conformazione spondale è importante la forma della sezione verticale del bacino. La medesima profondità di escavazione può essere raggiunta realizzando i bacini con diverse conformazioni. Si hanno due principali tipologie.

Nel caso della conformazione del lago con sagomatura a scarpata unica, il profilo del lago viene sostanzialmente ricondotto a quello di un tronco di cono, con l'unico accorgimento di realizzare lungo le sponde una berma di sicurezza superficiale. Questa modalità di conformazione è sicuramente quella maggiormente sfavorita da un punto di vista ecologico, in quanto non comporta alcuna riduzione dei rapporti esistenti tra volume superficiale e volume di fondo anossico e non ha quindi alcuna influenza sul rischio di anos-

sia che si può avere a fondo lago durante il periodo estivo. Nel caso della conformazione con sagomatura a gradoni multipli la conformazione del lago risulta assimilabile ad una serie di tronchi di cono sovrapposti aventi diametro progressivamente minore ed ha lo scopo di limitare il volume di fondo a rischio di anossia nel periodo estivo rispetto al volume totale del lago. In sostanza questa particolare sagomatura prevede la realizzazione di una serie di gradoni lungo le sponde del lago, situati a profondità crescenti dal piano di campagna. Questa sistemazione comporta una



Prima e dopo il recupero ambientale di aree di cava in ambito pianiziale padano



forte valorizzazione ecologica del bacino lacustre di nuova formazione, in quanto riduce il rischio che in estate si verifichino pronunciate condizioni di anossia, che comprometterebbero la qualità complessiva del sistema. Appare evidente che per questa seconda opzione le possibili combinazioni e le modalità di conformazione dei laghi che si possono realizzare sono molteplici.

4.2.2 La compatibilità idraulica

La progettazione di un intervento di recupero ambientale delle cave di inerti realizzate nella golena di Po non può prescindere da un'analisi di compatibilità idraulica dell'intervento stesso, i cui vincoli di base devono essere costituiti da un lato dalle previsioni del corpus normativo specifico esistente (tra cui il R.D. 25 luglio 1904 n. 523 "Testo unico sulle opere idrauliche" e s.m.i.), dall'altro dalle prescrizioni contenute nel Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) e nelle Direttive ad esso collegate (tra cui, piuttosto re-



Cassa di espansione del fiume Panaro, Comuni di Modena e S.Cesario (Mo). Recupero con funzione idraulica e naturalistica

centi, la Direttiva per la definizione degli interventi di rinaturazione "Linee guida tecnico-procedurali per la progettazione e valutazione degli interventi di rinaturazione", di cui all'art. 36 delle Norme del PAI, allegata alla deliberazione C.I. n. 8/2006 del 5 aprile 2006 e la Direttiva tecnica per la programmazione degli interventi di gestione dei sedimenti degli alvei dei corsi d'acqua, allegata alla deliberazione C.I. n. 9/2006 del 5 aprile 2006).

L'analisi di compatibilità idraulica deve essere organizzata in modo da prendere in considerazione, caso per caso, gli specifici fenomeni che contraddistinguono l'assetto idrodinamico, in atto e tendenziale, del tronco di corso d'acqua

interessato, nonché le risposte dell'alveo alle modificazioni indotte dall'intervento e dalle opere accessorie.

Per impostare l'analisi occorre tenere in conto i seguenti principi generali:

- ⇨ l'assetto idrodinamico di un corso d'acqua non è mai statico ma evolve più o meno rapidamente nel tempo, per fattori naturali ed antropici;
- ⇨ la comprensione di tale assetto, e delle relative tendenze evolutive, è essenziale in quanto permette di formulare valutazioni circa il comportamento idraulico a livello di asta fluviale;
- ⇨ ogni intervento nell'alveo di un corso d'acqua comporta una perturbazione delle caratteristiche morfologiche, geometriche e idrauliche del corso d'acqua stesso;
- ⇨ la risposta del corso d'acqua alle perturbazioni indotte si determina sia a livello locale sia nei tronchi di monte e di valle e sia in tempi brevi sia medio – lunghi;
- ⇨ in linea generale, gli effetti di un singolo intervento a scala di asta fluviale estesa sono modesti o trascurabili, mentre possono diventare significativi gli effetti cumulati di diversi interventi.

La definizione della compatibilità idraulica degli interventi di recupero deve quindi partire dalla quantificazione complessiva delle modificazioni indotte dagli interventi estrattivi e dallo stesso progetto di recupero ambientale sull'assetto del corso d'acqua.

Le analisi devono essere condotte a due livelli:

- a scala di asta fluviale, per l'intero tronco potenzialmente influenzato dall'insieme degli interventi previsti;
- a scala locale, per il tratto di tronco fluviale potenzialmente influenzato, normalmente di estensione modesta.

A scala di asta fluviale

L'obiettivo è valutare la compatibilità degli interventi previsti sull'intero tratto di asta fluviale interessato.

Un primo requisito fondamentale che il progetto di recupero ambientale di attività estrattiva in golena di Po deve possedere è quello di inserirsi nel quadro dell'assetto di progetto generale del fiume Po definito dal Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI), in particolare per quanto riguarda l'indicazione dei caratteri di compatibilità degli interventi che si inseriscono nella regione fluviale e interagisco-



Vallette di Ostellato (Fe). Zona umida di valenza naturalistica, ad uso plurimo, compresa fra due canali di bonifica

no con il regime idraulico del corso d'acqua. Le condizioni vincolanti che occorre considerare sono infatti:

- ◇ la regimazione idraulica attuata e in progetto sul tratto di alveo di Po di riferimento, con profili idrici in condizioni ordinarie e di magra imposti dalle modifiche della sezione trasversale dell'alveo indotte dalle opere di sponda longitudinali (anche per rispondere alle esigenze della navigazione fluviale);
- ◇ le utenze irrigue e idroelettriche, fortemente condizionate dalle modificazioni morfologiche di carattere plano-altimetrico del corso d'acqua;

⇨ l'abbassamento del fondo alveo, passato o in atto, fenomeno rispetto al quale la pianificazione di bacino pone l'obiettivo di un arresto e di una eventuale inversione di tendenza.

Occorre quindi che gli effetti degli interventi siano analizzati in riferimento a due componenti:

⇨ l'assetto morfologico dell'alveo attivo, in relazione al bilancio del trasporto solido e alla presenza di opere di regimazione e difesa idraulica;

⇨ l'assetto dell'alveo di piena in relazione ai profili idrici, alla sicurezza idraulica e alla presenza di opere di difesa.

Il primo punto (assetto morfologico dell'alveo attivo/bilancio del trasporto solido/opere di regimazione e difesa) rappresenta probabilmente la componente di maggiore importanza in rapporto alle interazioni attese con interventi di coltivazione di cave e di recupero ambientale.

Occorre quindi che gli effetti degli interventi non pregiudichino il mantenimento della attuale morfologia dell'alveo attivo (tipologia di canale unicursale regimato) in rapporto principalmente alle esigenze di:

⇨ navigabilità interna;

⇨ individuazione di una condizione di adeguato "equilibrio" delle caratteristiche plano-altimetriche delle curve di navigazione;

⇨ derivazioni d'acqua;

⇨ controllo delle sollecitazioni idrodinamiche sulle opere di difesa idraulica;

⇨ invarianza del bilancio del trasporto solido, in quanto la realizzazione di condizioni favorevoli alla maggiore sedimentazione in golena del volume solido trasportato possono influire sul fenomeno di abbassamento di fondo sottraendo ulteriore materiale dall'alveo attivo.

Il secondo punto (assetto dell'alveo di piena/profilo idrico/sicurezza idraulica e opere di difesa) è di più semplice approccio, in quanto il criterio informatore può essere quello dell'invarianza rispetto alle condizioni attuali ovvero all'assetto di progetto e alle esigenze di sicurezza idraulica.

Nel merito delle interazioni tra gli interventi di recupero di aree di cava e le esigenze di protezione dalle piene, l'esperienza degli studi condotti ha evidenziato che, tendenzialmente, i laghi di cava e le opere di recupero hanno un effetto trascurabile sui livelli di piena del Po.

Appare comunque necessaria una valutazione, a scala di tratto esteso di fiume, con riferimento ai seguenti aspetti principali:

- ◇ eventuale variazione dei valori al colmo dei livelli di piena a causa delle modificazioni indotte nella morfologia e nella scabrezza delle aree golenali (modifiche della copertura del suolo nelle aree golenali aperte contribuenti al moto, abbassamenti più o meno localizzati del piano golenale, nuovi arginelli o dune che interferiscano con il deflusso, ecc.);



Ex cava Le Scalie, Comune di Medesano (Pr). Esempio di recupero naturalistico

- ◇ modificazioni delle sollecitazioni idrodinamiche sui sistemi arginali e sulle opere di sponda e di regimazione, causati dalla variazione della configurazione planimetrica della golena aperta contribuente al moto.

E' consigliabile programmare una linea di approfondimenti progressivi, che sia in grado di fornire previsioni via via più accurate dei diversi effetti e di migliorare nel tempo le scelte di intervento.

A scala locale

L'obiettivo è quantificare gli effetti che si manifestano nella porzione della regione fluviale direttamente interessata, nonché valutare l'estensione di asta fluviale, a monte e a valle, sulla quale tali effetti si ripercuotono.

Infatti, a seconda della localizzazione all'interno della gola, delle caratteristiche di forma delle aree estrattive e della tipologia e distribuzione degli interventi di recupero, si determinano interferenze con la dinamica del moto molto diverse. Le componenti del sistema fluviale da analizzare sono le stesse di quelle assunte a scala di asta fluviale. Sono tuttavia diversi i livelli di approfondimento, commisurati allo stato della progettazione e all'importanza dell'intervento, e gli strumenti di analisi e di indagine.

In relazione alle caratteristiche del sistema fluviale interessato, le analisi di compatibilità da svolgere devono quindi riguardare i seguenti aspetti:

- ⇨ la stabilità dell'assetto morfologico dell'alveo attivo e delle opere di regimazione dell'alveo;
- ⇨ l'assetto idraulico dell'alveo di piena (aspetti geomorfologici, funzionalità delle opere idrauliche di difesa) e le condizioni di rischio di esondazione ad esso correlate;
- ⇨ il bilancio del trasporto solido ed i fenomeni di erosione/trasporto/deposito del materiale d'alveo;
- ⇨ il regime idrologico ordinario e di magra, in relazione alle altezze idrometriche e alle frequenze di sommersione delle aree golenali.

A tale scala di analisi la compatibilità idraulica di un intervento di recupero ambientale in gola di Po deve essere valutata sulla base del rispetto dei seguenti vincoli idraulici:

- ⇨ mantenimento di distanze di rispetto delle aree di scavo dalle opere idrauliche (argini, opere di navigazione, opere di sponda), secondo le norme di cui agli artt. 104 e 105 del DPR 128/1959, al fine di salvaguardarne la funzionalità e non incrementare le sollecitazioni idrodinamiche nel corso del deflusso della piena;
- ⇨ mantenimento della stabilità morfologica dell'alveo inciso, evitando l'instaurarsi, per effetti erosivi in corso di piena, di canali attivi in aree golenali che modifichino le modalità di deflusso; per questo motivo l'apertura di nuove lanche, o la riattivazione di vecchie, non deve realizzare un collegamento tra monte e valle che, in ragione della

maggior pendenza motrice, possa costituire un by-pass dell'alveo principale;

- ◇ mantenimento delle caratteristiche globali di scabrezza dell'alveo di piena, al fine di non indurre maggiori altezze d'acqua a parità di portata (rischio sugli argini) o, al contrario, non aumentare localmente la velocità di corrente con maggiori sollecitazioni su strutture di difesa;
- ◇ riduzione della tendenza al deposito dei limi e delle sabbie fini in golena, a vantaggio di un riequilibrio del bilancio del trasporto solido tra alveo inciso e golena.

Assunti tali principi generali, si consiglia di operare per approfondimenti successivi di analisi, sia a scala di asta fluviale sia a scala locale, partendo da una fase di valutazione qualitativa fino a giungere a studi di dettaglio, che utilizzino modelli di tipo numerico per la descrizione dei fenomeni di deflusso e degli effetti degli interventi previsti.

Sono ipotizzabili generalmente 3 livelli di approccio:

- ◇ livello 1: identificazione delle caratteristiche del corso d'acqua, delle tipologie dell'intervento, delle interferenze visibili e definizione qualitativa delle condizioni di assetto per tutti gli aspetti coinvolti;
- ◇ livello 2: analisi qualitativa più dettagliata, combinata con valutazioni quantitative (definizione del profilo per la piena di progetto e per altre portate di riferimento mediante l'impiego di modelli numerici idrodinamici di tipo 1D in moto vario o in moto permanente; stima quantitativa dei fenomeni di interferenza tra alveo e intervento);
- ◇ livello 3: impiego di modelli numerici più complessi (modelli idrodinamici 2D a fondo fisso o mobile) per la simulazione dei fenomeni di allagamento del piano golenale e delle azioni di erosione, di deposito e di trasporto dei sedimenti da parte della corrente in presenza degli interventi, in modo da disporre di confronti dettagliati rispetto alle condizioni in assenza di intervento.

Per le analisi di livello 1, sono sufficienti le informazioni relative alle caratteristiche di insieme del corso d'acqua (di natura geometrica, idrologica e idraulica) e alla struttura dell'intervento, integrate da modeste operazioni di indagine in loco.

Per i livelli di analisi successivi sono generalmente necessarie campagne di indagini specifiche, finalizzate ad acquisire le informazioni necessarie alle diverse valutazioni, con il grado di approfondimento commisurato alle stesse.

I principali aspetti che più frequentemente necessitano di approfondimenti riguardano:

- ⇨ le caratteristiche morfologiche locali dell'alveo attivo e delle golene interessate: evoluzione delle lanche presenti, stabilità morfologica dell'alveo inciso regimato, riattivazione in piena di rami secondari ecc.;
- ⇨ la geometria dell'alveo: informazioni topografiche di dettaglio per la descrizione dell'alveo inciso, delle aree golenali, delle opere idrauliche, dei manufatti di attraversamento;
- ⇨ le caratteristiche granulometriche dei depositi dell'alveo attivo, delle sponde incise, delle aree golenali dell'alveo di piena;
- ⇨ le caratteristiche idrodinamiche del deflusso;
- ⇨ il trasporto solido e le stime di bilancio nelle condizioni indisturbate e in presenza dell'intervento.

Non in tutti i casi è necessario affrontare tutti i livelli di analisi; la scelta dipende dalla complessità dei fenomeni, dall'importanza o dalla particolarità dell'intervento, dalla criticità delle condizioni di assetto in atto.

E' inoltre da tenere in conto, nel processo di approfondimento, dell'opportunità di prevedere fasi sistematiche di "feedback", ovvero di verifica di congruenza tra i risultati emersi ai diversi livelli, in modo che l'interdipendenza tra i diversi fenomeni sia costantemente assicurata sia a scala locale sia a scala di asta fluviale.

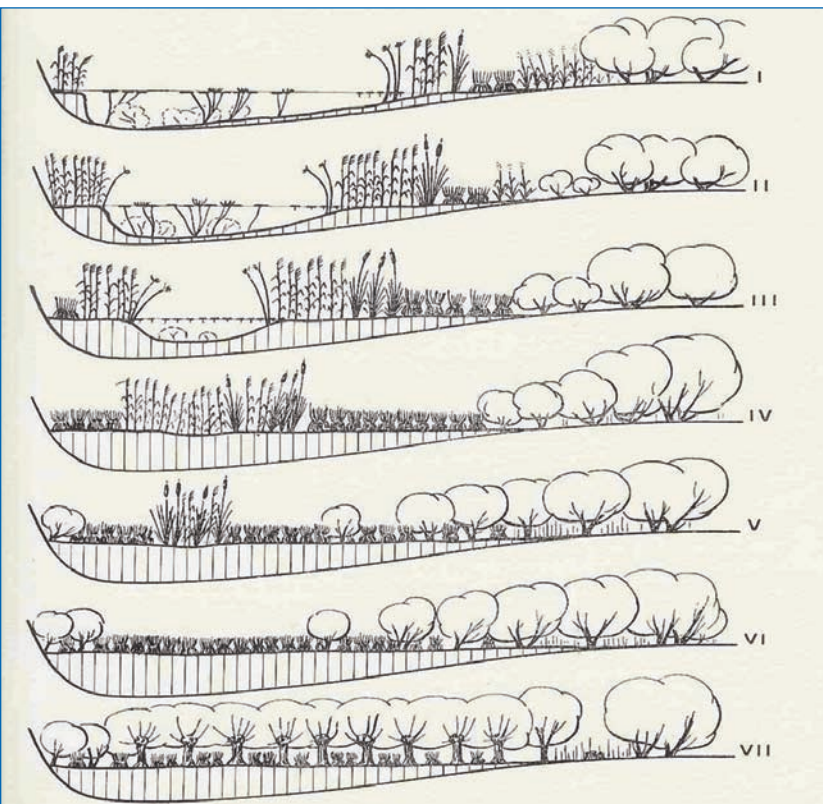
4.2.3 La progettazione e l'impianto della vegetazione.

La composizione in specie e la disposizione delle piante da mettere a dimora vanno pensate in funzione di diverse esigenze:

- ⇨ **ecologiche:** ricostruzione e valorizzazione dell'ecosistema fluviale in generale; creazione di idonee condizioni per l'insediamento e la vita della fauna selvatica;
- ⇨ **idrauliche:** non interferire con il deflusso degli eventi di piena; controllare localmente l'azione erosiva dell'acqua;
- ⇨ **pratico-gestionali:** limitare i costi, favorire gli interventi di gestione post-impianto.

Tra tutte le variabili però, sono le esigenze idrauliche a rappresentare l'elemento cardine per la progettazione. La questione della sicurezza idraulica può essere ricondotta a due tipi di esigenze:

generali: il deflusso delle acque di piena deve essere co-



Interramento di meandro fluviale con la naturale evoluzione della vegetazione e dell'habitat (tratto da: A. Pirola, 1968. Appunti sulla vegetazione dei meandri del Ticino. Notiziario Fitosoci. 5:1-23)

munque massimo per evitare problemi gestionali ed esondazioni;

locali: il passaggio dell'acqua deve essere controllato al fine di evitare fenomeni di erosione in golena, che possono mettere in pericolo sistemazioni o manufatti in essere, anche localizzati in alveo o in zone più lontane.

Dal punto di vista pratico si deve sempre fare riferimento agli studi idraulici: definita la morfologia finale di sistemazione dell'area è possibile, attraverso l'applicazione di modelli (come descritto sopra), definire i parametri da controllare (velocità della corrente e resistenza delle diverse specie) sulla base dei quali scegliere il tipo di vegetazione (arbustiva, arborea) e i suoi caratteri (disposizione, densità, ecc.) e gli in-



La rete ecologica territoriale (RER)

terventi di stabilizzazione delle sponde dei bacini creati. In generale si dovrà ricorrere ad impianti fitti, utilizzando un numero di piante superiore alle densità finali previste per la forestazione di pianura. Le condizioni ecologiche locali in golena, infatti, sono molto variabili, passando da momenti di completa e permanente sommersione a periodi di prolungata siccità, in presenza di un substrato fortemente drenante. Questo può comportare percentuali elevate di fallanze tra le piante messe a dimora, in particolare tra le specie più esigenti (es. farnia).

Questa elevata densità iniziale deve comunque essere costantemente monitorata e controllata attraverso periodici diradamenti per portare il sistema alla densità, alla morfologia ed alla funzione idraulica previste dai modelli idraulici relativi al sito.

L'elevata densità ha anche la funzione di anticipare l'effetto della vegetazione sul moto dell'acqua, effetto che nei primi anni dopo l'impianto è contenuto, sia per lo sviluppo limitato sia per la flessibilità elevata delle singole piante.

Gli impianti devono essere realizzati lungo file parallele poste ad una distanza sufficiente a consentire il passaggio delle macchine operatrici per il periodico controllo dello sviluppo di individui di specie erbacee e legnose infestanti. Nei primi anni dopo l'impianto la competizione delle specie locali può infatti rappresentare un fattore limitante per lo sviluppo del rimboschimento, almeno fino alla completa chiusura delle chiome.

Inoltre, dovendo limitare l'uso di sistemi di pacciamatura in film plastici (che possono essere facilmente asportati dalle piene) ed escludendo a priori l'uso di sostanze diserbanti, si deve ricorrere a periodici sfalci e/o trinciature della vegetazione spontanea che cresce tra le file o a lavorazioni superficiali. Questo tipo di gestione della vegetazione consente anche di controllare e modulare i parametri meccanici (resistenza al moto ecc.) entro gli intervalli previsti dai modelli di progetto. Si deve preferire un'elevata presenza di piante a rapido accrescimento per poter raggiungere velocemente un effetto idraulico stabile e nel contempo ricreare condizioni ecologiche utili sia al controllo dello sviluppo della vegetazione spontanea sia alla protezione delle specie pregiate a più lento sviluppo. Tra le prime si annoverano pioppi, salici, olmo e frassino, tra le seconde farnia, carpino e acero campestre.

Gli impianti devono essere realizzati con andamento normale ai flussi previsti dai modelli idraulici per le fasi di piena. Inoltre gli impianti devono essere realizzati associando specie arboree ed arbustive (ad es. alternate lungo le file), che interagiscono in modo diverso con il flusso della corrente a causa del diverso sviluppo, della diversa rigidità e della differente altezza. A tale riguardo si devono utilizzare anche piante con forme diverse: alle piante monocalci (ad es. farnia) si possono associare gruppi o file di piante policalci (per ceduzione o per portamento naturale) ad accrescimento iniziale più rapido (salici, pioppi, nocciolo, sanguinello). In particolare in vicinanza all'alveo attivo si deve predisporre una prima fascia di protezione arbustiva ed arborea densa, con lo scopo precipuo di intercettare innanzitutto il materiale di grandi dimensioni galleggiante



Cava Sette Polesini, Comune di Bondeno (Fe). Parte non più attiva in cui è stato attuato un recupero naturalistico. Particolare delle isole in terra, realizzate a poca distanza dalla riva, per la nidificazione

nella corrente (tronchi, alberi interi ecc.) ed anche di operare un parziale filtro del materiale di dimensioni limitate (plastica ed altro) evitandone o limitandone la diffusione nelle zone retrostanti risistemate ed a valenza ambientale più elevata. Sono da preferire specie fortemente igrofile come salici, olmo e sanguinello, oltre a pallon di maggio e frangola, funzionali anche all'arricchimento floristico e alla diversificazione specifica.

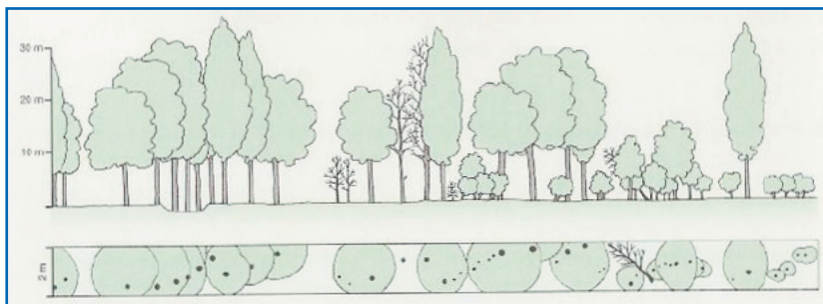
Gli ambiti lacustri residui dall'attività estrattiva, come già descritto sopra, devono essere caratterizzati da ampie superfici a battente idraulico limitato, dove deve essere insediata e svilupparsi spontaneamente una vegetazione di ripa erbacea (canne, tife, carici e giunchi) ed una ad idrofite. Attorno a queste formazioni si deve poi prevedere la creazione di ambiti forestali che potranno anche essere mantenuti più densi e compatti al fine di aumentare la resistenza al moto dell'acqua e bilanciare in questo modo la minore resistenza esercitata dal pelo libero dell'acqua (si vedano le indicazioni specifiche per il bosco mesofilo e mesoigrofilo che seguono). Questo bilanciamento tra "effetti contrastanti" rappresenta



Ex cava Isola Giarola, Comune di Villanova sull'Arda (Pc). Esempio di recupero ricreativo, naturalistico e produttivo. Aree circostanti il bacino di cava con zone a bosco mesofilo e zone a prato

certamente l'aspetto più complesso di tutta la progettazione dell'impianto della vegetazione. Fino a che l'insediamento delle specie di ripa non si afferma e si infittisce, l'azione della vegetazione arboreo-arbustiva circostante e delle opere di ingegneria naturalistica sarà fondamentale nel controllare il moto e l'azione erosiva dell'acqua di piena. Lo sviluppo dei canneti (per altro possibile nel giro di 3, 4 anni al più) permetterà di intervenire sulle formazioni forestali, iniziando il progressivo diradamento degli impianti fitti verso il fiume (meno di quelli distanti dal fiume) per lasciare spazio alle specie definitive ed agli individui meglio posizionati, conformati e sani. Si applicano, quindi, tecniche di forestazione naturalistica che tendono a creare boschi maturi, con individui arborei ben distanziati (5 x 5 m) ed a chioma ben coprente, al fine anche di evitare lo sviluppo del sottobosco arbustivo e quindi, nel complesso, una vegetazione che non limiti il deflusso delle acque di piena. Lo sfasamento tra i tempi necessari allo sviluppo delle diverse tipologie vegetali può suggerire una organizzazione di lavoro differita nel tempo e nello spazio. Dove non sono previsti interventi diretti di scavo o di

movimentazione può essere ipotizzata fin da subito la messa a dimora dell'impianto arboreo definitivo previsto dal progetto, sempre compatibilmente con le condizioni idrauliche locali e con le esigenze di stabilità dei siti. Un ultimo aspetto riguarda il problema del possibile materiale "flottante" (tronchi ed accumuli di vegetazione) trasportabile dalla corrente e quindi fonte potenziale di pericolo. In quest'ottica va tenuto presente che il salice bianco e spesso i pioppi hanno una vita media non lunga (10/20 anni) dopo di che tendono a deperire e morire "in piedi" e che l'olmo, specie di eccezionale interesse in zona perfluviale in quanto sopporta sia umidità che inondazioni temporanee ed aridità estiva, allo stato adulto tende ad essere colpita da malattie (grafiosi) che ne determinano la morte. Questa biomassa morta va asportata periodicamente dall'area d'intervento per evitare la formazione di materiale flottante.



Transetto di un tratto di bosco planiziale padano (da: Bracco e Marchiori, 2001, Quaderni Habitat, MATTM e Museo Friulano di Storia Naturale)

Il bosco planiziale di riferimento (Quercocarpineto e sua variante igrofila Quercoulmeto) ed i boschi azonali (pioppeto, saliceto e ontaneto)

La vegetazione potenziale per l'area in esame conta, secondo un gradiente di umidità crescente, i quercocarpineti, cui seguono i quercoulmeti su suoli molto umidi, gli ontaneti (ad ontano nero) su suoli palustri ed i carici-frassineti su suoli periodicamente inondati.

A ridosso del fiume Po si trova invece una vegetazione azonale, legata alla presenza di forte umidità e resistente alle periodiche inondazioni. Si tratta per lo più di formazioni molto semplificate quanto a corredo di specie, con decorso parallelo rispetto al fiume, generalmente di limitato spesso-



Ex cava Ghiarella, Comune di S.Cesario sul Panaro (Mo). Esempio di recupero forestale e ricreativo. Veduta dell'impianto forestale realizzato con specie planiziali, mesofile e igrofile

re, anche in relazione all'uso antropico, per lo più agricolo, degli spazi retrostanti. Domina in genere il salice bianco mentre è raro l'ontano nero e sono sporadici salici di taglia piccola. Compagnano il pioppo nero ed il bianco e anche isolati esemplari di farnia.

Lista delle specie autoctone utilizzabili

Le liste di riferimento (di cui all'Allegato 1) riuniscono le specie di cui si consiglia l'utilizzo per gli interventi di rinaturalizzazione in ambito golenale del fiume Po, nel tratto relativo alle province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia. Esse sono organizzate in modo da poter essere utilizzate



Vivaio forestale Scodogna (Pr). Parco Regionale dei Boschi di Carrega. Produzione di piantine forestali per il recupero ambientale

dal progettista quale strumento per scegliere le specie idonee agli interventi, sulla base della localizzazione e delle caratteristiche ambientali del luogo d'impianto. A questo scopo le specie sono state suddivise in 3 gruppi.

Il **gruppo A** raccoglie le specie da utilizzare quali componenti principali negli interventi d'imboschimento per le zone più distanti dal corso del fiume. A corredo del gruppo A si forniscono ulteriori informazioni per orientare il progettista nella scelta delle specie più adatte alle diverse condizioni edafiche.

Il **gruppo B** elenca le specie che possono eventualmente essere inserite in un secondo momento per completare ed arricchire la composizione, in ragione delle loro peculiari caratteristiche ecologiche o distributive.

Il **gruppo C** riunisce le specie utilizzabili per quegli eventuali interventi per i quali fosse possibile e/o auspicabile l'utilizzo di piante rare e minacciate ovvero comuni, ma dall'alto interesse ecologico ed anche estetico-paesaggistico, utili per aumentare il valore dell'area in termini di biodiversità, valore ecologico ed attrattiva turistica.

Caratteristiche del postime forestale

Vanno utilizzate piantine giovani, dell'età di 2 o 3 anni, a motivo della maggiore reattività post-impianto e delle per-



Vivaio forestale Scodogna

centuali di sopravvivenza superiori rispetto a quanto manifestato da piante più vecchie.

Le dimensioni della chioma devono essere proporzionate al grado di sviluppo dell'apparato radicale.

L'altezza minima varia in funzione della specie e della sua velocità di accrescimento iniziale. Indicativamente, altezze minime di 20-30 cm per gli arbusti, 30-40 cm per gli alberi destinati al governo a ceduo e 35-40 cm per gli alberi destinati al governo ad alto fusto possono essere considerate un punto di equilibrio tra funzionalità in fase di impianto, caratteristiche intrinseche delle specie e "visibilità" minima dell'intervento.

Le piantine forestali possono essere fornite sia a radice nuda sia in zolla sia in vaso. L'utilizzo di piantine con pane di terra è tuttavia consigliato per praticità di utilizzo, per le ampie possibilità di meccanizzazione in fase di impianto, per la possibilità di impiego in un ampio arco di mesi, di fatto quasi tutto l'anno con le uniche eccezioni dei periodi più caldo-aridi e dei giorni in cui il terreno è gelato, per la possibilità di conservazione per lunghi periodi dall'utente con pochi semplici accorgimenti senza il rischio di compromettere la vitalità, per un minor trauma da trapianto con percentuali di attecchimento mediamente maggiori.

Vanno utilizzate piantine con un equilibrato rapporto ip-

so-diametrico e prive di patologie. Sono da preferire piantine che si presentino all'autunno con fusti ben lignificati fino alla parte sommitale.

Nel caso di specie arboree destinate ad un governo ad alto fusto è bene che la piantina presenti fusto diritto, netta dominanza apicale ed assenza di biforcazioni. Tali caratteristiche non sono essenziali per piantine appartenenti a specie secondarie, arbustive o destinate al governo a ceppaia. La commercializzazione di alcune specie forestali è soggetta al "Passaporto delle piante CEE", così come previsto dal D.Lgs. 536/1992 in attuazione della direttiva comunitaria in materia fitosanitaria 1992/105 CE e dalla L.R. 20 gennaio 2004 n. 3 "Norme in materia di tutela fitosanitaria".



Comune di Campagnola (Re). Esemplare monumentale di olmo campestre tutelato ai sensi della L.R. 2/1988

Provenienza e biodiversità

Nelle azioni di recupero ambientale l'utilizzo di materiale genetico autoctono e di provenienza locale è la normale pratica da adottare nella maggior parte delle situazioni, soprattutto in quei casi, spesso frequenti, in cui vi sono scarse conoscenze sulle conseguenze genetiche dovute all'introduzione di genotipi alloctoni. Conservare la diversità genetica delle popolazioni locali è infatti la prima importante strategia da attuare per garantire la conservazione di una specie.

Tuttavia, l'uso di genotipi non strettamente locali può essere giustificato quando ciò risulta necessario per accrescere la diversità genetica o per la conservazione di specie geograficamente isolate, che altrimenti sarebbero soggette ad un inesorabile processo di *inbreeding*. L'introduzione di genotipi è quindi un processo particolarmente delicato, che va vagliato caso per caso, non solo nelle azioni di rafforzamento, reintroduzione, introduzione di popolazioni di specie rare e di interesse fitogeografico, ma anche durante i progetti di restauro e di recupero di ecosistemi o di siti degradati, dove si effettua largo uso di materiale di propagazione.

Il reperimento di semi delle specie autoctone, o di altro materiale di propagazione, di provenienza nota e selezionata da impiegare nei progetti di "rivegetazione" costituisce quindi un punto cruciale per la corretta gestione delle situazioni degradate e la conservazione della biodiversità. Il mercato vivaistico, in mancanza di adeguate norme prescrittive e cogenti in ambito nazionale, non è normalmente attento alla provenienza dei semi delle piante che produce e commercializza, soprattutto per quanto riguarda le specie erbacee.

Si rende quindi opportuno raccogliere in natura semi ed altro materiale di propagazione da popolazioni autoctone e locali, diversificando i siti e le piante madri per evitare una eccessiva uniformità.

Nei casi in cui i semi non vengano utilizzati entro l'anno di raccolta si rende opportuno fare ricorso alle banche dei semi delle specie spontanee che, grazie ad opportune tecniche di disidratazione e congelamento, ne assicurano la conservazione in buone condizioni di vitalità per lunghi periodi. Nelle opere di recupero o di restauro a fini strettamente naturalistici le banche dei semi consentono la disponibilità dei semi delle specie richieste anche in luoghi e tempi diversi,

così da aumentare la variabilità in termini di specie, genotipi locali e grado di maturazione. I semi possono poi essere impiegati direttamente in natura oppure passando attraverso una fase di coltura massiva in vivaio.

Attualmente l'attività di produzione e commercializzazione di piantine forestali è regolata dalla L.R. n.10 del 6 luglio 2007, in attuazione del D.L. 10 novembre 2003, n. 386 "Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione". Questa normativa prevede che per talune specie venga specificata la provenienza, la quale deve essere riportata, assieme agli estremi del certificato, su un apposito cartellino associato alle piantine fornite. Le specie attualmente soggette a questa normativa e d'interesse per l'area in esame, sono, tra quelle elencate nel paragrafo "Lista delle specie ammesse": *Populus sp. pl.*, *Prunus avium*, *Quercus cerris*, *Quercus pubescens*, *Quercus robur*.

In applicazione della L.R. 10/2007 gli ambiti territoriali di raccolta di materiale forestale di propagazione in Regione sono stati definiti con le determinazioni del Direttore generale ambiente e difesa del suolo e della costa n. 17010 del 28 novembre 2006 e n. 7664 del 13 giugno 2007.

Vivai forestali regionali

La Regione Emilia-Romagna assicura, attraverso la conduzione di vivai forestali regionali, la produzione e distribuzione di piante forestali. Attualmente sono presenti sul territorio regionale cinque strutture vivaistiche gestite direttamente dalla Regione dove gli Enti pubblici possono ritirare gratuitamente le piantine e due vivai strategici per la politica vivaistica forestale pubblica convenzionati con la Regione, dove gli Enti pubblici possono ritirare le piantine a prezzi concordati. Tutte le informazioni sono reperibili sul sito

www.regione.emilia-romagna.it/foreste/risforestali/viv.htm).

Preparazione del terreno e tecniche d'impianto

Per un inquadramento generale delle problematiche da affrontare (con particolare riferimento alla tecnica del *transplanting* o a quella ricostruttiva) si rimanda al Manuale per il recupero delle cave in Emilia-Romagna (2003) ed ai moduli d'impianto descritti più oltre.

Procedura consigliata per la preparazione della generalità dei terreni ex agricoli di pianura

1. lavorazione in profondità (circa 80 cm) con l'ausilio di un ripuntatore (fortemente consigliata nel caso di terreni precedentemente coltivati a seminativo, sconsigliata su suoli idromorfi o fortemente argillosi);
2. concimazione di fondo e ammendamento organico preferibilmente con letame bovino maturo o compost verde o FOS (frazione organica stabilizzata);
3. aratura superficiale (circa 30 cm) per incorporare la sostanza organica;
4. leggera fresatura o erpicatura poco prima dell'impianto (sconsigliate su suoli a tessitura particolarmente fine: in tal caso è preferibile procedere ad uno sminuzzamento più grossolano del terreno); nel caso di terreni occupati da prato stabile è consigliabile contenere la lavorazione, che potrà essere limitata alla fascia di impianto.

Procedura consigliata per la preparazione del terreno di ex cava

1. stoccaggio corretto del cappellaccio e suo riutilizzo con la ricostruzione di uno strato adeguato superficiale;
2. uso di compost vegetali ed altri ammendanti e concimi a basso impatto ambientale;
3. controllo delle infestanti e delle esotiche nonché dei parassiti con tecniche a basso impatto ambientale.

Utilizzo di pacciamature

L'impiego di film plastico pacciamante consente di controllare la crescita delle infestanti erbacee favorendo le piantine forestali nei primi anni di crescita, garantendo umidità del suolo e quindi minor stress idrico per le piantine. La pacciamatura plastica è adatta alla generalità dei terreni di pianura, ad eccezione di quelli troppo pesanti ed umidi, con forte ristagno idrico e falda affiorante, dove può indurre fenomeni di asfissia radicale.

Il suo uso in zone di golena, va anche valutato in rapporto alle possibili piene del fiume, che potrebbero asportare il materiale plastico utilizzato. Trattandosi di materiale non degradabile esso va rimosso e smaltito dopo circa 3 anni dall'impianto. In alternativa alla pacciamatura con film plastico, ed in particolare negli impianti a buche, si può ricorrere alla pacciamatura con film biodegradabile (tuttora in fase di speri-

mentazione) o a materiale diverso costituito da biodischi, dischi o quadrati in cellulosa, sughero o fibra di cocco, oppure materiali legnosi sciolti, come scorze di pino, trucioli di legno, che, comunque, non garantiscono in genere durata e risultati paragonabili a quelli conseguiti con il film plastico.

Il controllo delle erbacee può essere raggiunto anche attraverso lo sfalcio nell'interfilare e la lavorazione superficiale del terreno in prossimità delle piantine.

Questa operazione, facilmente meccanizzabile negli impianti organizzati a file, deve comunque essere reiterata almeno due volte nel periodo primaverile-estivo.

Densità e sesti d' impianto per le zone più distanti dall'alveo del fiume

La densità media d'impianto (3 x 3) dei boschi planiziali in golena può variare tra 1100 e 1700 piante/ha per garantire una densità finale media del bosco maturo (sul modello naturale) intorno alle 300-700 o 500-1000 piante/ha. Le piante potranno essere disposte per gruppi oppure per file parallele. In Allegato 2 vengono proposti alcuni moduli d'impianto. Il rapporto quantitativo tra le diverse specie e la scelta del modulo d'impianto più idoneo vanno valutati dal tecnico progettista sulla base delle caratteristiche delle specie stesse, utilizzate in relazione ai parametri ambientali del sito ed alle finalità dell'intervento. Le sintetiche informazioni di seguito riportate, possono tuttavia risultare utili ad orientare nelle principali scelte progettuali.

Arbusti.

Gli arbusti possono essere inseriti nell'impianto in vari modi:

- a. all'interno di un modulo d'impianto a file, tra un albero e l'altro, per aumentare la densità e la resistenza idraulica;
- b. all'interno ed a margine di un modulo d'impianto a file, per file di soli arbusti;
- c. all'interno di un modulo d'impianto a file, per gruppi di soli arbusti;
- d. all'interno di un impianto irregolare per gruppi a gruppi di soli arbusti.

Nel caso si scelga la modalità a. (arbusti intervallati ad alberi lungo la fila), si tenga conto che:

- arbusti molto spinosi, quali il biancospino, il prugnolo e l'olivello spinoso, possono costituire un inconveniente



Nota: le linee di impianto dei moduli sono diritte per comodità di rappresentazione grafica, ma dovrebbero essere realizzate curvilinee

nel caso, assai probabile, che si renda necessario successivamente intervenire sugli alberi con potature e sfolli;

- gli arbusti ai due lati di un albero possono svolgere un ottimo ruolo nell'accompagnarne la crescita, influenzando positivamente in particolare sul portamento dell'albero stesso; tali vantaggi vengono incrementati ponendo ai due lati di uno stesso albero arbusti della medesima specie.

Nel caso che invece si scelga di porre gli arbusti per file (modalità b.), si cerchi di far sì che le file esterne, perimetrali, dell'imboschimento coincidano con file di arbusti: in questo modo questi potranno svolgere appieno le loro funzioni di "margine" del futuro bosco.

In generale, qualunque sia la scelta progettuale riguardante gli arbusti, per esaltare il ruolo delle specie arbustive si suggerisce di porne a dimora a file lungo almeno uno dei lati esterni dell'imboschimento. In tal caso la maggiore produzione di frutti appetiti dalla fauna selvatica esalterà le funzioni del bosco a sostegno e ad incremento della biodiversità (anche faunistica).

Impianto a file parallele.

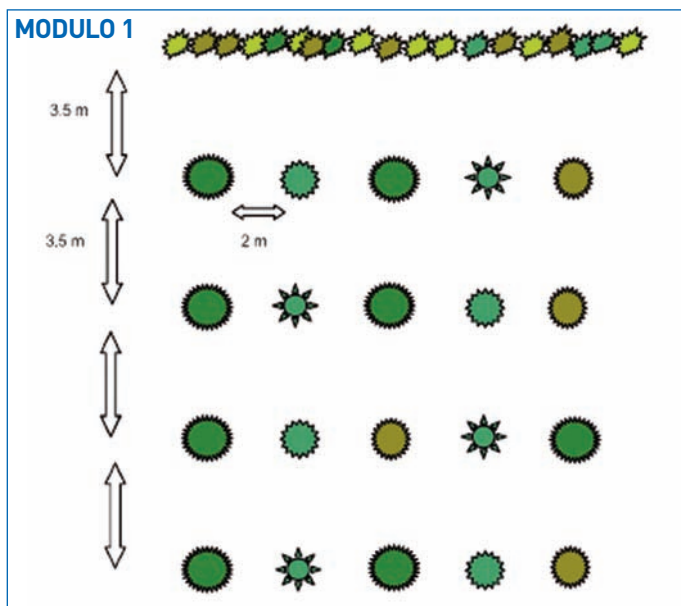
Nel caso dei boschi di pianura la scelta di procedere ad un impianto con file parallele non sarebbe auspicabile: tuttavia, per ragioni di praticità nella successiva gestione meccanizzata dell'imboschimento, tale soluzione appare spesso consigliabile. Le file devono tuttavia essere sinusoidali per mascherare, nel tempo, l'assetto artificiale dell'imboschimento ed aumentarne l'irregolarità, tipica dei boschi naturaliformi. In seguito si effettueranno periodicamente tagli selettivi che addolciscono ulteriormente il sesto d'im-

pianto originale, rendendolo infine meno simile a quello di un bosco artificiale, con la scomparsa di fatto delle file.

Larghezza degli interfilari negli impianti a file parallele. Di norma l'elevata densità consigliata per l'impianto di boschi planiziali comporta che le distanze tra le file siano piuttosto contenute. La larghezza di 2,5 metri è quella minima affinché lo sfalcio dell'erba nel corso dei primissimi anni di vita dell'impianto possa essere fatto con l'utilizzo di trattore. Se si prevedono lavorazioni superficiali è consigliabile prevedere un interfilare minimo di 3 m. Distanze minori comportano la necessità di utilizzare mezzi specifici: si tenga conto tuttavia che più l'impianto è fitto meno è necessario procedere con sfalci. Inoltre, in certi contesti ambientali (terreni pesanti, asfittici con falda affiorante), l'uso del trattore è sconsigliato ed in tal caso è bene utilizzare moduli d'impianto con interfilari più stretti.

Composizione

Alla farnia, che era la principale componente delle foreste planiziali, se sussistono le idonee caratteristiche ambientali, normalmente viene assegnato un ruolo preminente nella costituzione di boschi di pianura, assegnandole un peso percentuale superiore rispetto alle altre specie, specialmente su terreni dotati di caratteristiche non troppo estreme (troppo aridi o estremamente umidi). Viene frequentemente utilizzata, nel caso di impianti per file, la tecnica di piantare la cosiddetta "doppia o tripla farnia", che consiste nel porre a dimora, lungo il filare, 2 o 3 individui distanziati circa mezzo metro tra loro anziché uno, nella prospettiva di diradare selezionando il migliore già attorno ai 5 anni di età. Analoga tecnica può essere usata per il frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa*). Nelle zone perifluviali è molto opportuno l'abbinamento della farnia all'olmo ed anche a pioppi, vista l'elevata probabilità di eventi di piena con cadenza ogni 5/10 anni. In particolare va intensificato l'uso dell'olmo, in quanto sopporta condizioni diverse di umidità del suolo e altezza della falda. A causa della grafiosi che può colpire la pianta devono essere previsti, nel lungo periodo, interventi di asporto degli individui morti, per evitare il problema del materiale flottante, ovvero l'utilizzo di cloni più resistenti.



La struttura si compone di 1 fila di specie arbustive, alternate a formare una siepe irregolare, ogni 4 file di specie arboree, alternate in modo irregolare. La densità di riferimento è di circa 2.000 piante ad ettaro

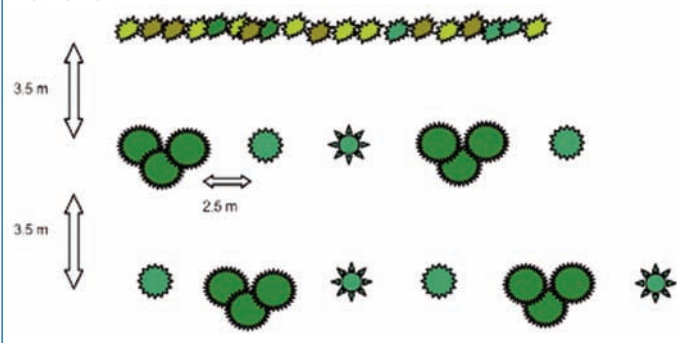
Il modulo d'impianto delle cosiddette macchie seriali per il bosco igrofilo e meso-igrofilo per le zone più distanti dall'alveo del fiume

Il metodo delle macchie seriali di vegetazione per le ricostruzioni ambientali simula i processi spontanei di rimboschimento di fitocenosi boschive naturali. L'impianto della macchia seriale (a forma ellittica) corrisponde ad una serie evolutiva: un nucleo centrale di specie arboree ed arbustive, floristicamente simili agli aspetti più evoluti della vegetazione limitrofa alla zona d'impianto (nel caso specifico quindi il querceto-carpineteto o meglio la sua variante più igrofila del querceto-ulmeto e i boschi azonali di salici e pioppi nelle fasce più prossime al fiume), circondato da fasce di vegetazione progressivamente meno evolute che degradano verso gli stadi iniziali pionieri.

Gestione e monitoraggio

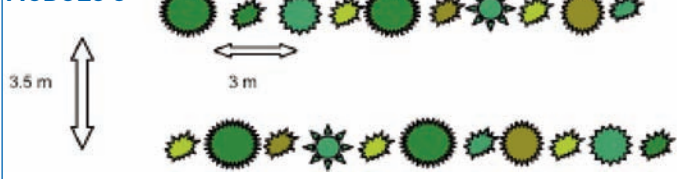
Per almeno 3 anni dall'impianto si dovrà provvedere allo sfalcio periodico delle erbacee lungo le interfile ed a 1 o 2

MODULO 2



Ogni 2 file di alberi, piantati in modo irregolare e secondo il “metodo delle 3 farnie”, viene intervallata 1 fila di cespugli. Ciò consente a breve di selezionare gli alberi migliori che si accresceranno più in fretta. La densità di riferimento è di circa 2150 piante ad ettaro

MODULO 3

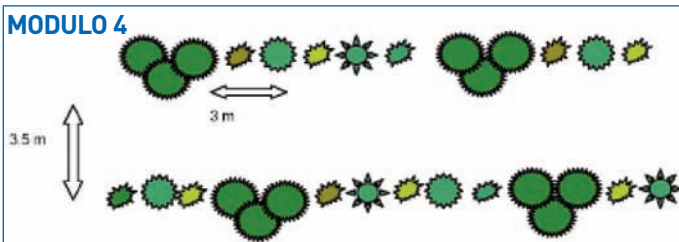


Alberi e arbusti vengono alternati secondo un modello del tipo “macchie seriali”. La densità di riferimento è di circa 1900 piante ad ettaro

lavorazioni del terreno nel periodo primaverile-estivo lungo la fila, in prossimità delle piante messe a dimora. Almeno nel primo anno potranno prevedersi irrigazioni di soccorso nel periodo estivo.

Il monitoraggio a lungo termine e gli interventi di gestione ordinaria devono essere eseguiti mediante controlli periodici secondo un cronoprogramma che evidenzia gli interventi necessari in relazione agli eventi ordinari e straordinari della dinamica fluviale alla quale le zone in esame sono sempre inscindibilmente connesse ed alle condizioni climatiche sfavorevoli. Negli anni successivi ai primi tre post impianto, le operazioni possono avere cadenza minore.

E' essenziale prevedere la manutenzione dei canali lanchivi, per i quali è sempre necessaria una periodica ripulitura che ne eviti l'interramento. E' consigliabile una seppur minima manutenzione delle eventuali infrastrutture (come sentieristica, cartellonistica, etc.).



In questo caso i gruppi di 3 farnie o frassini (a 1,5 m. tra loro) sono intervallati da arbusti; il diradamento verrà effettuato dopo 5-6 anni. La densità di riferimento è di 2.400 piante ad ettaro

Si ricorda la rimozione periodica (tardo estiva) di materiale secco (tronchi di materiali morti e morienti) e ramaglie, per contrastare il formarsi di materiale flottante. Inoltre, la ceduzione dei salici bianchi, pioppi ed olmi può contribuire (ogni 10/15 anni) a rinnovare le piante, con ricaccio dal basso di gemme dormienti. L'abbassamento in altezza di questi individui arborei comporterà anche diminuzione del coefficiente di scabrezza del soprassuolo.

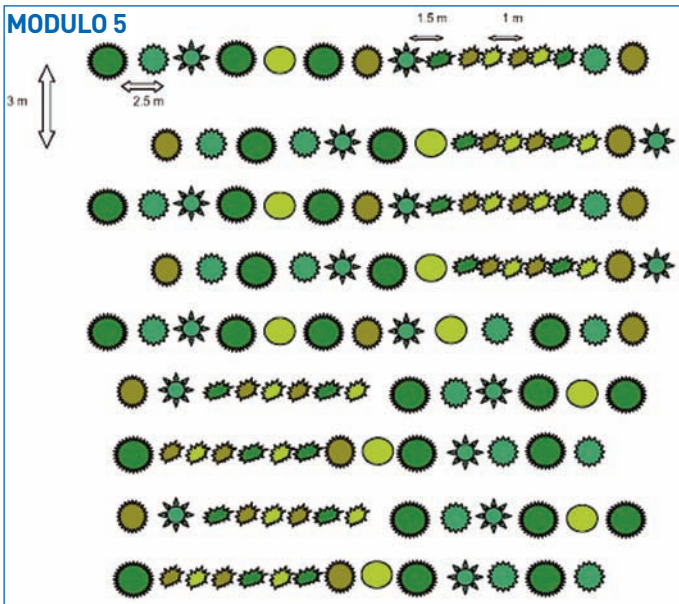
4.2.4 *L'uso dell'ingegneria naturalistica nel consolidamento e nella difesa delle aree golenali rimodellate*

Come in precedenza sottolineato l'elemento qualificante dei progetti di recupero ambientale delle aree di cava golenali è rappresentato dal controllo degli effetti delle piene sul sito recuperato anche ai fini del mantenimento degli interventi effettuati.

Questa azione presuppone però una copertura vegetale stabile e ben sviluppata, che viene raggiunta solo dopo anni dall'impianto. Pertanto, dopo il rimodellamento e la piantagione, gli interventi di ingegneria naturalistica possono svolgere un ruolo decisivo nella stabilizzazione delle aree e nella difesa da possibili eventi erosivi sia diffusi sia localizzati; parimenti possono, nel lungo periodo, presidiare stabilmente le direttrici lungo le quali le acque si incanalano, nelle fasi di riempimento delle aree golenali, esercitando anche una funzione di difesa dei manufatti artificiali come pile, sponde o altro.

L'azione delle opere di ingegneria naturalistica e della vegetazione assume una valenza massima nella difesa delle sponde di bacini e lanche permanentemente allagati. Que-

MODULO 5



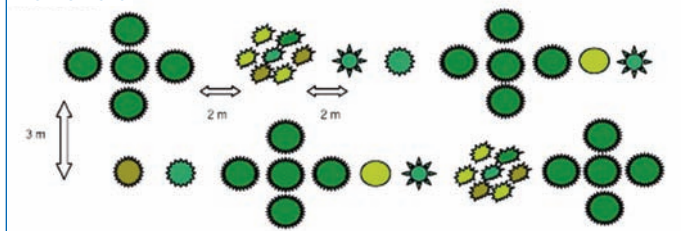
Gruppi di arbusti ed alberi collocati lungo una stessa fila, vengono ripetuti per 4 file, seguite da 1 di soli alberi, a sua volta seguita da altre 4 come le precedenti ma sfalsate, in modo da creare delle isole di arbusti, non contigue che, nel bosco maturo, costituiranno delle radure adatte ad ospitare vari tipi di fauna selvatica. La densità di riferimento è di circa 2000 piante ad ettaro

sti specchi d'acqua si caratterizzano per assenza di resistenza idraulica e quindi le acque di piena assumono velocità particolarmente elevate e con un alto potere erodente. Questi ambiti devono perciò essere progettati e presidiati in modo attento e puntuale.

Il posizionamento e le caratteristiche degli interventi di difesa richiedono la conoscenza precisa di queste fasi dinamiche. Partendo dal modello idraulico definito e dalle caratteristiche di velocità e scabrosità richieste, si possono predisporre interventi diversificati. Si potrà innanzitutto ricorrere agli interventi classici di ingegneria naturalistica quali:

- ↳ semine rinforzate, per aumentare la resistenza del substrato all'erosione;
- ↳ tessuti geotecnici per aumentare la resistenza superficiale al moto o all'azione erosiva dell'acqua ed anche la coesione interna dei materiali;
- ↳ talee e pali vivi, per favorire un rapido imboschimento ed

MODULO 6



Alberi (farnia o frassino a gruppi di 5, diradati dopo 3-6 anni) ed arbuti (a gruppi) vengono disposti in modo da creare delle isole, secondo il modello delle "macchie seriali". La densità di riferimento è di circa 1200 piante ad ettaro

un aumento nella stabilizzazione dei materiali sciolti;

- ◇ graticciate, per contenere il materiale superficiale e stabilizzarlo;
- ◇ scogli rinverditi, per aumentare la naturalità e la stabilità di scogliere e *rip rap*.

Ad essi si possono poi associare interventi specifici per ambiti caratterizzati da basse pendenze e presenza di specchi d'acqua permanenti:

a) lungo le linee di afflusso e di deflusso dell'acqua con opere trasversali stabilizzanti:

- ◇ trincee di talee interrate;
- ◇ cordonate;
- ◇ fascinate vive di salici o canna;
- ◇ ribalte vive.

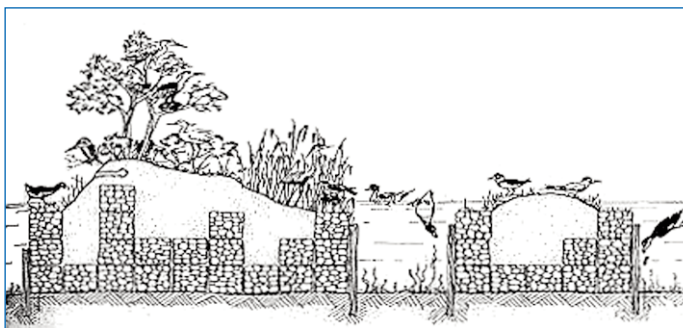
b) lungo sponde e/o zone in pendenza con opere longitudinali:

- ◇ coperture diffuse;
- ◇ ribalte vive;
- ◇ rulli in tessuto di juta o di cocco o con zolle di canna;
- ◇ fasce di insabbiamento vive.

Per le modalità realizzative di tali interventi si rimanda al Manuale tecnico di ingegneria naturalistica. Regione Emilia Romagna, Regione del Veneto (1993).

4.2.5 Indicazioni per favorire la fauna: elementi di interesse e di particolare valore protezionistico

Nell'ambito considerato si trovano numerose specie di riconosciuto valore conservazionistico, di cui non meno di diciotto tra i Pesci, sessantasette tra gli Uccelli ed otto tra i



Isole artificiali di differente tipologia all'interno di un corpo idrico artificiale, realizzate con l'impiego di palificazioni e gabbioni per l'ancoraggio al fondo. In alternativa si possono realizzare isole galleggianti, ancorate al fondo, meno sensibili alle variazioni del livello idrico

Mammiferi. Tra gli Anfibi ed i Rettili, poi, occorre sottolineare la presenza di tre specie di altissimo interesse quali rana di Lataste, pelobate fosco e testuggine palustre.

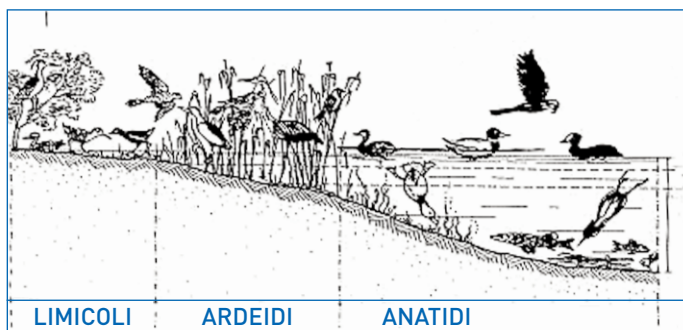
È evidente la presenza di diverse realtà che necessitano di interventi di protezione e di salvaguardia, attuabili principalmente mediante politiche di recupero e miglioramento degli habitat d'elezione.

Per la verifica delle situazioni di rischio sono da prendere a riferimento le più aggiornate e specifiche valutazioni sulle priorità di conservazione delle specie presenti in Italia (Lista Rossa dei Vertebrati Italiani secondo i criteri dell'Unione Mondiale per la Conservazione, UCN) e le indicazioni relative alle specie a maggiore rischio di estinzione (Allegato I della direttiva 79/409/CEE e successive modifiche recepite con la L.157/92 e Allegato I della Direttiva 92/43/CEE recepite con il D.P.R. 357/97).

A queste si affiancano poi le informazioni relative alle misure di protezione o allo status di minaccia contenute nelle direttive, convenzioni e pubblicazioni internazionali, tra cui la Convenzione di Berna, di cui alla L.503/81, la Convenzione di Bonn, di cui alla L.42/83, "SPEC" - *Birdlife International* 1994 e "Red Data Book" - IUCN 1996.

4.2.6 Interventi a favore dell'erpetofauna e della batracofauna

Il peggioramento generale degli habitat ha provocato una situazione di declino, a volte drammatica, della erpetofau-



Sponda di corpo idrico artificiale con corretta sagomatura del fondo e insediamento definitivo di vegetazione acquatica e palustre; diversi tratti, caratterizzati da diversa profondità dell'acqua, colonizzati da diverse specie vegetali e animali

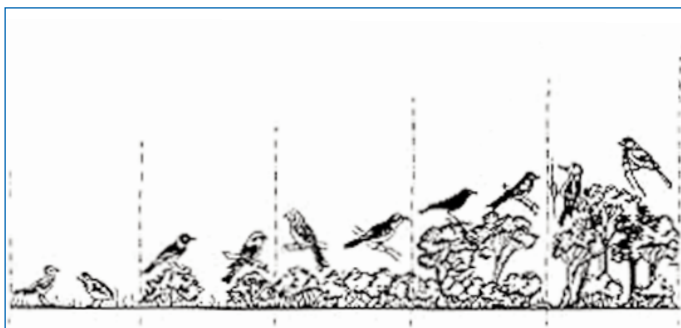
na e della batracofauna. Quest'ultima ha subito le perdite più consistenti essendo, nella maggioranza dei casi, legata ai siti acquatici, quanto meno per la deposizione delle uova e per lo sviluppo larvale. Il fenomeno è particolarmente evidente nella Pianura padana, dove sono stati sistematicamente cancellati i piccoli ambienti acquatici marginali.

In molti paesi europei si sono adottate prime misure di salvaguardia degli habitat residui, provvedendo in numerosi casi anche alla creazione di ambienti artificiali. In particolare il recupero delle cave si è rivelato utile allo scopo.

Le cave in area golenale presentano infatti diversi vantaggi per quanto riguarda il recupero di questo tipo di funzione. Il collegamento con la falda come pure la possibilità che durante le piene possano essere allagate determinate aree (depressioni anche modeste) permette la presenza di acqua permanente con la creazione di ambienti molto diversificati e ricchi. L'erpetofauna e, più specificatamente, la batracofauna vengono ad essere i gruppi più rappresentativi di queste nuove zone umide.

È comunque necessario effettuare interventi che migliorino le condizioni ambientali delle cave, che generalmente prima del recupero non presentano buone caratteristiche rispetto alle zone umide naturali.

I bacini artificiali hanno spesso sponde troppo ripide e profondità dell'acqua eccessiva. Gran parte degli anfibi infatti, preferisce zone di riva dove la pendenza è dolce e graduale per cui vengono a determinarsi le successioni vegetazionali e le tem-



Successione di alcune delle specie ornitiche, caratteristiche di differenti fasce di vegetazione, al confine fra due ambienti diversi, a partire dal prato aperto e fino al bosco fitto

perature atte a fornire cibo e riparo non solo agli adulti ma anche agli stadi larvali (le larve stazionano in zone dove la profondità dell'acqua varia da pochi centimetri a 1 metro o poco più). Anche la creazione di isole o penisole a cordone con zone di riva ad acqua bassa contribuisce a creare un ambiente favorevole. Altri ambienti ricreati che si sono rivelati favorevoli sono i canneti o tifeti con zone libere interne (chiarì) più profonde che non permettono l'insediamento delle canne. Pure la creazione di boschetti di vegetazione arbustiva e arborea igrofila, nell'area di cava, contribuisce a favorire l'insediamento di diverse specie erpetologiche e, fra gli anfibi, soprattutto di quei *taxa* che da adulti e in fase terrestre sono affrancati dagli ambienti prettamente acquatici come i tritoni (*Triturus carnifex*, *Triturus vulgaris*), le rane rosse (*Rana dalmatina*, *Rana latastei*), i rospi (*Bufo bufo*, *Bufo viridis*) e la raganella (*Hyla intermedia*). Le zone sabbiose aperte a vegetazione erbacea e arbustiva sono particolarmente idonee a specie adattate a questi ambienti come *Bufo viridis* o *Pelobates fuscus insubricus*. È importante che all'interno di questi due ambienti siano presenti piccoli bacini o pozze (anche temporanee) di profondità modesta (inferiore a 1 metro) e possibilmente prive di pesci. La presenza delle pozze in ambienti a esposizione così variabile permette lo sviluppo larvale sia delle specie a larve più eliofile, legate a una dieta in prevalenza algale, come per esempio i rospi, sia delle specie con larve più lucifughe e detritivore, come per esempio le rane rosse. Anche la temporaneità di certe pozze va incontro alle esigenze di quelle specie pioniere o opportuniste, adattate ad ambienti del genere (*Bu-*

fo viridis, *Hyla intermedia*, *Pelobates fuscus insubricus*). Inoltre il prosciugamento periodico elimina il rischio di colonizzazione dei pesci che possono esercitare una pressione predatoria eccessiva sulle larve. Questi piccoli ambienti non sono quasi mai a contatto con la falda e si avvalgono, per mantenersi, unicamente delle acque meteoriche. Per l'impermeabilizzazione si possono usare strati argillosi compattati o guaine sintetiche (ottime quelle doppie con strato centrale di bentonite). Per le specie che al di fuori del periodo riproduttivo conducono vita prevalentemente terrestre (rospi e tritoni) potrebbe essere opportuna la creazione di zone a copertura arbustiva o arborea che nel caso di *Rana latastei* diventa indispensabile, dato che le sue larve sono piuttosto lucifughe. Per quanto riguarda *Emys orbicularis*, rettile di notevole importanza ecologica e ormai raro negli ambienti padani, va sottolineato che un recupero di questo tipo è molto idoneo a favorirne l'insediamento naturale o guidato. Altre specie di rettili possono trarre vantaggio da questi recuperi, in particolare quelle che negli ultimi decenni hanno subito cali notevoli in pianura (*Podarcis sicula*, *Lacerta bilineata*, *Anguis fragilis*, *Elaphe longissima*).

4.2.7 Interventi a favore dell'ornitofauna

L'ornitofauna delle zone umide è una delle più ricche in assoluto, come numero e varietà di specie. Anche in ambienti "ricreati", come quelli di cava, trova, grazie alla grande varietà di fasce vegetazionali, zone adatte per la sosta, per nutrirsi e nidificare. In particolare si assiste spesso alla formazione di colonie nidificanti di numerose specie che confidano nella sicurezza e nell'abbondanza di cibo fornita dall'ambiente.

Nelle operazioni di ripristino occorre tener conto di numerosi fattori atti a favorire il maggior numero possibile di specie. La regola più comune vuole che più ambienti e fasce vegetazionali si ricreano, maggiore è la varietà di specie che le colonizzano. Naturalmente la superficie delle zone a disposizione ed in particolare di quella occupata dall'acqua è determinante per valutare il tipo di intervento. È bene ricordare che molte anatre ed altre specie che prendono il volo dall'acqua hanno bisogno di una superficie minima di decollo e atterraggio e di una porzione di riva libera, non chiusa da alberi troppo alti che potrebbero ostacolare tali operazioni. Per contro diversi uccelli acquatici gradiscono rive con vegeta-



Margine del bosco o siepe e sua biodiversità in flora e fauna.

zione arborea addossata o decombente per avere a disposizione zone sicure per rifugiarsi o nidificare. È quindi necessario creare un compromesso o meglio ancora avere a disposizione più bacini, anche di dimensioni diverse e in diversi contesti vegetazionali (laghi in zone aperte e laghetti in zone boschive). Per gli specchi d'acqua vale sempre la regola delle rive rimodellate a dolce pendenza che offrono la possibilità di interessanti e varie associazioni vegetazionali.

Canneti

Negli specchi d'acqua con profondità di 20 – 50 cm vanno incrementati i canneti o i tifeti. Numerose specie prettamente acquatiche come anatre e svassi ma anche rallidi (Porciglione, *Rallus aquaticus*, Gallinella d'acqua, *Gallinula chloropus*), ardeidi (Airona rosso, *Ardea purpurea*, Tarabusino *Ixobrycus minutus*) e piccoli uccelli come la Cannaiola (*Acrocephalus scirpaceus*), il Cannareccione (*Acrocephalus arundinaceus*), il Basettino (*Panurus biarmicus*) e il Migliarino di palude (*Emberiza schoeniclus*) prediligono il canneto come zona di nidificazione. Le canne vengono usate sia come supporto a cui appendere o intrecciare la struttura sospesa sia come materiale per costruire il nido, formato da grandi ammassi al suolo o strutture galleggianti ancorate alle canne circostanti. È indubbio che il canneto offra possibilità di creare un ambiente schermato e quindi riparato da disturbi esterni; molte zone centrali sono quasi irraggiungibili da eventuali predatori terrestri. È inoltre opportuna la creazione di aree interne al canneto, più profonde e quindi prive di canne (chiarì), che forniscono ulteriori ripari all'avi-

fauna acquatica. Sempre per quanto riguarda le rive possono essere previste poche e ristrette zone sub-verticali, di natura sabbiosa o terrosa, al fine di favorire la nidificazione di specie come il Martin pescatore (*Alcedo atthis*) il Gruccione (*Merops apiaster*) o il Topino (*Riparia riparia*) che scavano nidi a cunicolo. Per il Gruccione e il Topino non è strettamente necessario l'affaccio della parete sull'acqua, in quanto queste specie nidificano anche in zone asciutte purché il substrato e l'esposizione siano favorevoli.

Lamineti

Le zone ad acque più profonde sono gradite da talune specie come le anatre tuffatrici o gli svassi per cercare il cibo o stazionare. In certe porzioni di queste aree con profondità di 1,5 - 3 m potranno essere insediate ninfee, nannuferi e poligoni per creare zone adatte a specie particolari (Mignattino, *Chelidonias niger* e Schiribilla, *Porzana parva*) che le usano addirittura come supporto di nidificazione. Questo tipo di vegetazione va attentamente valutato nei bacini soggetti a grandi e frequenti escursioni di livello, perché incompatibile con tale regime. Anche una profondità eccessiva del bacino è inconciliabile con lo sviluppo di vegetazione sommersa o emergente. La profondità massima ideale per un bacino dovrebbe aggirarsi sui 3,5 - 4 m.

Isole

Nel modellamento e nella progettazione degli specchi d'acqua va considerata anche la creazione di isole di varia natura, da quelle prive di vegetazione a quelle con vegetazione erbacea oppure arbustiva ed arborea. Le isole possono essere galleggianti, di durata limitata e di piccole dimensioni, o permanenti, costruite per semplice accumulo o in "gabbionata pietrosa" o in "palificazione contenitiva". Le prime sono consigliate in ambienti piccoli e necessitano di manutenzione, mentre le seconde sono da preferirsi perché permanenti e adatte anche a grandi superfici. Le isole senza vegetazione vanno previste appena affioranti, con una superficie costituita da ghiaia posata su una guaina geotessile che impedisca l'insediamento della vegetazione. Questo ambiente viene preferito per la sosta e la "toelettura" del piumaggio di varie specie di uccelli acquatici ma è il luogo di nidificazione coloniale preferito dalle sterne (*Sterna hirundo*, *Sterna albi-*

frons) e dal Corriere piccolo (*Charadrius dubius*). Se fosse possibile intervenire periodicamente sui livelli dell'acqua sarebbe opportuno far sommergere, al di fuori del periodo di nidificazione, queste isole affioranti in modo da eliminare la vegetazione eventualmente insediata. Considerata la rarità e il declino, anche a livello europeo, di alcune specie coloniali (*Sterna albifrons*) interessate agli isolotti ghiaiosi, appare evidente l'importanza di considerare la creazione di questi ambienti nel ripristino delle cave di pianura.

Esistono poi altri tipi di insulati che hanno un profilo molto più alto della superficie dell'acqua e permettono l'insediamento di vegetazione arbustiva o arborea. Spazio e mezzi permettendo, la creazione di isole con cintura di salici arbustivi e boschetti di salici arborei e ontani consente di ricreare la situazione ideale per l'insediamento di colonie di ardeidi (Airone cenerino, *Ardea cinerea*, Nitticora, *Nycticorax nycticorax*, Garzetta, *Egretta garzetta*, Sgarza ciuffetto, *Ardeola ralloides*). Le isole sono preferite perché indisturbate, inaccessibili dai predatori terrestri e sicure.

Altri ambienti

Più lontano dagli specchi d'acqua si possono creare zone di vegetazione che comprendano sia aree aperte (a copertura erbacea o a pochi arbusti eliofili isolati) sia aree a vegetazione più fitta (cespuglieti chiusi o boschi). Le prime, oltre che per la nidificazione di specie particolari (Allodola *Alauda arvensis*, Starna *Perdix perdix*), sono usate come veri e propri terreni di caccia dagli insettivori (Gruccione *Merops apiaster*, Succiacapre *Caprimulgus europaeus*) o dai predatori più marcati come Albanelle (*Circus* sp.), Falco di palude (*Circus aeruginosus*), Gheppio (*Falco tinnunculus*), Poiana (*Buteo buteo*), Gufo di palude (*Asio flammeus*). Anche diversi migratori li utilizzano come luoghi di sosta privilegiati (Pavoncella *Vanellus vanellus*). Le aree boscate presentano caratteristiche ideali per tutte quelle specie che dipendono dagli alberi per cibo e nidificazione. In particolare le specie nidificanti in cavità (Picchio rosso maggiore *Dendrocops major*, Picchio verde *Picus viridis*, Torcicollo *Jynx torquilla*) hanno una prioritaria necessità di questi ambienti. Le cave lungo il fiume Po sono in posizione tale che costituiscono vie di spostamento e collegamento preferenziali per numerose specie dell'avifauna.

Deve però anche essere contemplata la necessità di ricreare quella fitta rete di corridoi ecologici che fino a pochi decenni fa era sempre presente fra le coltivazioni. L'incremento delle siepi, delle coltivazioni che possono costituire ulteriore ricchezza ambientale (prati stabili, marcite, ecc.) e di sistemi colturali rispettosi dell'ambiente e produttori di qualità (agricoltura biologica) aumenterebbe la qualità ambientale risultante dall'intervento.



Ex cava Poggio Berni, Comune di Poggio Berni (Rn). Esempio di recupero culturale: museo all'aperto a tema geologico



Ex cava Isola Giarola, Comune di Villanova sull'Arda (Pc). Esempio di recupero ricreativo, naturalistico e produttivo: allevamento di pesce nel bacino di cava

4.2.8 Interventi a favore dell'uso didattico e ricreativo

Dall'analisi di diversi casi esaminati, per l'area golendale emergono orientamenti che possono essere articolati in tre linee di interventi.

1. Valorizzazione turistico-ricreativa, con riferimento ad un bacino di utenza costituito dalle province rivierasche, in cui è già attivo un turismo domenicale, che potrebbe essere attuata attraverso interventi di modesto impatto ambientale come piste ciclabili, percorsi vita, aree pic-nic e sport acquatici (canottaggio, canoa, ecc.).
2. Valorizzazione ai fini della didattica ambientale, nei casi in cui l'area presenti aspetti appropriati, quali la coesistenza di un ambiente relitto (lanche di Po) e di un ambiente artificiale che nasce nell'ambito di interventi rivolti alla mitigazione delle attività estrattive in golena. Le aree recuperate possono essere inserite nel circuito delle Aree protette regionali, dei Siti Natura 2000, delle Aree di riequilibrio ecologico, dei Musei di storia naturale e della civiltà contadina del Po, delle zone d'interesse storico architettonico. Sui laghi di cava possono anche essere resi disponibili piccoli centri attrezzati da utilizza-

re per la didattica sul campo delle scienze naturali, ad uso delle scuole o del pubblico più in generale.

3. Organizzazione a poli attrezzati per ricerche ecologiche ed idrobiologiche ad indirizzo applicativo-gestionale. Il quadro di riferimento è quello dell'ecologia delle aree perifluviali, delle zone umide, delle "buffer strips", ecc. In questo senso possono essere coinvolte scuole medie superiori ed Università. Attualmente sono realizzate, in diversi bacini di ex cava, alcune linee di ricerca applicata, come ad esempio:

- a) studi sulla capacità di autodepurazione e sulla resistenza di questi ambienti alle perturbazioni legate all'inquinamento di origine diffusa proveniente dalle aree agricole circostanti e/o recapitato da corsi d'acqua inquinati;
- b) sperimentazione dell'allevamento di pesce planctofago obbligato che si configura per un basso impatto sulla qualità dell'acqua (non si usa mangime);
- c) recupero di aree poco profonde da utilizzare per la riproduzione ed il ripopolamento con fauna ittica indigena; quest'ultima linea di ricerca ha avuto un importante sviluppo con una sperimentazione di reintroduzione assistita dello storione (*Acipenser naccarii*) svolta in Provincia di Piacenza.



Ex cava Tuna, Comune di Gazzola (Pc). Esempio di recupero ricreativo



SPECIE DA UTILIZZARE PER LA COSTITUZIONE DEL BOSCO PLANIZIALE (zone più lontane dal fiume)

A) *Specie da utilizzare per la costituzione del bosco planiziale tipico* (Quercu-carpineto e sue varianti più o meno igrofile, quali il Quercu-ulmeto).

Suoli con buona/normale dotazione idrica

Specie arboree

Acer campestre (a) (s)

Carpinus betulus

Fraxinus oxycarpa (u) (r)

Quercus robur (u) (r)

Ulmus minor (a) (u) (r)

Specie arbustive

Cornus sanguinea e *C. mas* (a) (u) (r)

Corylus avellana (a)

Crataegus monogyna (a) (s)

Euonymus europaeus (u)

Frangula alnus (u) (r)

Ligustrum vulgare (a) (s)

Prunus spinosa (a) (s)

Rhamnus cathartica (a) (u)

Sambucus nigra (u) (s)

Sambucus ebulus (a) (r)

Rubus caesius (a) (u) *

(a): specie in grado di tollerare la siccità (vive anche su suoli tendenzialmente asciutti).

(u): specie in grado di tollerare l'umidità (vive anche su suoli tendenzialmente umidi).

(r): specie resistenti a sommersione prolungata (15-20 gg.).

(s): specie sensibili a sommersione prolungata (15-20 gg.).

In Emilia-Romagna occorre verificare la possibilità di utilizzo della Famiglia delle *Rosaceae* (il Genere *Crataegus*, è attualmente vietato per problemi fitosanitari, colpo di fuoco).

Suoli umidi anche periodicamente sommersi (falda superficiale o affiorante, rive di corsi d'acqua, lanche)

Specie arboree

Salix alba (r)

Fraxinus oxycarpa (u) (r)

Alnus glutinosa (r)

Populus alba (esclusi ibridi selezionati a scopo produttivo ed ornamentale, es. var. fastigiata) (r)

Populus nigra (esclusi ibridi selezionati a scopo produttivo o ornamentale, es. subsp.italica) (r)

Specie arbustive

Salix cinerea (r)

Salix eleagnos (r)

Salix purpurea (r)

Salix triandra (r)

Viburnum opulus (r)

Frangula alnus (r) *Ulmus minor* (r)

B) Specie il cui inserimento nell'imboschimento è possibile, ma in misura sporadica, attenendosi strettamente alle loro caratteristiche (indicate tra parentesi):

Specie arboree

Quercus pubescens (suoli asciutti, scarpate; la roverella raggiunge zone di pianura, anche relativamente di bassa quota, ad es. nel piacentino)

Specie a portamento basso arboreo-arbustivo

Cornus mas (suoli ben drenati)

Salix eleagnos (rive alte di corsi d'acqua in alta pianura)

Specie arbustive

Rosa canina (suoli asciutti, scarpate) *

Hippopae rhamnoides (suoli ben drenati)

Ononis spinosa (suoli ben drenati)

Genista tinctoria

C) *Specie rare in alta pianura ovvero comuni ad alto valore ornamentale, ovvero funzionali ai ripristini, utilizzabili nelle forme vegetazionali di seguito riportate e secondo le indicazioni ecologiche dedotte dal rispettivo inquadramento fitosociologico.*

a) **Vegetazione idrofittica a dominanza di:**

- pleustofite (inquadabile fitosociologicamente nella classe *Lemnetea*):

- *Lemna spp.*, *Hydrocharis morsus ranae*, *Utricularia australis*, *Spirodela polyrhiza*, *Salvinia natans*, *Ceratophyllum demersum*.

● **Indicazioni ecologiche:** canali, fossi ed acque da poco profonde a profonde, stagnanti da eutrofiche a oligomesotrofiche.

- rizofite (inclusa nella classe *Potametea*):

- *Ranunculus fluitantis*, *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Myriophyllum spicatum*, *Hottonia palustris*, *Nymphaoides peltata*.

● **Indicazioni ecologiche:** acque mediamente profonde, stagnanti o debolmente correnti, da eutrofiche (*Nuphar luteum*) a oligotrofiche (*Nymphaea alba*), su fondali fangosi. Le rizofite possono essere trapiantate in questi siti mediante rizomi da ancorare al fondo. Le pleustofite (non radicate ma liberamente natanti) possono essere semplicemente trasportate da una zona di crescita naturale al sito di neo impianto (previa acquisizione dei permessi specifici per le piante rare).

b) **Formazioni elofittiche** (prevalentemente appartenenti alla classe *Phragmiti-Magnocaricetea*):

- *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Carex spp.*, *Lythrum salicaria*, *Lysimachia vulgaris* e *nummularia*, *Alisma plantago-aquatica*, *Polygonum spp.*, *Sparganium erectum*, *Acorus calamus*, *Iris pseudacorus*, *Carex spp.*, *Cyperus spp.*, *Marsilea quadrifolia*, *Butomus umbellatus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Leucojum aestivum*.



Ex cava Fornace Violani, Comune di Alfonsine (Ra). Riserva naturale. Siepi perimetrali impiantate negli anni '90

- **Indicazioni ecologiche:** bordi di canali, lanche e corsi d'acqua, in acque da oligo-mesotrofiche a eutrofiche, che allo stato spontaneo crescono nel primo stadio dell'interramento dei corpi d'acqua, precludendo alla formazione dei boschi a salice. In particolare la cannuccia di palude (*Phragmites australis*) specie edificatrice per eccellenza e ad alto valore naturalistico (ospita infatti numerose specie ornitiche), tollera sia la sommersione che il prosciugamento, è indifferente allo stato trofico delle acque ed al tipo di substrato; tuttavia essa appare sensibile al taglio ed alla profondità delle acque (tali elementi ne fanno quindi importanti strumenti di gestione e controllo, essendo specie particolarmente invadente). Analogamente *Typha latifolia* e *T. angustifolia*, caratteristiche di acque ferme o a lento scorrimento, prevalentemente eutrofiche e su substrato ricco di sostanze organiche, possono essere validamente utilizzate per la costituzione di ambienti umidi ad alto valore ecologico, fitodepurativo-disinquinante e come rifugio per l'avifauna. Tali formazioni se lasciate all'evoluzione naturale (in assenza di pratiche periodiche di sfalcio e sfangamento) preludono alle forma-

zioni boschive igrofile e svolgono quindi un ruolo importante nella ricostruzione di habitat tipici (sia praterie aperte che formazioni boschive climaciche).

Il reperimento di tali piante potrebbe avvenire direttamente in natura (previa autorizzazione delle autorità competenti, quando necessario) o presso vivai specializzati (ad esempio il Centro Flora Autoctona della Regione Lombardia, o il vivaio Scodogna della Regione Emilia-Romagna, con sede in Sala Baganza - PR) ovvero come semi (disponibili presso le Banche dei semi come la Banca del Germoplasma della Lombardia). Per specie "banali" recuperate in natura come la cannuccia di palude, tife e carici, sarebbe utile probabilmente, il trapianto di zolle con terra, da ricollocare sulle sponde delle zone umide di neoformazione, previa idonea risistemazione delle sponde e controllo dei livelli idrici.

c) **Prati inondati e prati sfalciati** (classe Isoeto-Nanojuncetea, Bidentetea tripartiti, Molinio-Arrhenatheretea): *Cyperus spp.*, *Juncus spp.*, *Carex spp.*, *Myosotis scorpioides*, *Festuca arundinacea*.

- **Indicazioni ecologiche:** ambienti ripariali a prosciugamento tardo-estivo come margini di canali e di fossi ricchi in nitrati, ruderali e sinantropici (per le prime due classi); prati inondati su suoli argillosi, in zone di espansione di corsi d'acqua o in zone morfologicamente depresse, fortemente disturbati dall'uomo (l'ultima classe).

d) **Vegetazione ruderale subxerofila ed igro-nitrofila** (classe Artemisietea vulgaris e Galio-Urticetea):

Agropyron repens, *Sambucus ebulus*, *Rubus caesius*, *Urtica dioica*, *Equisetum telmateia*. Possono essere utilizzati anche: *Alopecurus myosuroides*, *Cynodon dactylon*, *Lotus corniculatus*, *Echium vulgare*, *Melilotus alba* e *M. officinalis*, *Agrostis stolonifera*, *Lolium perenne*.

- **Indicazioni ecologiche:** ambienti ruderali, nitrofilo, subxerofilo (quali incolti, scarpate stradali, margini fluviali, ovvero margini boschivi, per la seconda classe, legata a condizioni subigrofile-igrofile, mesofile), dove si potrebbe instaurare una successione secondaria con ampio ingresso di specie esotiche. Tali stadi dinamici durano nor-

malmente pochi anni e quindi il controllo delle esotiche potrebbe, in questo contesto essere lasciato alla naturale evoluzione della vegetazione verso formazioni chiuse, in cui la mancanza di luce limita l'espandersi dello strato erbaceo. In alternativa, una semina di specie erbacee come indicato, potrebbe risultare di valida concorrenza alle esotiche, così come anche la semina di graminacee di coltura (grano, orzo). In particolare le formazioni arbustive a *Sambucus ebulus* e *Rubus caesius* potrebbero svolgere un valido ruolo per il contenimento di specie esotiche quali *Amorpha fruticosa* e *Buddleia davidii*, e per il consolidamento di scarpate nonchè per facilitare ed innescare formazioni mature, in quanto ospitano numerose plantule di specie arbustive prima, come noccioli, sambuchi e viburni e arboree successivamente.

Semi di queste specie, di origine controllata e locale, possono essere anche rinvenuti presso banche del germoplasma come quella della Lombardia (LSB, Lombardy Seed Bank, del CFA).

- e) **Cespuglieti e boschi igrofilici** (classe Alnetea glutinosae): *Salix cinerea*, *Salix alba*, *Alnus glutinosa*, *Ulmus minor*, *Cornus sanguinea*, *Frangula alnus*, *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Leucojum aestivum*, *Carex spp.*

- **Indicazioni ecologiche:** formazioni pioniere su suoli da mesotrofici ad eutrofici, con falda acquifera superficiale o a lungo inondati, normalmente rappresentanti lo stadio di passaggio tra le fitocenosi elofitiche e i boschi ad Ontano nero.

Nelle fasi sindinamiche il saliceto a *Salix cinerea*, dal tipico portamento globoso (ramificando fin dalla base) non ospita uno strato erbaceo particolarmente ricco, anche se di particolare significato conservazionistico, in quanto, di frequente, vi trovano rifugio specie rare come *Leucojum aestivum* o *Thelypteris palustris*; prelude all'Ontaneto ad *Alnus glutinosa* che, in situazioni di allagamento semi-permanente potrebbe essere sicuramente impiantato, vista la sua ormai scarsa diffusione sul territorio padano a fronte del suo alto significato ecologico-conservazionistico nonché paesaggistico.

Queste specie possono essere reperite presso vivai loca-



Area golenale attiva

li specializzati (ad es. i Vivai Scodogna, Parma; MIPAF-CFS di Peri, Verona; CFA, Regione Lombardia) o allevate ad hoc in vivai “volanti”.

- f) Altri: arbusteti, siepi e mantelli boschivi (classe Salicetea purpureae e Rhamno-prunetea):
Cornus sanguinea, *Clematis viticella*, *Euonymus europaeus*, *Rhamnus cathartica*, *Rubus ulmifolius*, *Rosa canina*, *Salix purpurea*, *Sambucus nigra*, *Prunus spinosa*, *Crataegus* sp. pl.

In Emilia-Romagna occorre inoltre verificare la possibilità di utilizzo della famiglia delle Rosaceae in quanto il genere *Crataegus* è attualmente vietato per problemi fitosanitari, “colpo di fuoco”.

- Indicazioni ecologiche: gli ambienti ripariali ad acque lotiche, su sedimenti di recente deposizione e periodicamente inondati o disseccati in estate a causa del substrato sabbioso-limoso, ricco di scheletro e quindi molto drenante, ed i saliceti (associazione *Salicetum albae*), un tempo ampiamente diffusi in tutte le pianure alluvionali europee, potrebbero costituire una valida formazione di riferimento nella ricostituzione paesaggistica del mosaico ambientale padano.

Gli arbusteti, le siepi ed i margini boschivi di latifoglie decidue (essenzialmente specie arboree a portamento arbustivo naturale o per allevamento a ceduo), che evitano i suoli permanentemente inondati, dovrebbero costituire un tipico aspetto di diversità strutturale e floristica dell'agroecosistema padano, raccordando aree naturali ad aree antropizzate e quindi svolgendo un ruolo ecotonale di filtro e connettendo i diversi elementi utili sparsi sul territorio.

D) Chek list delle specie erbacee utilizzabili per l'inerbimento delle scarpate delle aree di cava per il consolidamento dei versanti ed in funzione antierosiva e di copertura, nonché in aree aperte a prato e/o cespuglieto, per incrementare l'ecomosaico e favorire la farnia.

La scelta delle specie utilizzabili in progetti di rinaturalizzazione in situazioni degradate, come le ex cave, deve essere orientata soprattutto verso un equilibrato e ponderato *mix* di specie erbacee pioniere e competitive, che possono svolgere un'adeguata funzione di copertura e di contrasto all'affermazione di una vegetazione alloctona (soprattutto esotiche invadenti). Il ruolo delle specie competitive (come *Lolium perenne*), nelle prime fasi della dinamica evolutiva, è influenzato dalle caratteristiche del substrato. In situazioni caratterizzate da terreno formato prevalentemente da inerti di cava, si privilegeranno specie più adattabili su ter-

reni grossolani e quindi con scarsa dotazione idrica (ad es. *Festuca gr. rubra*, *Festuca gr. ovina*, *Lotus corniculatus*, *Alopecurus myosuroides* e *Bromus erectus*); viceversa su terreni pesanti con ristagno idrico è più indicata *Festuca arundinacea*, che risulta quindi particolarmente adatta nelle golene soggette a periodiche inondazioni. In situazioni in cui è stato conservato correttamente e riutilizzato il cappellaccio o in cui si sono apportati ammendanti quali *compost* ecc., è possibile ricorrere, anche a specie più esigenti (quali *Dactylis glomerata*, *Agropyron repens* e *Trifolium pratense*), sempre comunque in miscuglio con altre maggiormente competitive, che funzionino da *starter* (graminacee annuali, come *Myosurus alopecuroides*) e contrastino lo sviluppo iniziale delle specie indesiderate (nitrofile, esotiche).

In particolare è fondamentale il rapporto equilibrato graminacee/leguminose nel miscuglio per l'inerbimento antierosivo: graminacee e leguminose hanno infatti caratteristiche sinecologiche e autoecologiche complementari. In cave silicee (sabbie), su terreni poco fertili e con climi caratterizzati da aridità estiva le graminacee (ad es. *Bromus sterilis*, *Alopecurus myosuroides*) danno *performance* migliori e vanno perciò privilegiate rispetto alle leguminose (tra queste ultime quelle più rustiche sono *Lotus corniculatus*, *Melilotus alba* e *M. officinalis*, *Trifolium repens* e *T. campestre*, *Onobrychis sativa* e *O. viciifolia*, *Vicia sp.pl.*), in quanto più competitive nelle prime fasi d'impianto. Tuttavia con miscugli polifitici (almeno 10 specie) si possono evitare le dominanze monospecifiche e quindi favorire la biodiversità floristica ed ambientale.

Per le formazioni prative semi-naturali si possono inoltre inserire specie quali *Saponaria officinalis* L., *Campanula rapunculus* L., *Ranunculus acris* L., *R. bulbosus* L., *Salvia pratensis* L., *Echyum vulgare* L., *Malva sylvestris* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Centaureum erythraea* Rafn, *Matricaria chamomilla* L., *Tanacetum vulgare* L., *Centaurea cyanus* L., *Linaria vulgaris* Mill., *Lysimachia vulgaris* L., *Aristolochia rotunda* L. e *Hypericum perforatum* L. con elevato valore estetico (fiori colorati e appariscenti), gradevoli nel caso di uso ricreativo ed eco-turistico dell'area, nonché per l'entomofauna.

E) Elenco delle specie per la fitodepurazione

Si possono dare diversi sistemi:

- Sistemi con macrofite galleggianti (quali *Lemna minor*, *Lemna gibba*, *Lemna oscura*, *Lemna trisulca*);
- Sistemi con macrofite radicate sommerse (quali *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Potamogeton sp pl.* ecc);
- Sistemi con macrofite radicate emergenti (quali *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Scirpus sp.pl.*) (per i quali si consigliano Sistemi a flusso superficiale (FSW: Free Water Surface Wetland).

Si rimanda per una scelta più ampia delle specie al punto C.

Utili riferimenti per la ricostruzione di fitocenosi ed habitat possono essere desunti anche dall'analisi delle flore e comunità vegetali spontanee, presenti nelle aree di intervento (ad es. Isola Serafini, Oasi de Pinedo, Parma Morta, Casse di espansione del fiume Secchia). Inoltre, altrettanto utili spunti possono essere desunti dall'analisi di situazioni naturali presenti nella confinante zona lombarda (Parco del Ticino, Parco Adda Sud, Parco dell'Oglio, Parco del Mincio e Bosco Fontana).

F) Specie vegetali esotiche da contrastare

Uno studio fitosociologico sulle formazioni erbacee e sui saliceti presenti lungo il Po ha permesso recentemente di evidenziare la diffusione delle specie esotiche al loro interno. Le specie più aggressive nei confronti della vegetazione spontanea locale sono *Artemisia verlotorum*, *Conyza canadensis*, *Sorghum halepense*, *Solidago gigantea*, *Helianthus tuberosus*, *Humulus scandens*, *Polygonum cuspidatum* e *Robinia pseudoacacia*.

Le specie autoctone più diffuse, il cui sviluppo va favorito per la buona riuscita degli interventi di recupero e ripristino ambientale, sono: *Polygonum hydropiper*, *Rorippa palustris*, *Polygonum lapathifolium*, *Rorippa sylvestris*, *Lythrum salicaria*, *Artemisia vulgaris*, *Lolium perenne*, *Agrostis stolonifera*, *Agropyron repens*, *Typhoides arundinacea*, *Phragmites australis*, *Galium palustre*, *Poa palustris*.

Per quanto possibile, come già indicato, le specie esotiche



Il Po a Polesine Parmense (Pr)

vanno combattute, sia direttamente sia indirettamente. Direttamente, contenendole con sfalci e trattamenti selettivi, soprattutto prima delle fioriture. Indirettamente, non lasciando spazi incolti, mettendo a dimora specie annuali autoctone o coltivate (ad es. grano ed orzo) nel primo anno d'impianto ed infine favorendo l'instaurarsi di specie e comunità indigene.

G) Lista delle specie indesiderabili contenente le specie se possibile da non favorire.

<i>NOME SPECIE</i>	<i>FAMIGLIA</i>
<i>Acalypha virginica</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Acer negundo</i> L.	Aceraceae
<i>Ailanthus altissima</i> (Miller) Swingle	Simaroubaceae
<i>Amaranthus albus</i> L.	Amaranthaceae
<i>Amaranthus cruentus</i> L.	Amaranthaceae
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Compositae
<i>Ammania verticillata</i> (Ard.) Lam.	Lythraceae
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	Leguminosae
<i>Apios americana</i> Medicus	Leguminosae
<i>Artemisia scoparia</i>	Compositae
<i>Artemisia verlotorum</i> Lamotte	Compositae
<i>Bidens frondosa</i> L.	Compositae
<i>Brassica rapa</i> L.	Cruciferae
<i>Buddleja davidii</i> Franchet	Buddlejaceae
<i>Erigeron canadensis</i> L.	Compositae
<i>Cuscuta campestris</i> Yuncker	Convolvulaceae
<i>Cycloloma atriplicifolia</i> (Sprengel) Coulter	Chenopodiaceae
<i>Cyperus squarrosus</i> L.	Cyperaceae
<i>Cyperus microira</i> Steudel	Cyperaceae
<i>Cyperus strigosus</i> L.	Cyperaceae
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	Graminaceae
<i>Potentilla indica</i> (Jacks.) Th. Wolf	Rosaceae
<i>Eleocharis obtusa</i> (Willd.) Schultes	Cyperaceae
<i>Eragrostis pectinacea</i> (Michx.) Nees	Graminaceae
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	Compositae
<i>Euphorbia lathyris</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Chamaesyce prostrata</i> (Aiton) Small	Euphorbiaceae
<i>Galinsoga ciliata</i> (Rafin.) Blake	Compositae
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Compositae

esotiche presenti lungo il corso del Po, da non utilizzare e

“Lista nera” (da Assini, 1999, modificato secondo Conti et al., 2005).

<i>Helianthus annuus</i> L.	Compositae
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Compositae
<i>Heteranthera limosa</i> Willd.	Pontederiaceae
<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz et Pavon	Pontederiaceae
<i>Humulus japonicus</i> Sieb. et Zucc.	Cannabaceae
<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae
<i>Lepidium virginicum</i> L.	Cruciferae
<i>Lindernia dubia</i> (L.) Pennell	Scrophulariaceae
<i>Solanum lycopersicon</i> L.	Solanaceae
<i>Mollugo verticillata</i> L.	Molluginaceae
<i>Morus alba</i> L.	Moraceae
<i>Morus nigra</i> L.	Moraceae
<i>Oenothera suaveolens</i> Desf. ex Pers.	Onagraceae
<i>Oxalis striata</i> L.	Oxalidaceae
<i>Panicum capillare</i> L.	Graminaceae
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	Graminaceae
<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae
<i>Polanisia trachysperma</i> Torr. & A. Gray	Capparidaceae
<i>Populus canadensis</i> L.	Salicaceae
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Rosaceae
<i>Robinia pseudacacia</i> L.	Leguminosae
<i>Senecio inaequidens</i> DC.	Compositae
<i>Setaria italica</i> (L.) Beauv.	Graminaceae
<i>Sicyos angulatus</i> L.	Cucurbitaceae
<i>Solidago canadensis</i> L.	Compositae
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	Compositae
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Graminaceae
<i>Veronica peregrina</i> L.	Scrophulariaceae
<i>Xanthium italicum</i> Moretti	Compositae

Glossario (tratto da: Poli *et al.*, 2001, modificato)**Biocenosi**

Insieme di organismi viventi che occupano un determinato ambiente e che sono legati tra loro da rapporti di vario tipo (trofici, di competizione, ecc.).

Corridoio ecologico

Striscia di territorio di natura differente dalla matrice in cui si colloca (ad esempio una fascia boscata entro una matrice agricola). Consente alla fauna spostamenti da una zona relitta ad un'altra, rendendo possibili zone di foraggiamento altrimenti irraggiungibili. Aumenta il valore estetico del paesaggio.

Criticità ambientale

Situazione lontana dall'ottimalità, anche per differenti ragioni: o per un'elevata gravità dello stato di degrado o per la presenza contemporanea di cause di perturbazioni e di situazioni di vulnerabilità (ad esempio la compresenza di usi agricoli intensivi che prevedono l'uso di pesticidi e di attività di cava che hanno esposto falde sotterranee). Molto importante al riguardo è il concetto di *"via critica"*: con tale termine si descrivono catene di eventi spazio-temporali, percorsi preferenziali di contaminanti, in grado di generare impatti gravi. La valutazione dell'impatto di una data opera su un dato ambiente implica dunque la stima delle variazioni indotte sulla qualità dell'ambiente perturbato. Occorre valutare se tali variazioni superino la capacità di sopportazione delle nuove pressioni da parte dell'ambiente; in altre parole occorre valutare la *"ricettività ambientale"*, ovvero la misura della capacità dell'ambiente di assorbire le pressioni prodotte dall'opera senza subire compromissioni significative.

Diversità e complessità biologica

Livello di diversificazione presente all'interno di una data biocenosi. La diversità biologica viene distinta nelle sue componenti fondamentali: la ricchezza specifica (che esprime il numero delle specie presenti nel popolamento considerato), l'equitabilità (che esprime il grado di omogeneità nelle presenze relative delle diverse specie all'interno del popolamento considerato). Una caratteristica collegata è la *"complessità"* del sistema, che può essere definita come il complesso di caratteristiche del sistema ambientale che ne riflettono la diversità biologica, il numero di livelli della rete trofica, la quantità e la diversificazione delle unità ambientali presenti.

Ecomosaico

Insieme di unità ecosistemiche elementari strutturalmente e/o funzionalmente collegate in modo da configurare una rete di relazioni (scambi di energia, materia, organismi viventi).

Ecosistema

Sistema biologico formato da un certo insieme di specie (popolazioni) e dalle interazioni reciproche e con i fattori non viventi del loro ambiente.

Equilibrio ecologico

Condizione teorica di stabilità dell'ecosistema risultante dalla combi-

nazione di forze e pressioni tra loro antagoniste ed equivalenti (es. produzione/consumo di biomasse). Le condizioni reali sono di tipo dinamico, con variazioni e fluttuazioni, che avvengono rispetto ad un trend evolutivo che può variare per cause climatiche o di natura del substrato. Il trend evolutivo tende naturalmente ad una situazione di equilibrio (climax) tipica per quella particolare combinazione di clima e di substrato, che peraltro può ritornare a stadi evolutivi precedenti anche per cause naturali.

Gravità del degrado

Lontananza dell'entità considerata dallo stato ottimale. Livelli di degrado più o meno gravi si hanno ad esempio secondo le condizioni di trofia di un lago, dello stato di inquinamento di un corso d'acqua, dell'integrità strutturale di un bosco, del livello di artificializzazione di un dato territorio.

Meta-popolazione

Insieme di più popolazioni appartenenti ad una determinata specie, abitanti in aree tra loro frammentate entro un medesimo ambito geografico, che mantengono comunque livelli più o meno consistenti di scambi di organismi e quindi di patrimonio genetico.

Neo-ecosistema

Sistema ecologico paranaturale la cui struttura è determinata più o meno completamente da azioni trasformatrici da parte dell'uomo.

Rarità

Disponibilità dell'entità considerata per l'ecosistema e per le eventuali fruizioni da parte dell'uomo. La rarità deve essere riferita ad un determinato livello geografico: si parla così di rarità a livello di biosfera, a livello nazionale, a livello locale. Il concetto si applica in primo luogo a specie animali o vegetali; si possono riconoscere diverse forme di rarità: ad esempio quella di specie con un areale complessivo ampio ma con densità di individui molto bassa (come nel caso della lontra), o quella di specie con densità anche discrete ma su un areale molto ristretto (come nel caso delle specie endemiche). Si può parlare di rarità anche per interi ecosistemi: ad esempio gli ecosistemi boschivi costituiscono ormai una rarità nella Pianura Padana, quest'ultimo caso esemplifica anche la particolare condizione di "relitto", testimonianza di areali molto più ampi di precedente diffusione.

Rete ecologica

Sistema di connessione di aree naturali in grado di offrire opportunità per gli spostamenti migratori e gli scambi genetici interni alle meta-popolazioni di specie selvatiche, in grado altresì di offrire habitat in quantità e qualità capace di mantenere livelli soddisfacenti di biodiversità su un determinato territorio. Una rete tipicamente si appoggia su matrici naturali estese come serbatoi di organismi, ed è costituita da un sistema di gangli e di corridoi di interconnessione.

Ruolo ecosistemico

Capacità dell'entità considerata di modificare la struttura e le funzioni di altri elementi del medesimo ecosistema o di altre unità ecosistemiche confinanti o lontane. Di particolare rilievo è la posizione dell'elemento ambientale considerato all'interno dei cicli bio-geo-chimici; ruolo elevato

hanno le specie poste ai vertici della catena trofica, maggiormente esposte ai rischi di bioaccumulo di sostanze inquinanti; un ruolo importante hanno anche quelle unità ecosistemiche che possono costituire via critica per il convogliamento di contaminanti (ad esempio i corsi d'acqua).

Stepping stones

Aree naturali di differente dimensione, geograficamente poste in modo da costituire punti di appoggio per trasferimenti di organismi in assenza di corridoi naturali continui. Tali unità possono vicariare entro certi limiti un corridoio continuo; in questo caso una funzione importante svolta è anche quella di rifugio. Qualora le dimensioni siano adeguate, gli stepping stones possono anche essere in grado di ospitare in modo permanente piccole o grandi popolazioni di organismi.

Unità ambientale

Spazio fisico definito da substrati e matrici avvolgenti (aria, acqua), che può essere definito come un'unità con omogeneità strutturale relativa di vario ordine di grandezza (un nucleo boscato, una rapida, un tronco morto) i cui confini sono delimitati da margini di diversa natura (stacchi netti, gradienti, sfrangiamenti, ecotoni).

Unità ecosistemica

Unità ambientale utilizzabile da esseri viventi (animali e vegetali e/o dalla comunità antropica) per i quali assume una specifica funzione in termini di habitat temporaneo o permanente.

Valori oggettivabili

Una caratteristica di fatto relativamente oggettiva è il “*valore economico*” dell'entità considerata, ovvero il prezzo in termini monetari che la società o suoi elementi sono disposti a pagare per disporre di essa. L'importanza di un elemento (o di un sistema) ambientale è però anche data da altre caratteristiche soggettive, che dipendono piuttosto dai soggetti culturali o scientifici che effettuano la valutazione. Si parla così di “*valore naturalistico*”, di “*valore scientifico*”, di “*valore storico*”, di “*valore culturale*”, di “*valore didattico*”, di “*valore estetico*”; ad esempio un fontanile, può avere non solo un elevato valore naturalistico e scientifico (può addirittura in qualche caso ospitare specie endemiche), ma anche un elevato valore culturale (in quanto testimonianza di modi storici di coltivazione) e anche valori didattici. Strettamente collegata a tale caratteristica (applicata invero più a singole specie che a sistemi), è l’“*autoctonicità*”, ovvero la condizione di appartenenza all'evoluzione naturale di un dato territorio.

Valori non oggettivabili

“Interesse” suscitato, ovvero la capacità dell'elemento ambientale considerato di provocare attenzione, sotto diversi profili (culturale, scientifico, turistico, economico), in determinati strati della popolazione (a livello locale, a livello nazionale ecc.). Si verifica spesso il caso che un dato elemento ambientale, a cui non si possono attribuire caratteristiche di elevata qualità secondo criteri consolidati, acquista invece un elevato valore per le comunità locali.

Vulnerabilità e caratteristiche collegate

Insieme delle possibilità dell'ambiente di subire degni a causa di pressioni esterne. È un concetto complesso, che tiene conto fondamentalmente

delle sensibilità relative del sistema alle pressioni esterne e della sua capacità di ritornare allo stato iniziale una volta perturbato. Strettamente collegato alla sensibilità è il concetto di “*resistenza*” di un sistema, ovvero la sua capacità di evitare modifiche rispetto allo stato originario durante un episodio di disturbo. Si usa anche il termine “*sensitività*” per indicare la caratteristica di un sistema che ne descrive globalmente le sensibilità relative nei confronti dei differenti tipi di disturbi. Il termine “*fragilità*” esprime in particolare la facilità con cui il sistema in oggetto può collassare (ovvero arrivare a modifiche irreversibili di stato) quando oggetto di disturbi. Si parla così di specie sensibili (o resistenti) a particolari sostanze inquinanti; ad esempio le specie ittiche sono sensibili alla presenza dell’ammoniaca nell’acqua, tra esse qualcuna è più resistente di altre; le grotte sono considerati sistemi ad elevata sensitività in quanto sono sufficienti piccole interferenze per modificarne drasticamente le caratteristiche ecologiche; le praterie d’alta quota sono considerati ecosistemi fragili in quanto la realizzazione di una nuova strada può innescare processi di erosione tali da pregiudicare l’intero sistema.

Per quanto riguarda la rinnovabilità, è importante distinguere la rinnovabilità artificiale da quella per vie naturali. La “*rinnovabilità artificiale*” è quella provocata dall’uomo; termini frequentemente usati sono quelli di “*recupero*”, che sottintende un’azione in grado di riportare una situazione di degrado ad un livello qualitativamente migliore (ad esempio recupero di cave dismesse); “*ripristino*” pone l’accento soprattutto sulla eguaglianza tra la nuova situazione e quella precedente (ad esempio il ripristino della vegetazione naturale preesistente all’intervento); il “*restauro*” sottintende soprattutto la riparazione di parti danneggiate (ad esempio il restauro di un monumento naturale). La “*rinnovabilità naturale*” può anche essere definita come la capacità del sistema ambientale di riprendere autonomamente la condizione originaria dopo un disturbo; può essere adeguatamente descritta attraverso il modello concettuale di “*resilienza*”, che a sua volta è un concetto complesso, risultato di più componenti. Le caratteristiche che descrivono la resilienza sono l’“*elasticità*”, ovvero la velocità con cui il sistema è in grado di ripristinare lo stato iniziale dopo la perturbazione (un corso d’acqua ha una elasticità maggiore di un lago); l’“*ampiezza di risposta*” ovvero il livello di modifica rispetto alla condizione iniziale che il sistema può sopportare essendo poi in grado di ritornare allo stato iniziale (determinate forme di prato sono in grado di sopportare elevati livelli di calpestio tornando alle condizioni iniziali, altre forme no), l’“*isteresi*”, ovvero la proprietà che descrive la simmetria delle modalità di ripristino dopo uno stress rispetto alle modalità di degrado (mentre vi può essere una simmetria tra le modifiche della composizione biocenotica e le modalità di autorecupero in un corso d’acqua soggetto a scarichi inquinanti, tale simmetria non può sussistere dopo il taglio di un bosco); la “*malleabilità*”, ovvero l’ampiezza con cui il sistema può assumere, dopo un disturbo, stati differenti da quello iniziale (sistemi boschivi possono riprendere la struttura originaria dopo un taglio, modificando peraltro in modo più o meno accentuato la composizione iniziale di specie).

Bibliografia di riferimento

- AA.VV., 1987. I boschi dell'Emilia-Romagna. Assessorato regionale ambiente e difesa del suolo, Bologna.
- ADANI G. (a cura di), 1990. Il mondo della natura in Emilia-Romagna. La pianura e la costa. Federazione delle Casse di Risparmio e delle Banche del Monte dell'Emilia-Romagna. Amilcare Pizzi Editore, Milano.
- ALESSANDRINI A. & BRANCHETTI G., 1997. Flora reggiana. Provincia di Reggio Emilia, Regione Emilia-Romagna. Cierre edizioni, Verona.
- ALESSANDRINI A., FERRARI C. & PICCOLI F., 1979. Flora spontanea protetta, prodotti del sottobosco e funghi. Regione Emilia-Romagna, Bologna.
- AMBROGIO A. & MEZZADRI S., 2003. Anfibi & Rettili; Quaderni di educazione ambientale - Museo Civ. di St. Nat. Di Piacenza.
- ANDREONE F., FORTINA R. & CHIMINELLO A., 1993. Storia Naturale, Ecologia e Conservazione del Pelobate Insubrico, *Pelobates fuscus insubricus* - Società Zoologica la Torbiera, Novara.
- APAT 2003. Il progetto Carta della Natura alla scala 1: 250.000. Metodologia di realizzazione. 17/2003 Manuali e Linee Guida.
- APAT, 2003. Biodiversità e vivaistica forestale. Aspetti normativi scientifici e tecnici. Manuali e Linee Guida 18/2003.
- ARNOLD & BURTON J.A., 1978. Tous les reptiles et amphibiens d'Europe en couleur - Elsevier Sequoia, Paris - Bruxelles.
- ASSINI S., 1997. La vegetazione di greto del Po in relazione al substrato. *Arch. geobot.*, vol. 3 (1): 41-50.
- ASSINI S., 1999. Le specie esotiche nella gestione delle aree fluviali di pianura: indagine geobotanica. *Arch. Geobot.*, vol. 4 (1) 1998:131-138.
- BARBIERI F. & GENTILI A., 2002. Gli Anfibi e i Rettili del parco Ticino-Parco Ticino.
- BARTOLI M., CATTADORI M., FANIN E., GIORDANI G. & VIAROLIP., 1995. Indagini preliminari in una zona umida (la Vallazza, Mantova) soggetta ad elevati carichi di inquinanti di origine urbana. *Quad. Staz. Ecol. civ. Mus. St. nat. Ferrara*, 9: 359-364.
- BASSI S. & BASSI S. (a cura di), 2000. Attraverso le regioni forestali d'Italia. Emilia-Romagna. Fondazione S. Giovanni Gualberto. Edizioni Val-lombrosa 2000.
- BASSI S., 1998: I boschi dell'Emilia-Romagna attraverso i dati dell'Inventario forestale regionale. In: (AA. VV.) Appennino foresta d'Europa. Regione Emilia-Romagna, Parma.
- BAUMGART A., 1982. Batraciens et reptiles des forêts riveraines du Rhin en Alsace - Aquarama, Strasbourg.
- BENINI G., CERUTTI G., DE PHILIPPIS A., GERBELLA E., VALENZIANO S., 1979. Influenza dei pioppeti e di altri tipi di vegetazione sul deflusso delle acque nelle golene del medio Po. *Collana verde n. 50. Grafiche STEP Cooperativa Parma.*
- BERNINI F. & MEZZADRI S., 1990. Su una popolazione di *Triturus alpestris apuanus* (Bonaparte, 1839) in pianura (*Amphibia, Urodela, Salamandridae*) - *Atti Soc. It. Sci. Nat.*, Museo Civ di St. Nat. Milano.
- BERNINI F., BOVINI L., FERRI V., GENTILI A., MAZZETTI E. & SCALI S., 2004. Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Lombardia; Quaderni di educazione ambientale - Pianura - Monografie N. 5, Cremona.
- BERTOLANI MARCHETTI D., 1989. I riflessi dell'attività agricola nei diagrammi pollinici del fondovalle padano. In: *Insedimenti rurali in Emilia Romagna e Marche. Consorzio Banche Popolari dell'Emilia-Romagna e Marche.*
- BODINI A., RICCI A. & VIAROLIP., 2000. A multimethodological approach for the sustainable management of perfluvial wetlands of the Po River (Italy). *Environmental Management*, 26: 59-72.
- BONACINI, M. & F. ADAMI, 1993. Manuale tecnico di ingegneria naturalistica delle Regioni Veneto ed Emilia Romagna. 237 pp.

- CALVO E., D'AMBROSI E. & MANTOVANI F. (a cura di), 2001. Arboricoltura da legno. Manuale tecnico-operativo. Realizzato con il contributo congiunto di Comunità Europea, Stato Italiano e Regione Lombardia nell'ambito del Piano di Sviluppo Rurale 2000-2006. Arti grafiche Vertemati Vimercate (MI). II edizione Ottobre 2001.
- CASTIGLIONI G.B. & G.B. PELLEGRINI. 2001. Note illustrative della Carta geomorfologica della Pianura Padana. In Supplementi di geografia fisica e dinamica quaternaria (n. IV) Comitato di Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria (n.IV) Comitato Glaciologico italiano, Torino, 2001. Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica.
- CASTIGLIONI G.B., BONDESAN A., BINDESAN M., CAVALLIN A., GASPERI G. & PERSICO A., 1997. Carta geomorfologica della Pianura padana. S.EL.CA. Fi.
- COLLI M., 2000. Studio floristico vegetazionale delle lanche di Gerra Gavazzi e di Runate (Canneto sull'Oglio, MN). I quaderni del Parco N° 1 Maggio 2000. Ed. TECO, Brescia.
- CONTI F., ABBATE G., ALESSANDRINI A. & BLASI C. (a cura di), 2005. An annotated checklist of the italian vascular flora. Palombi Editore, Roma.
- DE PHILIPPIS A., 1937. Classificazione e indici del clima in rapporto alla vegetazione forestale italiana. N. Giorn. Bot. It. XLIV: 1-169.
- DEL FAVERO R., 2002. I tipi forestali della Lombardia. Inquadramento ecologico per la gestione dei boschi. Regione lombardia, Agricoltura; ERSAF. CIERRE ed.
- FASOLA M., VILLA M. & CANOVA L., 2003. Le zone umide. Colonie di aironi e biodiversità nella pianura lombarda. Regione Lombardia e Provincia di Pavia.
- FENAROLI L., 1970. Note illustrative della carta della vegetazione reale d'Italia. Ministero Agricoltura e Foreste, Collana Verde 28, pag 70.
- FERRARI C., 1990. La vegetazione della pianura e della costa in Emilia-Romagna. In: Il mondo della natura in Emilia-Romagna. La pianura e la costa. Federazione delle Casse di Risparmio e delle Banche del Monte dell'Emilia-Romagna. Adani G. (a cura di), 1990. Amilcare Pizzi Editore, Milano.
- FERRARI V. & LAVEZZI F., 1995. I fontanili e i bodri in provincia di Cremona. Prismastudio, Cremona.
- FISCHER H., 1983. Amenagement d'un etang de remplacement pour amphibiens. *Aquarama*, N. 71/3 - N. 72/4 - Strasbourg.
- GOVI M. & TURITTO O., 1993. Processi di dinamica fluviale lungo l'asta del Po. *Acqua e Aria* pp. 575-588.
- GREZZI D. & GROPPALI R., 1987. Sulla presenza del pelobate fosco lungo il Po casalasco - Pianura 1.
- GROPPALI R., 1994. Alberi ed arbusti del Parco Adda Sud. I libri del Parco Adda Sud 2. Ed. Grafica GM, Spino d'Adda (CR).
- LAMBERTI A., 1993. Le modificazioni recenti verificatesi nell'asta principale del Po e problemi connessi. *Acqua e Aria*, pp. 589-592.
- LAPINI L., 2005. Si fa presto a dire rana; Guida al riconoscimento degli anfibi anuri nel Friuli Venezia Giulia , Prov. di Pordenone, Comune di Udine.
- LININGTON S. & PRITCHARD W.H., 2001. Gene banks. *Encyclopaedia of Biodiversity*, 3: 165-181. Academic Press.
- LININGTON S., 2001. The Millenium Seed Bank Project. In: B.S. Rushton, P. Hackney and C.R. Tyrie (eds.) "Biological Collections and Biodiversity".
- MALCESCHI S., BISOGNI L. & GARIBOLDI A., 1996. Reti ecologiche ed interventi di miglioramento ambientale. Il Verde Editoriale, Milano.
- MARCHETTI G. & DALL'AGLIO P. L., 1987. Storia di Piacenza dalle origini all'anno mille. Parte prima e seconda. A cura della Cassa di Risparmio di Piacenza e Vigevano.
- MARTIGNONI C. & PERSICO G. (a cura di), 2001. Piante acquatiche. I quaderni del Parco del Mincio. Regione Lombardia. Ed. Parco del Mincio, Mantova.
- MAZZOTTI S. & STAGNI G., 1993. Gli Anfibi e i Rettili dell'Emilia- Romagna. Quaderni della Stazione di Ecologia del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara.
- MAZZOTTI S. (ed.), 2003. Biodiversità in Emilia-Romagna. Dalla biodiversità regionale a quella globale. Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara. Regione Emilia-Romagna.

- MEZZADRI S., 1991. L'erpetofauna dell'Oasi de Pinedo – Riv. Di St. Nat., Museo Geol. di Castell'Arquato.
- MEZZADRI S., 1991. Tartaruga acquatica, sua biologia, reintroduzione e studio nella riserva naturale di Alfonsine in Monografia relativa alla Riserva Naturale speciale di Alfonsine (RA) – Regione Emilia-Romagna.
- MORI C., 2000. Le Aree di riequilibrio ecologico: una peculiarità della Regione Emilia-Romagna. Regione Emilia-Romagna, Servizio Paesaggio, Parchi e Patrimonio naturale. Bologna.
- MUZZI E. & ROSSI G. 2003. Il recupero e la riqualificazione ambientale delle cave in Emilia-Romagna. Manuale tecnico Pratico. Regione Emilia-Romagna.
- NÖLLERT A. & NÖLLERT C., 2003. Guide des Amphibiens d'Europe – Delachaux & Niestlé, Paris.
- OTTOLINI E. & ROSSI P., 2002. Conoscere e realizzare le reti ecologiche. Istituto per i beni artistici, culturali e naturali della Regione Emilia-Romagna.
- PERSICO G. & MARTIGNONI C. (a cura di), 2002. Alberi. I quaderni del Parco del Mincio. Regione Lombardia. Ed. Parco del Mincio, Mantova.
- PIANO E. (a cura di), 2004. Inerbimenti e tappeti erbosi. Quaderni di divulgazione scientifica, volume 2. Inerbimenti tecnici e di recupero ambientale. Istituto Sperimentale per le Colture Foraggere, Lodi.
- PIGNATTI S., 1998. I boschi d'Italia, Sinecologia e fitosociologia. Scienze forestali e ambientali, UTET.
- POLI G., (a cura di) 2001. Po, Fiume d'Europa. Progetto di tutela e valorizzazione di iniziativa regionale per la ridefinizione di un modello territoriale e di gestione ecosostenibile. Regione Emilia-Romagna. D.G. Programmazione territoriale e sistemi di mobilità. POLISTAMPA, Firenze.
- POZZI A., 1980. Ecologia di *Rana latastei* Boul. (*Amphibia Anura*) - Atti Soc. It. Sci. Nat., Museo Civ di St. Nat. Milano.
- RICCI A., VIAROLI P. & BODINI A., 1997. Valutazione di alternative di gestione di ambienti acquatici marginali del fiume Po mediante analisi a criteri multipli. S.It.E. Atti, 18: 443-444.
- ROMANI E. & ALESSANDRINI A., 2002. Flora Piacentina. Compendio del patrimonio floristico della provincia di Piacenza (Emilia-Romagna). Museo Civico di Storia Naturale di Piacenza e Società Piacentina di Scienze Naturali.
- ROSSETTI, G., BARTOLI M., ARIOTTI L. & VIAROLI P., 2003. Studio idrobiologico di ambienti acquatici golenali del Parco Fluviale del Po e dell'Orba (Alessandria). *Biologia Ambientale*, 17: 53-64.
- ROSSETTI, G., DUSSART B. & VIAROLI P., 1996. Finding of the calanoid copepod *Eudiaptomus gracilis* (Sars) in perfluvial environments of the Po River. *Mem. Ist. ital. Idrobiol.*, 54: 51-59
- ROSSI G. (a cura di), 1996. Riserva Naturale Alfonsine. Aree protette della Regione Emilia-Romagna. Regione Emilia-Romagna 1996.
- ROSSI G., DOMINIONE V. & RINALDI G., 2005. Linee guida per gli interventi di reintroduzione di specie vegetali rare ed in pericolo di estinzione. In: Rinaldi G. & Rossi G. (eds.), *Orti botanici, reintroduzione e conservazione della flora spontanea in Lombardia*. Quaderni della Biodiversità 2, p.11-40. Scuola Regionale di ingegneria naturalistica, Centro regionale per la flora autoctona. Regione Lombardia, Parco del Monte Barro.
- RUFFO S. (a cura di), 2001. Le foreste della Pianura padana. Un labirinto dissolto. *Quaderni Habitat*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Museo Friulano di Storia Naturale. Comune di Udine.
- SARTORI F. & ASSINI S. 2003. *The Po: an overview of the protection and conservation state of alluvial*. *Ecologie*, in stampa.
- SARTORI F. & BRACCO F., 1993. Foreste e fiumi nel bacino padano del Po. *Acqua e Aria* - 7.
- SARTORI F. & BRACCO F., 1995 – Flora e vegetazione del Po, in : “Risorsa Po: un bene da proteggere, un bene da valorizzare”, *Accademia delle Scienze di Torino* (Torino, 1994).
- SARTORI F. & BRACCO F., 1996. - Present vegetation of the Po Plain in Lombardy. *Allionia*, 34: 113-135.

- SARTORI F., 1991. Utilizzo delle macchie seriali di vegetazione negli interventi di ricostituzione della copertura vegetale naturale spontanea. Simposio nazionale della Società Botanica Italiana, Gruppo di Lavoro per la Conservazione della Natura, Pavia, 15 novembre 1991. *Verde Ambiente* (Suppl.) 6: 38-39.
- SCHIAVO R.M., 2001. Gli anfibi in provincia di Cremona, Provincia di Cremona.
- SIVELLI F., DEMALDE' E., LOSCHI S. & VIAROLI P., 1997. Variazioni stagionali della qualità delle acque in stagni da pesca nella golena del Po. *S.It.E. Atti*, 18: 439-440.
- SMITH R.D. & LININGTON S., 1997. The management of the Kew Seed Bank for the conservation of arid land and U.K. wild species. *Bocconea*, 7: 273-280.
- SMITH R.D., DICKIE J., LININGTON S., PRITCHARD H. & PROBERT R., 2004. Seed Conservation: turning science into practice. Royal Botanic Gardens, Kew.
- SOCIETAS HERPETOLOGICA ITALICA, 2005. Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia.
- SPAGNI A., PETRONIO A., ROSSETTI G. & VIAROLI P., 1999. I laghi di cava nella golena: aspetti ecologici applicati alla gestione. In G. N. Baldaccini e G. Sansoni (eds), atti del seminario I biologi e l'ambiente... oltre il duemila, Venezia 22-23 Novembre 1996. *CISBA Reggio Emilia*: 521-526.
- TOMASELLI M., BOLPAGNI R., GUALMINI M., BORGHI M. L., PERLINI S. & SPETTOLI O., 2003. La vegetazione dei nuclei naturalistici del Parco Regionale dell'Oglio Sud. Ed. Gerevini, Piadena.
- TOMASELLI M., GUALMINI M. & SPETTOLI O., 2002. La vegetazione della Riserva Naturale delle valli del Mincio. *Collana Annali Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali Università di Parma*.
- UBALDI D., PUPPI G. & ZANOTTI A. L., 1996. Cartografia fitoclimatica dell'Emilia-Romagna. Regione Emilia-Romagna, Bologna.
- VIAROLI P. & FERRARI I., 1992. Idee per una ricerca di ecologia funzionale su produzione, decomposizione e ciclo dei nutrienti nelle Valli di Campotto. *Quaderni di Campotto*, 2: 25-31.
- VIAROLI P., BONDAVALLI C., GIORDANI G. PARIS G. M. & ROSSETTI G., 1994. Ricerche idrobiologiche in un bacino artificiale della golena del Po (Isola Gerola, Piacenza). *Atti del X Congresso A.I.O.L., Alasio 4-6 novembre 1992*: 265-276.
- VIAROLI P., CATTADORI M. & ROSSETTI G., 1995. Relazione tra copertura vegetale e caratteristiche chimiche in ambienti acquatici marginali lungo il medio corso del Po. *SITE ATTI* 16: 229-232.
- VIAROLI P., FERRARI I. & ROSSETTI G., 2001. Long-term limnological research in a quarry lake of the Po River, Italy. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28: 576-581.
- VIAROLI P., ROSSETTI G. & FERRARI I., 2002. Funzioni ecologiche, valore ambientale e problemi gestionali negli ambienti acquatici marginali della golena del Po. *Atti del 13° seminario IAED (International Association for Environmental Design) "Dalla pianificazione di bacino al progetto ambientale nelle aree fluviali"*, Roma 10 marzo 2000 (in stampa).
- VIAROLI P., ROSSETTI G. & PEDRELLI E., 1996. Riverine wetlands of the Po valley, Italy. In C. Morillo and J. L. Gonzales (Eds) *Management of mediterranean wetlands, MEDWET*, Ministerio de Medio Ambiente, Direccion General de Conservacion de la Naturaleza. Grafinat S. A., Madrid, Tome 2: 275-294.
- VIAROLI P., ROSSETTI G., BERNINI F., BARTOLI M. & FERRARI I., 2001. Studi ecologici e problemi gestionali in un lago di cava della golena del Po. *Atti del 14° Congresso Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia, Garda (VR)*, pp. 89-98.
- WALTER H. & LIETH H., 1960. *Klimadiagramm weltatlas*. Veb Gustav Fischer Verlag, Jena.